

**MONITORING DAN KONTROL SUHU MESIN GENSET BERBASIS
TELEGRAM DENGAN SENSOR DS18B20 DAN *BLOWER* OTOMATIS DI
RUANG GENSET STASIUN METEOROLOGI KELAS I RADEN INTEN
II LAMPUNG SELATAN**

Skripsi

Oleh

**INAYAH SITI FATIMAH
2117041058**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**MONITORING DAN KONTROL SUHU MESIN GENSET BERBASIS
TELEGRAM DENGAN SENSOR DS18B20 DAN BLOWER OTOMATIS DI
RUANG GENSET STASIUN METEOROLOGI KELAS I RADEN INTEN
II LAMPUNG SELATAN**

Oleh

INAYAH SITI FATIMAH

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

MONITORING DAN KONTROL SUHU MESIN GENSET BERBASIS TELEGRAM DENGAN SENSOR DS18B20 DAN BLOWER OTOMATIS DI RUANG GENSET STASIUN METEOROLOGI KELAS I RADEN INTEN II LAMPUNG SELATAN

Oleh

INAYAH SITI FATIMAH

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem *monitoring* dan kontrol suhu mesin genset berbasis Telegram menggunakan sensor suhu digital DS18B20 dan mikrokontroler ESP32. Sistem dirancang agar dapat membaca suhu secara *real-time*, menampilkan hasil pengukuran melalui LCD 16x2 I2C, serta mengendalikan kipas pendingin secara otomatis berdasarkan ambang suhu yang telah ditetapkan. Ketika suhu mencapai lebih dari 40 °C, kipas diaktifkan untuk mendinginkan mesin, dan akan mati kembali jika suhu turun hingga 35 °C. Sistem juga terhubung dengan aplikasi Telegram untuk mengirimkan notifikasi kondisi suhu secara berkala maupun saat kondisi kritis terjadi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DS18B20 memiliki tingkat akurasi tinggi dengan rata-rata akurasi sebesar 99,83% dan *error* sebesar 0,17% berdasarkan kalibrasi terhadap termometer digital TA-288. Respon kipas terhadap kenaikan suhu bekerja dengan baik, di mana kipas menyala saat suhu mencapai 40,42 °C dan mati saat suhu turun hingga 34,89 °C. Sistem berhasil mengirimkan notifikasi ke Telegram dengan interval 10 detik saat suhu tinggi, dan 2 menit saat suhu dalam kondisi normal. Secara keseluruhan, sistem ini terbukti efektif dalam menjaga suhu mesin genset tetap stabil dan memberikan kemudahan *monitoring* jarak jauh secara *real-time*.

Kata Kunci: Telegram, *monitoring* suhu, genset, DS18B20, ESP32

ABSTRACT

MONITORING AND CONTROL OF GENSET TEMPERATURE BASED ON TELEGRAM WITH DS18B20 SENSOR AND AUTOMATIC BLOWER IN THE GENSET ROOM OF THE CLASS I METEOROLOGICAL STATION RADEN INTEN II SOUTH LAMPUNG

By

INAYAH SITI FATIMAH

This study aims to design and implement a Telegram-based generator engine temperature monitoring and control system using a DS18B20 digital temperature sensor and an ESP32 microcontroller. The system is designed to be able to read the temperature in real-time, display the measurement results via a 16x2 I2C LCD, and control the cooling fan automatically based on a predetermined temperature threshold. When the temperature reaches more than 40 °C, the fan is activated to cool the engine, and will turn off again if the temperature drops to 35 °C. The system is also connected to the Telegram application to send periodic temperature condition notifications or when critical conditions occur. The test results show that the DS18B20 sensor has a high level of accuracy with an average accuracy of 99.83% and an error of 0.17% based on calibration against the TA-288 digital thermometer. The fan's response to temperature increases works well, where the fan turns on when the temperature reaches 40.42 °C and turns off when the temperature drops to 34.89 °C. The system successfully sends notifications to Telegram at 10-second intervals when the temperature is high, and 2 minutes when the temperature is normal. Overall, this system has proven effective in keeping the generator engine temperature stable and providing easy real-time remote monitoring.

Keywords: Telegram, temperature monitoring, generator, DS18B20, ESP32

Judul Skripsi

**: MONITORING DAN KONTROL SUHU
MESIN GENSET BERBASIS TELEGRAM
DENGAN SENSOR DS18B20 DAN BLOWER
OTOMATIS DI RUANG GENSET STASIUN
METEOROLOGI KELAS I RADEN INTEN
II LAMPUNG SELATAN**

Nama Mahasiswa

: Inayah Siti Fatimah

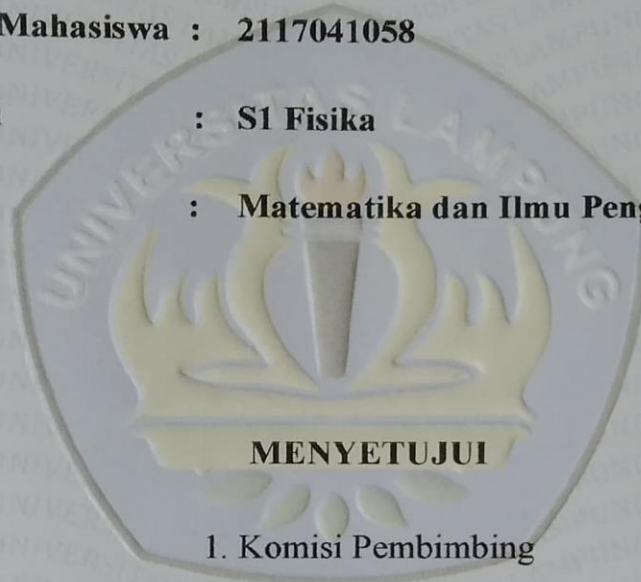
Nomor Pokok Mahasiswa : 2117041058

Program Studi

: S1 Fisika

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Sri Wahyu Suciwati, S.Si., M.Si.
NIP. 197108291997032001

Rudi Harianto, S.Kom., M.Si.
NIP. 198101292008011004

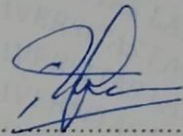
2. Ketua Jurusan Fisika FMIPA

Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng
NIP. 197109092000121001

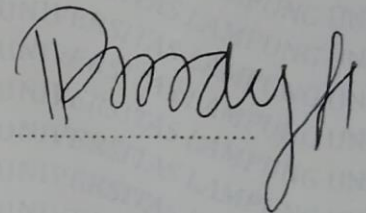
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

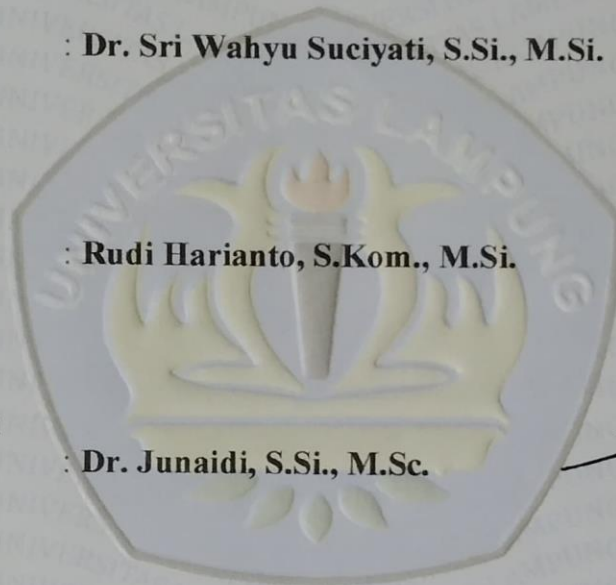
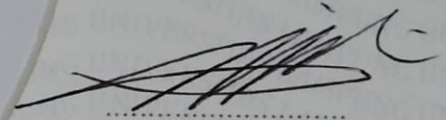
Ketua : **Dr. Sri Wahyu Suciwati, S.Si., M.Si.**



Sekretaris : **Rudi Harianto, S.Kom., M.Si.**



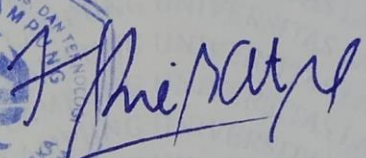
Penguji Bukan Pembimbing : **Dr. Junaidi, S.Si., M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 1971100120050011002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 26 Juni 2025

PENYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Inayah Siti Fatimah
Nomor Pokok Mahasiswa : 2117041058
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya dengan judul *“Monitoring Dan Kontrol Suhu Mesin Genset Berbasis Telegram Dengan Sensor DS18B20 Dan Blower Otomatis Di Ruang Genset Stasiun Meteorologi Kelas I Raden Inten II Lampung Selatan”* adalah benar hasil karya saya sendiri, baik ide, hasil, maupun prosesnya. Selanjutnya saya tidak keberatan jika sebagian atau keseluruhan data di dalam skripsi ini digunakan oleh dosen atau program studi dalam kepentingan publikasi atas persetujuan penulis dan sepanjang nama saya disebutkan sebelum dilakukan publikasi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran untuk dapat digunakan sebagai mestinya.

Bandar Lampung, 26 Juni 2025



Inayah Siti Fatimah
NPM. 2117041058

RIWAYAT HIDUP



Inayah Siti Fatimah lahir di Pringsewu pada tanggal 3 Februari 2002. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, putri dari Bapak Subariyanto dan Ibu Septi Wandani. Perjalanan pendidikan formal penulis dimulai pada tahun 2008 dengan memasuki kelas 1 di SDN 4 Tambah Rejo, kemudian pada kelas 2 pindah ke SDN 1 Umpu Bhakti dan menyelesaikan pendidikan dasar hingga lulus pada tahun 2014. Penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 2 Blambangan Umpu pada tahun 2014–2017, kemudian menempuh pendidikan menengah atas di SMAN 2 Gadingrejo pada tahun 2017–2020. Setelah lulus SMA, pada tahun 2021 penulis berhasil diterima di Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN dan terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Selama menjalani pendidikan tinggi, penulis menunjukkan komitmen tinggi dalam kegiatan organisasi kemahasiswaan. Penulis aktif bergabung dengan HIMAFI (Himpunan Mahasiswa Fisika) FMIPA UNILA, dimana penulis menjabat sebagai anggota Biro Dana dan Usaha pada periode 2021–2022 dan 2022–2023, kemudian dipercaya sebagai anggota Biro Kesekretariatan dan Rumah Tangga pada periode 2023–2024. Selain itu, penulis juga terlibat aktif dalam organisasi ROIS (Rohani Islam) FMIPA UNILA, menjabat sebagai anggota Biro Kemuslimahan pada periode 2021–2022 dan anggota Biro Pembinaan pada periode 2022–2023. Penulis juga menjadi bagian dari KMNU (Keluarga Mahasiswa Nahdlatul Ulama) UNILA sebagai anggota biasa.

Selain aktif dalam organisasi, penulis juga mengikuti kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) pada bulan Januari hingga Februari 2024 di Stasiun Meteorologi Maritim Lampung Panjang. Penulis juga mengikuti program Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Negeri Agung, Kecamatan Gunung Pelindung, Kabupaten Lampung Timur, yang dilaksanakan pada bulan Juni hingga Agustus 2024.

Pengalaman berorganisasi dan keterlibatan dalam kegiatan lapangan tersebut telah memberikan penulis kesempatan untuk mengembangkan kemampuan kepemimpinan, manajemen organisasi, komunikasi, serta kerja sama tim yang sangat berharga dalam membentuk karakter akademis dan profesional. Keterlibatan aktif dalam berbagai kegiatan tersebut mencerminkan dedikasi penulis terhadap pengembangan diri secara holistik, baik dalam aspek akademis, spiritual, maupun sosial kemasyarakatan.

Dalam rangka menyelesaikan studi sarjana, penulis melakukan penelitian dengan judul "***Monitoring Dan Kontrol Suhu Mesin Genset Berbasis Telegram Dengan Sensor DS18B20 Dan Blower Otomatis Di Ruang Genset Stasiun Meteorologi Kelas I Raden Inten II Lampung Selatan***". Penelitian ini merupakan aplikasi nyata dari konsep fisika instrumentasi dan teknologi otomasi yang bertujuan mengembangkan sistem *monitoring* dan kontrol suhu untuk meningkatkan efisiensi operasional genset sekaligus mencegah kerusakan akibat overheating pada peralatan vital di stasiun meteorologi.

MOTTO

“Dan orang-orang yang bersungguh-sungguh dalam (mencari keridhaan) Kami, benar-benar akan Kami tunjukkan kepada mereka jalan-jalan Kami. Dan sesungguhnya Allah benar-benar beserta orang-orang yang berbuat baik.”

(QS. Al-‘Ankabut: 69)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”

(QS. Al-Insyirah: 6)

“Banyak hal yang bisa menjatuhkanmu, tapi satu-satunya hal yang benar-benar dapat menjatuhkanmu adalah sikapmu sendiri”

-R.A. Kartini-

“Dunia ini ibarat bayangan, kejar dia dan engkau tak akan pernah bisa menangkapnya. Balikkan badanmu darinya dan dia tak punya pilihan lain kecuali Mengikutimu.”

-Ibnu al-Qayyim-

"Biarkan mereka menilai kita dengan pemahaman yang terbatas dan sudut pandang yang sempit, sementara kita terus bekerja dengan penuh kesungguhan, karena hanya kita yang benar-benar mengetahui cerita lengkap, motivasi sejati, dan tantangan nyata yang kita hadapi setiap harinya."

-Inayah Siti Fatimah-

PERSEMBAHAN

**Dengan rasa syukur yang tulus, rasa cinta, dan dalam rangka memohon
keberkahan Allah SWT serta syafaat Nabi Muhammad SAW,**

Karya ini didedikasikan dengan penuh cinta untuk:

Orang tuaku tersayang

Subariyanto dan Septi Wandani

Atas doa, cinta, dan dukungan mereka yang tak pernah goyah.

Adik-adikku tercinta

Nurhidayati Siti Fatimah

Salsabila Az-zahra

Yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan.

Keluarga besar saya, terutama teman-teman KBK Instrumentasi dan teman-teman

Angkatan 2021

Jurusan Fisika FMIPA UNILA

Atas kebersamaan dan dukungan selama masa perkuliahan.

Dan almamater tercinta

Universitas Lampung

Tempat saya menimba ilmu dan mengembangkan diri.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Monitoring Dan Kontrol Suhu Mesin Genset Berbasis Telegram Dengan Sensor DS18B20 Dan *Blower* Otomatis Di Ruang Genset Stasiun Meteorologi Kelas I Raden Inten II Lampung Selatan"**.

Penelitian ini mengembangkan sistem *monitoring* dan kontrol suhu mesin genset yang memanfaatkan teknologi IoT dengan sensor DS18B20, notifikasi Telegram, dan *blower* otomatis. Sistem ini dirancang untuk memberikan solusi praktis dalam pemantauan kondisi mesin genset secara *real-time* di Stasiun Meteorologi Kelas I Raden Inten II Lampung Selatan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan penelitian ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

Bandar Lampung, 26 Juni 2025
Penulis,

Inayah Siti Fatimah
NPM. 2117041058

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "**Monitoring Dan Kontrol Suhu Mesin Genset Berbasis Telegram Dengan Sensor DS18B20 Dan Blower Otomatis Di Ruang Genset Stasiun Meteorologi Kelas I Raden Inten II Lampung Selatan**" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Sri Wahyu Suciwati, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi dengan penuh kesabaran dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Rudi Harianto, S.Kom., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan masukan, kritik, dan saran yang konstruktif untuk penyempurnaan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Junaidi, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan masukan untuk perbaikan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung yang telah memberikan fasilitas dan dukungan selama penulis menjalani perkuliahan.
5. Bapak Arif Surtono, S.Si., M.Si., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan arahan dan fasilitas akademik selama masa perkuliahan.
6. Seluruh Dosen Program Studi Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, dan inspirasi selama penulis menjalani perkuliahan.
7. Bapak Drs. Amir Supriyanto, M.Si., selaku Pembimbing Akademik saya, atas bimbingan dan dorongannya selama perjalanan akademis saya.

8. Seluruh Staf Administrasi dan Tenaga Kependidikan Program Studi Fisika dan FMIPA Universitas Lampung yang telah membantu kelancaran administrasi selama masa perkuliahan.
9. Pihak Stasiun Meteorologi Kelas I Raden Inten II Lampung Selatan, khususnya Bapak Kepala Stasiun dan seluruh staf yang telah memberikan izin penelitian, dan dukungan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.
10. Kedua orang tua tercinta, Subariyanto dan Septi Wandani, yang telah memberikan kasih sayang, doa, dukungan moral dan material, serta motivasi yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dengan baik.
11. Adik-adik tersayang Nurhidayati Siti Fatimah dan Salshabila Az-zahra yang telah memberikan semangat, dukungan, dan doa untuk keberhasilan penulis.
12. Seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa dan dukungan selama penulis menjalani pendidikan.
13. Anis Widya dan Made Jaya Setiawan selaku teman bimbingan yang telah bersama-sama menjalani proses penyusunan skripsi, saling memberikan semangat, berbagi pengalaman, dan mendukung satu sama lain dalam menghadapi berbagai tantangan selama proses bimbingan.
14. Sahabat terbaik Ega Widiyanti dan Gusti Al Ayssa yang telah menjadi teman setia, memberikan dukungan emosional, motivasi, dan kebahagiaan di tengah kesibukan akademik serta selalu hadir dalam suka dan duka.
15. Yuda Kurniawan, seseorang yang telah akrab sejak kecil dan menjadi bagian penting dalam perjalanan hidup penulis, selalu memberikan semangat, motivasi, dan masukan konstruktif ketika penulis mengalami kesulitan, terima kasih atas kesetiaan dan dukungan yang tak pernah putus.
16. Teman-teman KBK Instrumentasi: Lulu, Dina, Okka, Armel, Ketrin, Feby, Fathan, dan Naufal yang telah menjadi keluarga akademik, berbagi ilmu pengetahuan, pengalaman penelitian, dan memberikan dukungan moral selama mendalami bidang instrumentasi fisika..
17. Teman-teman seperjuangan Program Studi Fisika Angkatan 2021 yang telah bersama-sama berjuang, saling mendukung, dan berbagi pengalaman selama masa perkuliahan.

Bandar Lampung, 22 Juni 2025
Penulis,

Inayah Siti Fatimah
NPM. 2117041058

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
LEMBAR PENGESAHAN I.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN II	iv
PENYATAAN.....	v
RIWAYAT HIDUP	vi
MOTTO	viii
PERSEMBAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Tinjauan Pustaka	10

2.2.1	Pemantauan Suhu.....	10
2.2.2	<i>Generator set</i> (Genset)	11
2.2.3	Sensor Suhu	13
2.2.4	Sensor DS18B20.....	15
2.2.5	Penerapan Sistem <i>Monitoring</i> Suhu	17
2.2.6	<i>Liquid Qrystal Display</i> (LCD).....	17
2.2.7	NodeMCU ESP32.....	19
2.2.8	<i>Internet of Things</i> (IoT)	20
2.2.9	Kipas (<i>Fan</i>)	22
2.2.10	Telegram	23

III. METODE PENELITIAN

3.1	Waktu dan Tempat.....	25
3.2	Alat dan Bahan	25
3.3	Prosedur Penelitian	26
3.4	Tahap Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	28
3.4.1	Rangkaian ESP32 dengan LCD I2C	29
3.4.2	Rangkaian ESP32 dengan Sensor DS18B20	29
3.4.3	Rangkaian ESP32 dengan <i>Relay</i> dan Kipas.....	30
3.4.4	Rancangan Keseluruhan Sistem <i>Monitoring</i> Suhu Mesin	31
3.4.5	Desain Alat Keseluruhan	32
3.5	Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	33
3.6	Pengujian dan Pengambilan Data	35
3.7	Analisis Data	38

IV. HASIL DAN SIMPULAN

4.1	<i>Monitoring</i> dan Kontrol Suhu Mesin Genset Berbasis Telegram dengan Sensor DS18B20 dan Kipas Otomatis.....	40
4.2	Pengujian Perangkat Keras.....	43
4.2.1	Pengujian Tampilan LCD 16x2	43
4.2.2	Pengujian Kipas Pendingin.....	45
4.3	Kalibrasi dan Pengujian Sensor DS18B20	46
4.4	Pengujian Perangkat Lunak	50
4.4.1	Pengujian Notifikasi Telegram	50
4.5	Pengambilan Data dan Analisis Sistem Secara Keseluruhan	53

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1	Simpulan.....	58
5.2	Saran	58

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	. Halaman
Gambar 2. 1 <i>Generator set</i> (Widianti, 2021)	12
Gambar 2. 2 Sensor Suhu (Elga, 2017)	14
Gambar 2. 3 Sensor DS18B20 (Prastyo, 2020)	16
Gambar 2. 4 LCD (Zhang, 2018)	18
Gambar 2. 5 <i>Modul 12C LCD display</i> (Ardutek, 2019)	19
Gambar 2. 6 NodeMCU ESP32 (Ardutech, 2020)	20
Gambar 2. 7 Konsep IoT (Udin, 2024).....	21
Gambar 2. 8 Kipas DC (Mustianto dkk., 2023)	23
Gambar 2. 9 Telegram (Lego, 2023)	23
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	27
Gambar 3. 2 Diagram blok perencanaan sistem	28
Gambar 3. 3 Rangkaian ESP32 dengan LCD 12C	29
Gambar 3. 4 Rangkaian ESP32 ke sensor DS18BB20.....	30
Gambar 3. 5 ESP32 dengan kipas	30
Gambar 3. 6 Rangkaian keseluruhan komponen	31
Gambar 3. 7 Desain alat <i>monitoring temperature</i> genset.....	32
Gambar 3. 8 Posisi alat <i>monitoring</i> pada ruangan mesin genset.....	33
Gambar 3. 9 <i>Flowchart</i> perancangan <i>software</i>	34
Gambar 3. 10 Contoh grafik perbandingan suhu dengan alat ukur	36
Gambar 3. 11 Contoh grafik Hubungan Suhu dan Waktu.....	38
Gambar 4. 1 Perangkat Sistem <i>Monitoring</i>	41
Gambar 4. 2 Tampilan suhu pada LCD 16x2 saat pengujian	43
Gambar 4. 3 Tampilan <i>serial monitor</i> dan kondisi kipas (a) saat mati pada suhu rendah dan (b) saat hidup suhu tinggi.....	45

Gambar 4. 4 Dokumentasi pengkalibrasian sensor DS18B20.....	47
Gambar 4. 5 Kalibrasi sensor DS18B20 dengan termometer TA-288	48
Gambar 4. 6 Contoh notifikasi dan pembaruan suhu dari bot Telegram (a) suhu naik dan (b) suhu turun.....	51
Gambar 4. 7 Dokumentasi pengujian alat secara keseluruhan	54
Gambar 4. 8 Grafik hubungan suhu dan waktu dengan penanda status nyala kipas	56

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3. 1 Alat – alat dalam penelitian.....	25
Tabel 3. 2 Bahan-bahan dalam Penelitian	26
Tabel 3. 3 Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian	26
Tabel 3. 4 Sambungan <i>pin</i> ESP32 dan komponen penunjang.....	31
Tabel 3. 5 Contoh data pengujian sensor suhu DS18B20 dengan termometer TA-288.....	36
Tabel 3. 6 Contoh hasil pengambilan data waktu/temperatur	37
Tabel 4. 1 Kalibrasi sensor DS18B20 dengan termometer TA-288.....	47
Tabel 4. 2 Data hasil pengujian <i>prototype</i> sistem <i>monitoring</i> suhu mesin genset	55

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Genset atau *generator set* merupakan gabungan alat pembangkit listrik dan mesin motor yang dikelompokkan menjadi satu guna menghasilkan listrik. Motor mesin pada *generator set* biasanya adalah mesin pembakar internal atau berupa mesin *diesel* yang berbahan bakar solar dan mesin yang berbahan bakar bensin (Subiyanto dkk., 2020). Genset merupakan alat yang dapat menghasilkan listrik yang terdiri dari gabungan antara dua perangkat yang berbeda (Saputra dkk., 2023). Perangkat yang berbeda pada *generator set* yaitu *engine* dan generator atau alternator. *Engine (diesel)* sebagai perangkat pemutar, sedangkan generator atau alternator digunakan sebagai perangkat listrik. Genset biasanya digunakan sebagai sumber energi listrik, dan sering digunakan sebagai sumber daya darurat (catu daya cadangan) ketika terjadi pemadaman listrik (Tawurisi dkk., 2019).

Namun, dalam pengoperasian genset juga mengalami tantangan terkait dengan pemanasan mesin penggerak. Genset biasanya beroperasi dalam menyediakan listrik untuk sebuah beban, dan terjadinya pemanasan pada mesin penggerak dapat disebabkan oleh besarnya arus listrik. Ketika tidak dipantau, hal ini dapat mengakibatkan pemanasan yang berlebihan (*overheating*). Suhu generator yang meningkat hingga mencapai titik *overheating* akan merusak komponen-komponen generator (Augustama dan Sujono, 2020). Ketika sebuah *engine* pada genset mengalami *overheating*, maka akan mengakibatkan gangguan pada kinerjanya, membuat engine mengalami penurunan performa, serta memperpendek usia pakai mesin. Selain itu, kondisi ini juga akan mengakibatkan rusaknya *engine* dan meningkatkan *fuel consumption* (konsumsi bahan bakar) yang lebih boros (Ma'sudi dkk., 2019). Dalam sebuah sistem *generator set*, sistem kerja yang

sangat berpengaruh yakni penggerak atau *engine*, karena dalam generator yang berputar dengan stabil akan mengakibatkan *output* generator menjadi maksimal (Saputra dkk., 2023).

Kondisi pemanasan ini juga sangat relevan dengan ruang *diesel* yang terdapat di BMKG, yang merupakan area penting untuk mendukung operasional genset sebagai sumber daya cadangan. Keberadaan genset ini sangat vital, terutama dalam kondisi darurat ketika pasokan listrik utama terganggu (Saputra dkk., 2022). Mesin *diesel* merupakan salah satu jenis motor pembakaran dalam yang dikenal juga sebagai *compressed ignition*. Mesin ini menyala secara spontan karena bahan bakar diinjeksikan ke dalam silinder yang berisi udara dengan tekanan tinggi (Prayogo dkk., 1987). Mesin *diesel* yang terus beroperasi dalam jangka waktu lama akan menghasilkan panas yang berlebihan, yang menyebabkan suhu dalam ruangan meningkat secara signifikan. Lama waktu pengoperasian pada mesin *diesel* dapat mempengaruhi kinerja pada mesin tersebut (Sari dan Efendi, 2021). Peningkatan suhu yang tidak terkontrol dapat berakibat fatal, karena suhu yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada mesin *diesel* itu sendiri, mengurangi efisiensi operasional, dan mempercepat keausan komponen. Selain itu, lingkungan kerja dengan suhu tinggi dapat mengancam keselamatan dan kesehatan pekerja, sehingga diperlukan penyesuaian pada lingkungan kerja yang memiliki temperatur tinggi untuk mengurangi risiko bahaya (Yuli dkk., 2021).

Oleh karena itu, pemantauan suhu yang akurat dan *real-time* menjadi sangat penting untuk menjaga stabilitas suhu dalam ruang *diesel*. Dengan menggunakan sensor suhu seperti DS18B20 yang terintegrasi dengan sistem *monitoring* berbasis LCD, informasi mengenai suhu dapat diperoleh dan dianalisis secara cepat dan efisien (Saputra dkk., 2021). Tujuan dari sensor suhu DS18B20 adalah untuk mendeteksi suhu suatu objek di lingkungan sekitar dan menyediakan informasi digital yang sesuai untuk objek tersebut (Khakim dan Budihartono, 2024). Sistem *monitoring* adalah proses pengumpulan data dari berbagai sumber. Secara umum, data yang dikumpulkan diberikan secara *real time*. Secara umum tujuan pemantauan adalah memperoleh data atau pendapat untuk mendapat umpan balik

terhadap kebutuhan tertentu (Simbar dan Syahrin, 2017). Pemantauan suhu yang dilakukan secara berkala menggunakan sensor dengan sistem pemantauan yang baik merupakan solusi yang baik dalam mendeteksi masalah suhu abnormal dan mencegah rusaknya generator secara *real-time* (Alqadri, 2023). Dengan demikian, penerapan sistem *monitoring* suhu yang handal di ruang *diesel* BMKG tidak hanya mendukung operasional genset sebagai sumber daya cadangan yang andal tetapi juga meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional secara keseluruhan.

Pada saat ini, pemantauan suhu pada ruang genset di BMKG masih dilakukan dengan cara manual. Teknisi harus secara berkala memeriksa dan mencatat suhu secara langsung di tempat, yang tidak hanya memakan waktu, tetapi juga kurang efisien. Ketergantungan pada metode manual ini dapat menimbulkan beberapa risiko yang signifikan. Proses manual memerlukan sumber daya manusia yang cukup banyak dan memiliki keterbatasan dalam hal kecepatan serta konsistensi pengumpulan data. Selain itu, metode manual ini juga memiliki risiko tinggi karena keterbatasan deteksi dini terhadap perubahan suhu yang berpotensi berbahaya. Genset di BMKG mengalami masalah karena tidak dapat mendinginkan mesin akibat sistem pendingin yang tidak berfungsi, sehingga suhu mesin dapat meningkat secara tiba-tiba. Kondisi ini berpotensi menyebabkan kerusakan serius pada mesin *diesel* dan bahkan memicu kebakaran yang membahayakan keselamatan personel serta aset penting di BMKG.

Kemajuan teknologi saat ini memberikan peluang besar untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan dalam pemantauan suhu. Implementasi teknologi sensor digital seperti DS18B20 dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi masalah ini. Sistem ini mampu memantau suhu secara *real-time* dan memberikan peringatan dini jika terjadi anomali suhu, sehingga tindakan preventif dapat segera diambil, seperti mengaktifkan kipas atau *blower* untuk mendinginkan mesin secara otomatis ketika suhu melebihi ambang normal. Selain itu, data yang dikumpulkan dapat dianalisis untuk meningkatkan pemahaman terhadap pola suhu dan kinerja mesin dalam jangka panjang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat sistem *monitoring* suhu menggunakan sensor DS18B20 pada ruang

diesel di BMKG, sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam menjaga kondisi operasional peralatan di BMKG.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem *monitoring* suhu otomatis untuk ruang *diesel* berbasis Genset di BMKG?
2. Bagaimana mengaplikasikan sensor DS18B20 dapat membaca suhu dengan akurat?
3. Berapa nilai suhu kritis sehingga dapat memberikan peringatan dini?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Berapa nilai suhu kritis sehingga dapat memberikan peringatan Membangun sistem *monitoring* suhu ruang *diesel* menggunakan sensor DS18B20.
2. Mengimplementasikan sistem yang mampu membaca suhu secara akurat dan memberikan peringatan secara *real-time*.
3. Mengoptimalkan keamanan operasional ruang *diesel* di BMKG melalui sistem ini.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Teoritis: Memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi pemantauan suhu berbasis sensor digital.
2. Praktis: Meningkatkan keamanan dan efisiensi operasional ruang *diesel* di BMKG.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian difokuskan pada perancangan sistem pemantauan suhu ruang *diesel* di lingkungan BMKG dengan menggunakan sensor suhu DS18B20.
2. Sistem *monitoring* akan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai unit pengontrol utama untuk membaca dan memproses data suhu dari sensor.
3. Rentang pengukuran suhu yang dimonitor adalah pada kisaran suhu operasional ruang *diesel*, yaitu antara 25 °C hingga 80 °C.
4. Sistem akan memberikan peringatan dini melalui notifikasi berbasis bot telegram atau aplikasi *mobile* (opsional).
5. Tingkat akurasi pengukuran suhu mengacu pada spesifikasi sensor DS18B20 dengan resolusi ± 0.5 °C.
6. Sistem mencakup kontrol otomatis atau sistem proteksi tambahan selain peringatan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Untuk memahami konteks penelitian ini, kita perlu melihat penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan. Penelitian terdahulu membantu kita memahami metode, hasil, dan pendekatan yang telah dicoba serta mengidentifikasi celah yang masih ada dalam pengetahuan kita. Pada subbab ini, akan dibahas beberapa penelitian terkait pemantauan suhu menggunakan sensor DS18B20 dan aplikasinya dalam lingkungan operasional. Kajian ini memberikan wawasan penting yang mendukung pengembangan sistem *monitoring* suhu yang lebih efektif dan efisien.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Zhu dkk. (2018) dengan judul “*Research of Digital Temperature Measurement System in Vacuum Thermal Test Based on DS18B20*”, dimana pada penelitian ini mengembangkan sistem pengukuran suhu digital berbasis sensor DS18B20 untuk uji termal vakum, sebagai alternatif terhadap sistem termokopel tradisional. Sistem ini dirancang untuk mengatasi kendala seperti kabel yang kompleks, gangguan sinyal, dan kerentanan terhadap kerusakan. Keunggulannya meliputi struktur sederhana, kemampuan sensor yang dapat digunakan ulang, anti-interferensi tinggi, serta akurasi pengukuran yang baik dengan kesalahan maksimum $\pm 0,5$ °C dan linearitas sekitar $\pm 0,1\%$. Namun, sistem ini menunjukkan deviasi yang lebih signifikan pada rentang suhu tertentu, terutama -10 °C hingga 0 °C, yang mengindikasikan perlunya optimasi lebih lanjut untuk memastikan kinerja yang konsisten di seluruh rentang suhu.

Penelitian oleh Siswanto dan Rony (2018) berjudul “Aplikasi *Monitoring* Suhu Air untuk Budidaya Ikan Koi dengan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Nano Sensor Suhu DS18B20 *Waterproof* dan Peltier TEC1-12706” merancang sistem untuk menjaga kestabilan suhu air, yang merupakan faktor penting dalam budidaya ikan koi. Sistem ini menggunakan sensor suhu DS18B20 *waterproof* untuk memantau suhu secara *real-time* dan mengirimkan notifikasi melalui email jika suhu air keluar dari rentang yang diharapkan, sehingga memudahkan pembudidaya dan mengurangi ketergantungan pada pengukuran manual dengan termometer biasa. Keunggulannya terletak pada efisiensi dan otomatisasi proses *monitoring*, sementara kekurangannya adalah ketergantungan terhadap koneksi internet, yang dapat menjadi hambatan di daerah dengan akses jaringan terbatas.

Penelitian yang dilakukan oleh Simbar dan Syahrin, (2017) dengan judul “*Prototype Sistem Monitoring Temperatur Menggunakan Arduino Uno R3 dengan Komunikasi Wireless*”, merancang sistem *monitoring* suhu pada plate baja di PT Krakatau Posco menggunakan sensor MLX90614, modul RF 433MHz, dan LCD 16x2. Sistem ini dirancang untuk mengatasi pengecekan manual yang memakan waktu dan memberatkan operator saat produksi tinggi. Keunggulannya adalah efisiensi *monitoring* dengan transmisi data nirkabel secara *real-time*, sedangkan kekurangannya adalah adanya perbedaan rata-rata 2,58 °C dibandingkan alat bantu termogun. Penelitian ini menunjukkan potensi solusi otomatisasi untuk meningkatkan efisiensi kerja.

Penelitian yang dilakukan oleh Harianingsih dkk. (2018) dengan judul “Perancangan Sistem Detektor Suhu Fermentasi *Acetobacter Xylinum* menggunakan Sensor DS18B20” bertujuan untuk merancang sistem pengendalian suhu fermentasi bakteri *Acetobacter xylinum* guna mengatasi kendala fluktuasi suhu yang dapat memengaruhi pertumbuhan bakteri. Sistem ini memanfaatkan Arduino Uno dan sensor DS18B20 yang memiliki keakuratan $\pm 0,5$ °C, dengan kemampuan memonitor suhu fermentasi dalam rentang 25 °C-35 °C, terutama pada suhu optimal 28 °C-32 °C. Pengujian menunjukkan persentase *error* pembacaan suhu setelah kalibrasi sebesar 0,70%, yang masih berada dalam batas toleransi sensor. Keunggulan sistem ini adalah kemampuannya memantau suhu

secara *real-time* dengan akurasi tinggi, meskipun masih memiliki kelemahan berupa potensi gangguan akibat fluktuasi daya pada *power supply*.

Penelitian yang dilakukan oleh Kusumah dkk. (2023) dalam jurnal berjudul “Sistem *Monitoring* Suhu dan Kelembaban Berbasis *Internet of Things* (IoT) Pada Ruang Data Center” mengembangkan sistem pemantauan suhu dan kelembaban untuk pusat data. Sistem ini menggunakan sensor DHT11, *water level*, OLED I2C, dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Dengan teknologi IoT, data suhu dan kelembaban dapat diakses secara *real-time* melalui platform web, memungkinkan pemantauan jarak jauh yang akurat dan efisien. Hasil uji menunjukkan tingkat kesalahan rata-rata hanya 1,7% untuk suhu dan 2,1% untuk kelembaban, menegaskan keandalan sistem dalam mendukung pengawasan lingkungan ruang data center.

Penelitian yang dilakukan oleh Turesna dkk. (2020) dengan judul “Perancangan dan Pembuatan Sistem *Monitoring* Suhu Ayam, Suhu dan Kelembaban Kandang untuk Meningkatkan Produktivitas Ayam *Broiler*” mengembangkan sistem pemantauan suhu dan kelembaban berbasis *Internet of Things* (IoT) pada kandang ayam sistem tertutup. Sistem ini menggunakan berbagai perangkat seperti sensor DS18B20, DHT11, MLX90640, serta mikrokontroler Wemos D1 Mini untuk mengukur dan mengontrol kondisi kandang secara otomatis. Data pemantauan dikirimkan secara *real-time* ke server melalui WiFi, memungkinkan pemantauan jarak jauh dan kontrol otomatis terhadap pemanas, kipas, serta pelembap sesuai kondisi lingkungan. Keunggulan penelitian ini terletak pada efisiensi otomatisasi dan peningkatan produktivitas ayam *broiler*. Namun, kelemahannya adalah adanya tingkat kesalahan pembacaan yang mencapai 3,3% untuk suhu dan 3,08% untuk kelembaban, yang dapat memengaruhi akurasi pemantauan.

Penelitian yang dilakukan oleh Augustama dan Sujono (2020) dengan judul “Kontrol Suhu pada *Generator set* dengan Menggunakan Mikrokontroler” mengembangkan sistem pengendalian suhu otomatis untuk mencegah *overheating* pada genset. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP-32 dan sensor suhu DS18B20 yang dipadukan dengan algoritma *Proportional Integral Derivative* (PID) untuk mengatur kipas pendingin. Berdasarkan pengujian, sistem ini berhasil

menghasilkan pengendalian suhu yang efisien dengan respon sistem seperti *rise time*, *settling time*, dan *stable state error* yang sesuai *setpoint*, meskipun masih terdapat *overshoot* kecil selama operasi.

Penelitian berjudul “Sistem *Monitoring* Suhu pada Proses Pendingin Larutan Nutrisi Hidroponik Menggunakan Elemen Peltier dan TDS Meter” oleh Aisyah (2023) merancang sistem otomatis berbasis sensor DS18B20 dan TDS meter untuk mengendalikan suhu larutan hidroponik menggunakan elemen Peltier. Sistem ini memproses data melalui Arduino Uno dengan tingkat *error* sensor DS18B20 sebesar 2,08% dan TDS meter sebesar 0,25%. Kelebihannya adalah efisiensi sistem otomatis dan akurasi sensor yang baik, sedangkan kelemahannya adalah fokus aplikasi yang terbatas pada hidroponik dan belum mendukung teknologi IoT. Penelitian ini relevan sebagai acuan untuk pengembangan sistem *monitoring* suhu di bidang lain, seperti mesin genset.

Penelitian berjudul “Sistem *Monitoring* dan Kontrol Keasaman Larutan dan Suhu Air pada Kolam Ikan Mas Koki dengan *Smartphone* Berbasis IoT” oleh Rosyady dan Agustian (2022) mengembangkan sistem berbasis IoT untuk memantau dan mengontrol suhu serta pH air kolam ikan mas koki menggunakan sensor DS18B20 dan module pH 4502C. Sistem ini terintegrasi dengan aplikasi Blynk melalui WiFi, memungkinkan pemantauan dan kontrol jarak jauh menggunakan perangkat seperti *water heater*, *fan cooler*, dan *solenoid valve*. Dengan tingkat *error* rendah pada sensor DS18B20 (0,631%), sistem ini menawarkan akurasi yang baik, meskipun modul pH memiliki *error* lebih tinggi (4,128%) akibat ketidakstabilan tegangan. Kelebihan penelitian ini adalah efisiensi pemantauan *real-time* melalui aplikasi, namun kelemahannya mencakup ketergantungan pada stabilitas koneksi WiFi dan kurang optimalnya akurasi pengukuran pH. Penelitian ini memberikan dasar untuk pengembangan lebih lanjut dalam penerapan sistem IoT untuk pemantauan lingkungan.

2.2 Tinjauan Pustaka

2.2.1 Pemantauan Suhu

Suhu merupakan indikasi panas atau dingin yang dinyatakan dalam berbagai skala sembarang dan menunjukkan arah energi panas akan mengalir secara alami (energi berpindah dari objek yang bersuhu tinggi ke objek yang bersuhu rendah). Dengan demikian, dapat diartikan bahwa suhu adalah indikator kualitatif yang dapat diukur tingkat panas dan dinginnya (Muhammadin dan Indri, 2022). Ketika sebuah benda dipanasi, molekul-molekul di dalamnya akan bergerak lebih cepat, sehingga suhu benda tersebut akan meningkat. Suhu tergantung pada perilaku masing-masing molekul secara individual. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu disebut termometer. Untuk mengukur suhu, terdapat berbagai skala yang digunakan, seperti skala *Fahrenheit*, skala *Celsius* (sering disebut skala centigrade), skala *Réaumur*, dan skala *Kelvin* (yang dikenal sebagai suhu mutlak), dan lain-lain. Saat ini, skala yang paling umum digunakan adalah *Fahrenheit*, *Celsius*, dan *Kelvin*. Namun, skala *Kelvin* biasanya terbatas pada bidang ilmiah tertentu yang memerlukan pengukuran suhu mutlak. Skala *Fahrenheit* dan *Celsius* digunakan secara luas oleh masyarakat, tetapi ada perbedaan penggunaan di negara-negara. Misalnya, di Indonesia dan sebagian besar negara Asia, skala *Celsius* lebih sering dipakai, sedangkan di Amerika Serikat, skala *Fahrenheit* lebih dominan (Hariyanto dkk., 2015). Dalam sains dan teknik, pemahaman suhu memiliki aplikasi luas di berbagai bidang rekayasa. Di teknik mesin, suhu vital untuk perancangan mesin dan sistem pendingin. Dalam teknik elektro, suhu digunakan untuk mendesain komponen elektronik agar terhindar dari *overheating*. Sementara di bidang metalurgi dan material, suhu mempengaruhi sifat-sifat material dan perilaku termalnya. Dalam menghitung perubahan suhu ΔT dapat digunakan **Persamaan 2.1**.

$$\Delta T = T_{akhir} - T_{awal} \quad (2.1)$$

(Nopriantoko, 2024).

Dampak dari pembakaran yang terlalu intens menyebabkan bagian-bagian mesin mengalami suhu yang sangat tinggi (*overheating*) (Ziliwu dkk., 2021). Suhu yang terus - menerus melampaui standar yang diizinkan dapat menyebabkan penurunan efisiensi peralatan yang digunakan, menimbulkan pemanasan cepat pada peralatan dan kebakaran, serta membahayakan keselamatan karyawan di sekitarnya. Jika suhu tinggi tidak dikendalikan sesegera mungkin, ini dapat menyebabkan kerusakan lebih serius. Kerusakan pada peralatan dan panel dapat mengakibatkan kesalahan dalam menentukan kualitas hasil produksi dan dapat menimbulkan kerusakan fatal pada peralatan listrik, yang dapat menghalangi pengoperasian mesin dan menyebabkan terhentinya proses. Perbaikan dapat memakan waktu dan biayanya sangat tinggi karena banyaknya komponen yang perlu diganti (Mahfud dan Anshori, 2023). Pemantauan suhu merupakan bagian integral dari manajemen peralatan penting, terutama di ruangan dengan mesin *diesel* seperti di BMKG. Pemantauan suhu secara efektif dapat membantu mencegah kerusakan peralatan dan meningkatkan efisiensi operasional. Peningkatan suhu yang tidak terkontrol di dalam ruang *diesel* dapat menyebabkan *overheat* pada mesin, yang pada akhirnya akan berdampak pada penurunan efisiensi dan kerusakan serius pada mesin *diesel* (Yusron dan Arifin, 2019).

2.2.2 *Generator set (Genset)*

Generator set (genset) adalah sistem pembangkit listrik darurat yang menggunakan energi kinetik (Widianti, 2021). Generator digunakan ketika pasokan listrik PLN mengalami masalah, sehingga menyebabkan pemadaman listrik. Pemadaman listrik yang dapat terjadi kapan saja dan dimana saja menjadikan genset sebagai solusi sistem yang efisien dan handal yang kehadirannya wajib hukumnya di berbagai bidang, mulai dari industri, perkantoran, bisnis, hingga pabrik (Saputra dkk., 2023). Namun ketika generator menyalurkan daya dari PLN maka diperlukan suatu sistem yang mampu mengendalikan pemindahan tersebut, sistem tersebut adalah *Automatic Transfer Switch* (ATS) (Saputra dkk., 2022). ATS bekerja untuk secara otomatis mengubah satu sumber tegangan ke sumber tegangan lainnya tanpa menimbulkan hilangnya

energi listrik pada beban. Pengembangan sistem ATS energi terbarukan dilakukan sebagai bagian dari penelitian Asriyadi sebelumnya yang berjudul Perancangan dan Pengembangan *Automatic Transfer Switch* (ATS) untuk PLTS dan PLN serta generator (Asriyadi dkk., 2016). Pada **Gambar 2.1** merupakan contoh bentuk fisik dari mesin genset.



Gambar 2. 1 Generator set (Widianti, 2021)

Prinsip kerja generator adalah mesin pembakaran dalam (mesin *diesel* atau bensin) mengubah energi bahan bakar menjadi energi mekanik. Bahan bakar utama yang digunakan pada genset adalah solar. Energi mekanik yang dihasilkan oleh mesin *diesel* diubah oleh trafo atau generator sesuai dengan prinsip eksperimen Faraday. Memutar magnet pada kumparan dan sebaliknya : Apabila magnet bergerak pada kumparan maka fluks magnetnya berubah. Kekuatan di dalam kumparan (perubahan arah rambat medan magnet) merembes tegak lurus terhadap kumparan, menimbulkan beda potensial pada kumparan (menghasilkan listrik) (Subiyanto dkk., 2020). Generator listrik merupakan suatu mesin yang bertujuan mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga listrik melalui proses induksi elektromagnetik yang selanjutnya disebut dengan generator (Sarimun, 2012). Energi yang diperoleh generator ini berasal dari energi mekanik mesin utama. Generator arus bolak-balik (AC) disebut alternator. Generator untuk memenuhi kebutuhan listrik. Generator merupakan suatu alat yang dapat mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga listrik. Generator atau sistem generator terdistribusi adalah generator listrik yang terdiri dari panel surya dan turbin angin yang terletak di suatu lokasi. Genset dapat digunakan sebagai sistem daya cadangan atau "off - grid" (sumber yang tergantung pada kebutuhan pengguna) . Generator digunakan

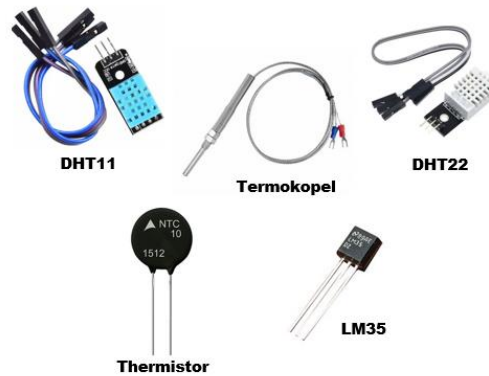
oleh rumah sakit dan industri yang menginginkan sumber listrik yang besar dan relatif stabil. Namun, mereka juga dapat digunakan secara lokal. Generator dipasang pada poros dengan mesin *diesel*, yang umumnya menggunakan generator sinkron (alternator) untuk pembangkitannya (Sumanto, 1993).

Pembangkit Listrik Tenaga *Diesel* (PLTD) yang merupakan salah satu pembangkit listrik milik Perusahaan Listrik Negara (PLN) menggunakan mesin *diesel* sebagai sumber tenaga penggerak. Mesin *diesel* adalah mesin panas di mana energi kimia dari pembakaran dilepaskan dalam silinder mesin. Standar servis dan pemeliharaan untuk mesin *diesel* harus dipatuhi. Semua teknisi perlu tahu cara melakukan servis dan pemeliharaan mesin *diesel*. Keterampilan ini dapat diperoleh melalui pelatihan formal perusahaan, membaca manual manajemen kerusakan mesin yang diperoleh di fasilitas manufaktur mesin *diesel*, dan pengetahuan tambahan yang diperoleh saat belajar di fasilitas manufaktur mesin *diesel*. Ketika mobil rusak teknisi melakukan perbaikan sesuai persetujuan *supervisor* (Nurhaya dan Astuti, 2016).

2.2.3 Sensor Suhu

Sensor suhu adalah komponen elektronika, baik aktif maupun pasif, yang terbentuk oleh dua elemen konduktif yang mampu merespon suhu lingkungan apa pun dan memprosesnya menjadi sinyal elektrik perubahan. Sensor suhu adalah salah satu komponen yang paling banyak digunakan di dunia, termasuk termometer digital dan sebagainya. Jenis sensor suhu dikelompokkan dalam empat kategori *Thermocouple*, RTD, Termistor, dan IC Sensor, yang masing-masing berbeda dalam sistem operasi, tipe, dan bentuk. *Thermocouple* adalah sistem yang mengukur suhu berdasarkan panas dan luar panas. Sedangkan RTD menggunakan variasi tahanan logam dan sebanding dengan suhu, platina digunakan untuk konsistensinya sedangkan termistor menggunakan koefisien suhu negatif sehingga termistor sangat sensitif saat terjadi perubahan, sehingga termistor dapat mendeteksi perubahan kecil. IC Sensor adalah IC silikon *chip* sensor yang paling sesuai dengan *linearity* yang sangat linear yakni IC LM35. IC

ini biasanya digunakan untuk mendeteksi temperatur ruangan, dengan keakuratan tersendiri menggunakan arus 5 volt DC (Widharma dan Wiranata, 2022). *Resistance Temperature Detector* (RTD) atau dikenal dengan *Resistance Temperature Detector* merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengetahui nilai atau besarnya suatu suhu dengan menggunakan elemen sensitif yang terbuat dari kawat platina, tembaga atau nikel murni, yang memberikan nilai resistansi terbatas untuk setiap suhu internal kisaran suhunya (Fuadi dkk., 2020). Contoh bentuk dari sensor suhu dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.

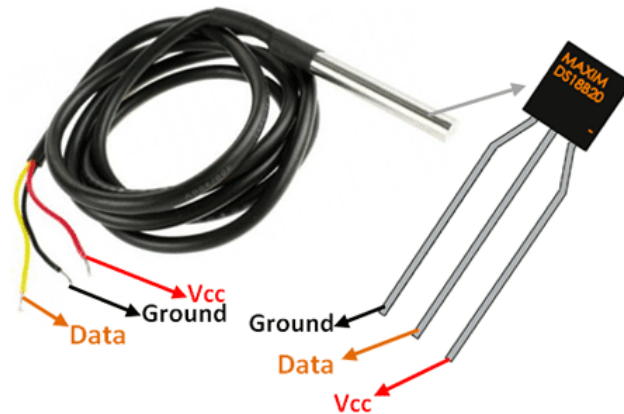


Gambar 2. 2 Sensor Suhu (Elga, 2017)

Prinsip kerja sensor suhu mencakup beberapa tahap dasar. Pertama adalah deteksi, di mana sensor mendeteksi perubahan fisik atau kimia di lingkungannya seperti perubahan suhu, tekanan, kelembaban, atau cahaya. Kemudian, proses transduksi mengonversi perubahan yang terdeteksi menjadi sinyal listrik. Pada tahap ini, sensor berfungsi sebagai transduser yang mengubah energi fisik atau kimia menjadi energi listrik. Tahap berikutnya adalah pengolahan sinyal, di mana sinyal listrik yang dihasilkan oleh sensor sering kali memerlukan pengolahan lebih lanjut agar dapat diinterpretasikan dengan benar. Proses ini dapat melibatkan amplifikasi, filtrasi, atau konversi sinyal. Akhirnya, sinyal yang telah diolah dikirim ke sistem elektronik atau komputer untuk analisis lebih lanjut, pengendalian, atau tindakan otomatis (Masril dkk., 2024).

2.2.4 Sensor DS18B20

Sensor DS18B20 merupakan komponen elektronik yang mampu mendeteksi perubahan suhu sekitar (Ichwan dkk., 2013). Kemudian mengubahnya menjadi besaran listrik. Tegangan sumber sensor DS18B20 berada antara 3 V dan 5,5 V. Termometer digital DS18B20 adalah sensor suhu yang mampu menyediakan pengukuran dengan resolusi antara 9-bit hingga 12-bit dalam satuan *Celcius*, dilengkapi fungsi alarm dengan titik pemicu atas dan bawah yang dapat diprogram pengguna. Sensor ini menggunakan antarmuka bus 1-Wire, yang hanya memerlukan satu jalur data untuk komunikasi dengan mikroprosesor pusat, memungkinkan pengendalian banyak sensor DS18B20 dengan satu mikroprosesor pada area yang luas. Aplikasi umum dari sensor ini meliputi kontrol lingkungan HVAC, sistem pemantauan, dan pengendalian sistem. DS18B20 memiliki spesifikasi unggulan, seperti kemampuan mengukur suhu dalam rentang $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan akurasi $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada suhu $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$, serta resolusi yang dapat diprogram. Sensor ini juga mendukung mode daya parasit, memerlukan hanya dua *pin* untuk beroperasi (DQ dan GND), dan memiliki kemampuan *multidrop* yang menyederhanakan integrasi banyak sensor dengan kode serial 64-bit unik pada setiap perangkat. Selain itu, DS18B20 dilengkapi pengaturan *alarm nonvolatile* (NV) yang dapat diatur pengguna untuk mendeteksi perangkat dengan suhu di luar batas yang telah ditentukan. Sensor ini tersedia dalam berbagai paket fisik, seperti 8-*pin* SO, 8-*pin* μSOP , dan 3-*pin* TO-92 (Rezeki dan Safitri, 2022). Sensor DS18B20 memiliki konsumsi daya yang rendah, menjadikannya ideal untuk aplikasi yang memerlukan pengukuran suhu kontinu dengan sumber daya terbatas (Muhajir, 2020). Bentuk dari sensor DS18B20 dapat dilihat pada **Gambar 2.3**.



Gambar 2. 3 Sensor DS18B20 (Prastyo, 2020)

Perubahan hambatan yang digunakan pada sensor memiliki persamaan hambatan terhadap perubahan suhu yang dinyatakan dengan **Persamaan 2**.

$$R_T = R_0(1 + \alpha T + \beta T^2) \quad (2.2)$$

Dengan penjelasan α dan β adalah koefisien perubahan hambatan suhu terhadap suhu dalam orde 1 dan 2, dengan T adalah suhu terhadap 0°C (Sakti, 2017).

Sensor DS18B20 berfungsi utama untuk memantau suhu di berbagai lingkungan, dengan kemampuan untuk mendeteksi suhu dalam rentang tertentu dan menghasilkan keluaran digital yang secara akurat merepresentasikan nilai suhu. Sensor ini dirancang tahan air, sehingga dapat diandalkan untuk digunakan di lingkungan yang lembap atau basah, seperti aplikasi luar ruangan, akuarium, hidroponik, sistem irigasi, atau perkebunan. Selain itu, sensor ini menawarkan tingkat presisi dan akurasi yang tinggi, menjadikannya pilihan yang ideal untuk aplikasi yang memerlukan pemantauan suhu yang tepat, seperti pada sistem pendingin, peralatan medis, maupun industri (Khakim dan Budihartono, 2024). Sensor DS18B20 sangat andal dan mudah digunakan dalam aplikasinya untuk mengukur suhu lingkungan dengan mikrokontroler Arduino Uno. Sensor ini juga memiliki konsumsi daya yang rendah, sehingga ideal untuk aplikasi *monitoring* yang memerlukan operasi kontinu dengan daya yang terbatas. Sensor ini memberikan data suhu secara *real-time* yang dapat diakses dan dianalisis kapan saja, memberikan keuntungan besar dalam hal respons cepat terhadap kondisi yang tidak diinginkan. Selain keandalan dan kemudahan penggunaan, sensor

DS18B20 juga dikenal karena ketahanannya terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem. Hal ini menjadikannya pilihan yang tepat untuk aplikasi di ruang *diesel* yang beroperasi dalam kondisi suhu yang fluktuatif (Muhajir, 2020).

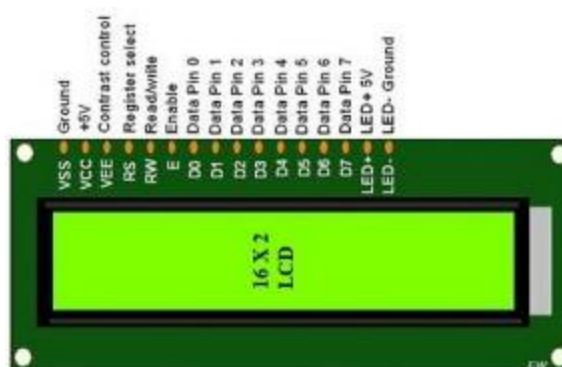
2.2.5 Penerapan Sistem *Monitoring* Suhu

Sistem merupakan kumpulan beberapa elemen atau komponen yang saling berinteraksi untuk mencapai tujuan tertentu, sedangkan *monitoring* dijelaskan sebagai proses yang waspada dan supervisi terhadap pelaksanaan sistem, aplikasi, atau perangkat keras di mana setiap elemen berfungsi dan memenuhi desain dan tujuannya yang dimaksudkan (Adam dan Bani, 2023). Sistem *monitoring* adalah proses pengumpulan data dari berbagai sumber, biasanya dalam bentuk data waktu nyata, dengan tujuan utama memperoleh informasi atau wawasan yang dapat digunakan sebagai umpan balik untuk memenuhi suatu kebutuhan . Secara umum tahapan sistem pemantauan dibagi menjadi tiga proses utama yaitu pengumpulan data, analisis data, dan penyajian hasil pemantauan. Namun, sistem pemantauan konvensional sering menghadapi berbagai kelemahan, seperti data yang tidak akurat, waktu pemrosesan yang lama, dan persyaratan aktivitas manual yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas sistem (Simbar dan Syahrin, 2017). Sistem pemantauan suhu secara *real-time* yang menggunakan Arduino Uno dan konektivitas Bluetooth ini adalah kombinasi antara perangkat keras dan aplikasi pada Android (Kurniawan dan Nurraharjo, 2018).

2.2.6 *Liquid Qrystal Display* (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan layar yang dapat menampilkan gambar atau karakter tertentu menggunakan kristal cair. Teknologi layar LCD ini membuat produk elektronika jauh lebih ramping. Layar LCD pun mengonsumsi lebih sedikit energi dikarenakan menggunakan prinsip pemblokiran cahaya (Khakim dan Budihartono, 2024). Secara umum, ada dua jenis tampilan LCD,

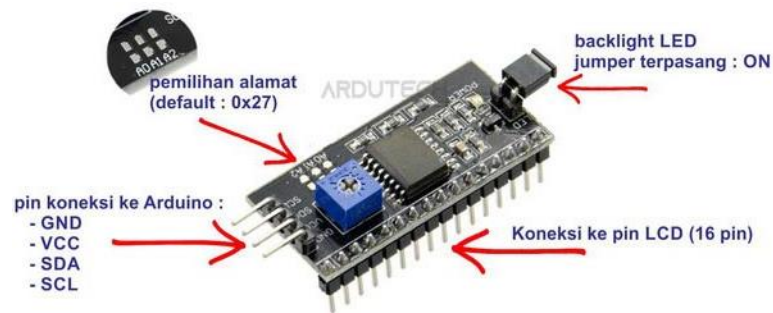
yaitu tampilan LCD teks dan grafis. Layar LCD Teks digunakan untuk menampilkan teks atau simbol tertentu. Layar LCD grafis memungkinkan seseorang untuk melihat gambar. Konsep *liquid crystal* diterjemahkan menjadi kristal cair. Padat dan cair merupakan dua sifat yang berbeda. Molekul-molekul zat padat tersebar teratur dan posisinya tidak berubah, sedangkan molekul-molekul zat cair letak dan posisinya tidak beraturan karena bisa gerakan secara acak ke segala arah (Widharma dan Wiranata, 2022). Pada **Gambar 2.4** merupakan bentuk dari LCD



Gambar 2. 4 LCD (Zhang, 2018)

Layar LCD yang berwarna memiliki banyak piksel (titik cahaya) yang dapat membentuk suatu kristal cair yang memiliki fungsi sebagai tutuk cahaya. Meskipun dinamakan titik cahaya, kristal cair tidak bisa memancarkan cahaya. Cahaya yang terdapat pada layar LCD berasal dari lampu neon berwarna putih yang diletakkan di belakang susunan kristal cair (Sumarno, 2019). LCD 16x2 merupakan modul tampilan dengan 16 karakter per baris dan dua baris, dilengkapi backlight untuk kenyamanan visual. Modul ini memiliki 16 *pin* dengan fungsi tertentu. *Pin* 1 (Vss) dan 2 (Vdd) berfungsi sebagai sambungan listrik, dengan Vdd dihubungkan ke tegangan positif dan Vss ke *ground*. *Pin* 3 (Vcc) digunakan untuk mengontrol tingkat kecerahan tampilan. *Pin* 4 adalah *Register Select* (RS) untuk mengatur mode operasi, dimana nilai yang tinggi memungkinkan transfer data karakter modul. *Pin* 5 (Baca/Tulis, R/W) mengontrol arah data, dengan posisi rendah untuk menulis karakter ke layar. *Pin* 6 (Aktifkan, E) bertindak sebagai pemicu transfer perintah atau data. *Pin* 7 hingga 14 adalah delapan jalur data (D0-D7) untuk komunikasi dua arah antara modul dan pengontrol. *Pin* 15 (A/+)

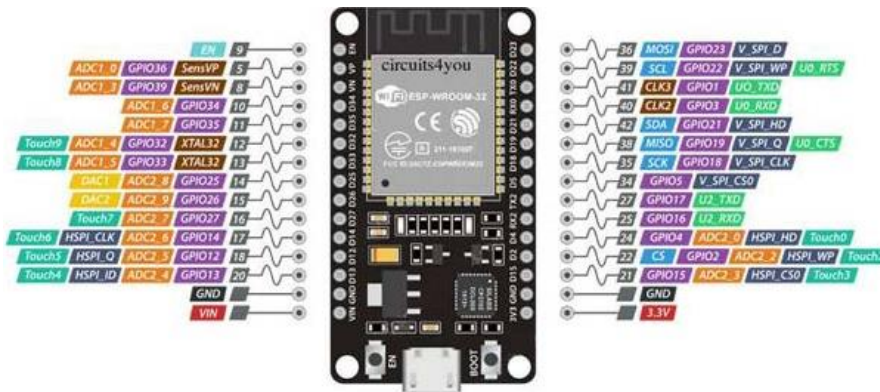
berfungsi untuk memberikan tegangan +5V DC untuk lampu latar LED, sedangkan *pin* 16 (K/-) dihubungkan ke *ground* untuk melengkapi rangkaian lampu latar. Konfigurasi ini memungkinkan layar LCD berfungsi maksimal sebagai sarana menampilkan informasi (Ibadillah dan Alfita, 2017). Pada **Gambar 2.5** ditampilkan modul 12C LCD.



Gambar 2.5 Modul 12C LCD display (Ardutek, 2019)

2.2.7 NodeMCU ESP32

ESP32 merupakan serangkaian sistem dilengkapi dengan WiFi yang terintegrasi dan Bluetooth *dual-mode* dengan daya yang hemat pada mikrokontroler chipnya (Setiawan dkk., 2022). ESP32 merupakan jenis mikrokontroler penerus ESP8266 yang sama-sama telah dilengkapi modul WiFi namun pada ESP8266 belum dilengkapi modul Bluetooth (Maheswara, 2023). NodeMCU NodeMCU memungkinkan pengguna membuat proyek yang dapat terhubung ke internet tanpa membutuhkan modul tambahan. Papan ini biasanya diprogram menggunakan bahasa pemrograman *Lua*, meskipun banyak pengembang memilih menggunakan Arduino IDE. Karena kemudahan penggunaan, fleksibilitas, dan harga yang terjangkau, NodeMCU menjadi pilihan populer di kalangan pembuat proyek IoT (Mahfud dan Anshori, 2023). Berikut ditampilkan bentuk ESP32 dalam **Gambar 2.6**.



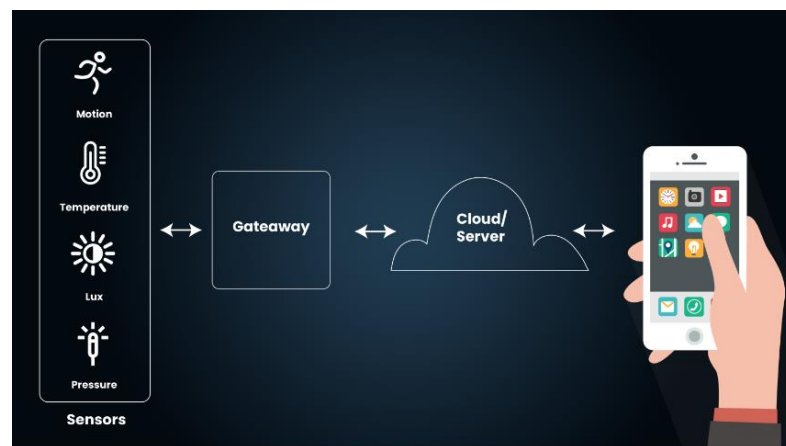
Gambar 2. 6 NodeMCU ESP32 (Ardutech, 2020)

Mikrokontroler ESP32 memiliki beberapa keunggulan, termasuk biaya yang rendah dan konsumsi daya yang rendah, sehingga membuatnya lebih fleksibel. Mikrokontroler ini dapat digunakan sebagai sistem mandiri yang lengkap atau sebagai perangkat pendukung untuk mikrokontroler host. Perangkat ini beroperasi pada tegangan 3.3 Volt dan dilengkapi dengan prosesor Tensilica L108 32-bit yang mendukung kecepatan hingga dual-core 160 MHz . Untuk kebutuhan memori, perangkat ini memiliki 520 KB RAM yang cukup untuk berbagai aplikasi. Dalam hal *input/output*, terdapat 34 GPIO , sementara fungsi ADC disediakan melalui 7 saluran . Perangkat ini juga mendukung komunikasi nirkabel melalui *Bluetooth Low Energy* (BLE) . Selain itu, terdapat 3 antarmuka SPI , 2 antarmuka I2C , dan 3 UART , menjadikannya sangat fleksibel untuk berbagai kebutuhan pengembangan aplikasi dan integrasi perangkat keras (Rozzi dkk., 2023).

2.2.8 *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang menggunakan konektivitas internet untuk menghubungkan mesin-mesin tanpa memerlukan bantuan manusia dalam operasinya. Mesin-mesin tersebut akan saling terhubung, mengirimkan data, dan mengelolanya sehingga dapat menentukan langkah selanjutnya yang akan dilakukan (Maheswara, 2023). *Internet of Things* (IoT) adalah terobosan teknologi terbaru yang diprediksi akan memiliki dampak besar di masa mendatang. Konsep IoT memperluas manfaat dari akses internet yang terus-menerus (Amane dkk.,

2023). *Internet of Things* (IoT) bekerja melalui proses pemrograman di mana setiap instruksi memicu interaksi antar perangkat. Internet menjadi media penghubung, memungkinkan perangkat untuk berinteraksi. Interaksi antar perangkat terjadi secara otomatis melalui jaringan internet. Dengan perkembangan teknologi IoT, perangkat sensor suhu yang terhubung dalam jaringan dapat memberikan solusi efektif untuk pemantauan suhu secara *real-time*, memungkinkan pertukaran data antar objek fisik melalui internet, sehingga memudahkan komunikasi (Ridla dan Rahman, 2024). Konsep dari cara kerja pada IoT dapat dilihat pada **Gambar 2.7**.



Gambar 2. 7 Konsep IoT (Udin, 2024)

Menggunakan IoT memiliki beberapa manfaat, seperti memungkinkan pengelolaan perangkat elektronik dari jarak jauh melalui internet. Koneksi antar perangkat IoT juga membantu menciptakan otomatisasi. Sistem IoT mampu melacak dan mengontrol berbagai barang yang terintegrasi dengan teknologi ini. IoT dapat digunakan untuk membangun sistem rumah pintar yang mempermudah aktivitas sehari-hari, mengurangi keterlibatan manusia, dan meningkatkan efisiensi dalam berbagai pekerjaan. Selain itu, jumlah data yang lebih banyak dari perangkat IoT dapat menghasilkan keputusan yang lebih baik dan akurat (Nasir dkk., 2023). Selain itu, penggunaan IoT menghadirkan tantangan dalam aspek keamanan dan privasi data. Dengan banyaknya perangkat yang terhubung dan volume data yang besar, perlindungan terhadap ancaman siber menjadi sangat penting. Standar interoperabilitas dan regulasi yang jelas juga diperlukan untuk memastikan perangkat dari berbagai produsen dapat bekerja sama dengan lancar.

Meskipun demikian, potensi manfaat besar dari IoT menjadikannya teknologi yang layak dikembangkan dan diadopsi secara luas (Kurniati dkk., 2024).

2.2.9 Kipas (*Fan*)

Kipas (*fan*) adalah alat buatan yang dapat menciptakan aliran gas yang kontinu, seperti udara. Kipas pendingin berfungsi untuk mengalirkan udara melalui alat penukar panas (*heat exchanger*) sehingga panas yang ada pada dinding dan sirip-sirip alat tersebut dapat dengan mudah dilepas ke udara (Putri Mahardhika dkk., 2016). Kipas angin atau *fan*, adalah alat yang sering kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari. Alat ini berfungsi untuk mengalirkan udara dari luar ke dalam ruangan atau sebaliknya, bukan untuk memutar udara di dalam ruangan. Salah satu keuntungan menggunakan kipas angin adalah harganya yang terjangkau dan kemudahan penggunaannya. Namun, kelemahannya adalah aliran udaranya hanya satu arah, baik ke luar maupun ke dalam ruangan (Cahyono, 2017).

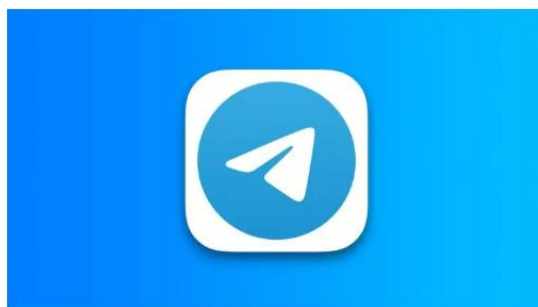
Kipas jenis ini umumnya dipasang pada tembok atau dinding, dan sering dipasang pada kamar mandi atau bahkan dapur untuk menjaga udara pada ruangan tersebut tetap terjaga. *Exhaust fan* juga tersedia dalam berbagai ukuran, termasuk ukuran kecil yang dapat digunakan untuk mendinginkan perangkat komputer dan peralatan listrik lainnya (Daryanto, 2022). Kipas yang umum digunakan pada perangkat komputer biasanya disebut kipas DC. Kipas DC adalah alat elektronik yang berfungsi untuk menghasilkan aliran udara. Dalam operasinya, kipas DC memiliki baling-baling yang berputar, sehingga dapat menciptakan aliran udara (Mustianto dkk., 2023). Arah putaran baling-baling pada kipas terbagi menjadi dua, yaitu aliran udara yang bergerak searah dengan poros kipas, yang dikenal sebagai *centrifugal*, dan aliran udara yang bergerak sejajar dengan poros kipas, yang disebut *axial*. Kipas yang menggunakan tegangan AC memiliki dimensi yang lebih besar dan menghasilkan hembusan angin dengan kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kipas *blower* yang menggunakan tegangan DC (Maulana dkk., 2019). Berikut ditampilkan bentuk kipas *fan* pada **Gambar 2.8**.



Gambar 2. 8 Kipas DC (Mustianto dkk., 2023)

2.2.10 Telegram

Telegram merupakan aplikasi pesan instan yang bisa digunakan secara gratis dengan koneksi Wi-Fi maupun kuota internet. Secara umum, aplikasi ini memiliki kesamaan dengan *WhatsApp* atau *Facebook Messenger*. Meskipun kedua aplikasi tersebut sangat populer, Telegram telah menarik banyak pengguna saat ini. Menurut informasi dari Telegram, aplikasi ini telah digunakan oleh 400 juta pengguna aktif bulanan. Setiap harinya, ada sekitar 1,5 juta pengguna baru yang bergabung dengan Telegram (Tasripin dkk., 2024). Telegram, yang juga dikenal sebagai surat kawat, berasal dari kata '*tele*' yang berarti jauh, dan '*graf*' yang berarti tanda cetak. Oleh karena itu, telegram adalah pesan yang dicetak dan dikirim dari jarak jauh (Daga, 2021). Logo dari telegram dapat dilihat pada **Gambar 2.9**.



Gambar 2. 9 Telegram (Lego, 2023)

Perangkat seluler yang dapat mengakses telegram berupa Android, iOS, *Windows Phone*, dan *Ubuntu Touch*. Sedangkan sistem komputer yang dapat mengakses telegram berupa Windows, OS X, dan Linux. Telegram ini dibuat oleh dua saudara kandung Nikolai dan Pavel Durov. Mereka memiliki tanggung jawab tersendiri dalam mengelola telegram. Pavel mengurus ideologi dan kelangsungan operasional aplikasi, bahkan menggunakan dana pribadi untuk mendanainya. Sementara Nikolai fokus pada aspek teknologi pada telegram. Untuk membangun Telegram, Nikolai mengembangkan protokol data yang unik, terbuka, aman, dan dioptimalkan untuk bekerja dengan banyak pusat data. Saat ini, pengembangan Telegram berpusat di Dubai, Uni Emirat Arab. Aplikasi ini pertama kali diluncurkan untuk iOS pada 14 Agustus 2013, dan dua bulan kemudian, tepatnya pada 20 Oktober 2013, versi pertama Telegram untuk Android diluncurkan (Wibowo, 2021). Telegram adalah aplikasi pesan instan multifungsi yang memungkinkan pengguna untuk mengirim pesan teks, gambar, serta video. Selain fitur-fitur dasarnya, Telegram menyediakan kemampuan bot yang dapat digunakan dalam berbagai sistem, termasuk pengiriman notifikasi (Maheswara, 2023).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Elektronika Dasar dan Instrumentasi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Di tempat ini, peneliti melakukan perancangan dan pembuatan alat. Setelah alat selesai dirancang dan dibuat, proses pengambilan data dilakukan di BMKG kelas 1 Radin Inten II Lampung Selatan. Penelitian dimulai pada bulan Desember 2024 sampai April 2025 dan meliputi beberapa tahap, yaitu perancangan sistem, perakitan komponen, pengujian alat, serta pengambilan data yang relevan untuk mendukung hasil penelitian.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3. 1 Alat – alat dalam penelitian

No	Nama Alat/ Spesifikasi	Fungsi
1	Laptop	Untuk pemrograman mikrokontroler dan pembuatan laporan penelitian.
2	Kabel USB NodeMCU	Mengunggah kode, komunikasi data, dan penyedia daya.
3	<i>Protoboard</i>	Untuk membuat simulasi rangkaian sebelum di solder
4	Multimeter	Untuk memastikan koneksi listrik pada rangkaian berjalan dengan baik.
5	Alat ukur suhu referensi	Untuk memverifikasi akurasi data yang dihasilkan oleh sensor DS18B20.
6	Peralatan kerja lainnya	Pendukung dalam pembuatan alat, seperti solder, bor, gunting, dan sebagainya

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada **Tabel 3.2**

Tabel 3. 2 Bahan-bahan dalam Penelitian

No	Nama Bahan/ Spesifikasi	Fungsi
1	Sensor DS18B20	Untuk mendeteksi suhu di ruang <i>diesel</i> dengan akurasi tinggi.
2	Mikrokontroler (NodeMCU ESP32)	Sebagai unit pengontrol utama untuk membaca data dari sensor dan mengolahnya.
3	LCD I2C 16x2	Untuk menampilkan data suhu secara langsung pada perangkat
4	Adaptor 5V 3A	Memberikan daya ke seluruh jaringan perangkat keras.
5	Relay 1 channel 5V	Mengendalikan perangkat berarus tinggi dengan sinyal dari sumber berarus rendah
6	Conector Jack DC Female	Mengunci sumber daya eksternal ke perangkat elektronik
7	Kipas Fan 5V	Menghasilkan aliran udara untuk mendinginkan alat

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam **Tabel 3.3**

Tabel 3. 3 Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian

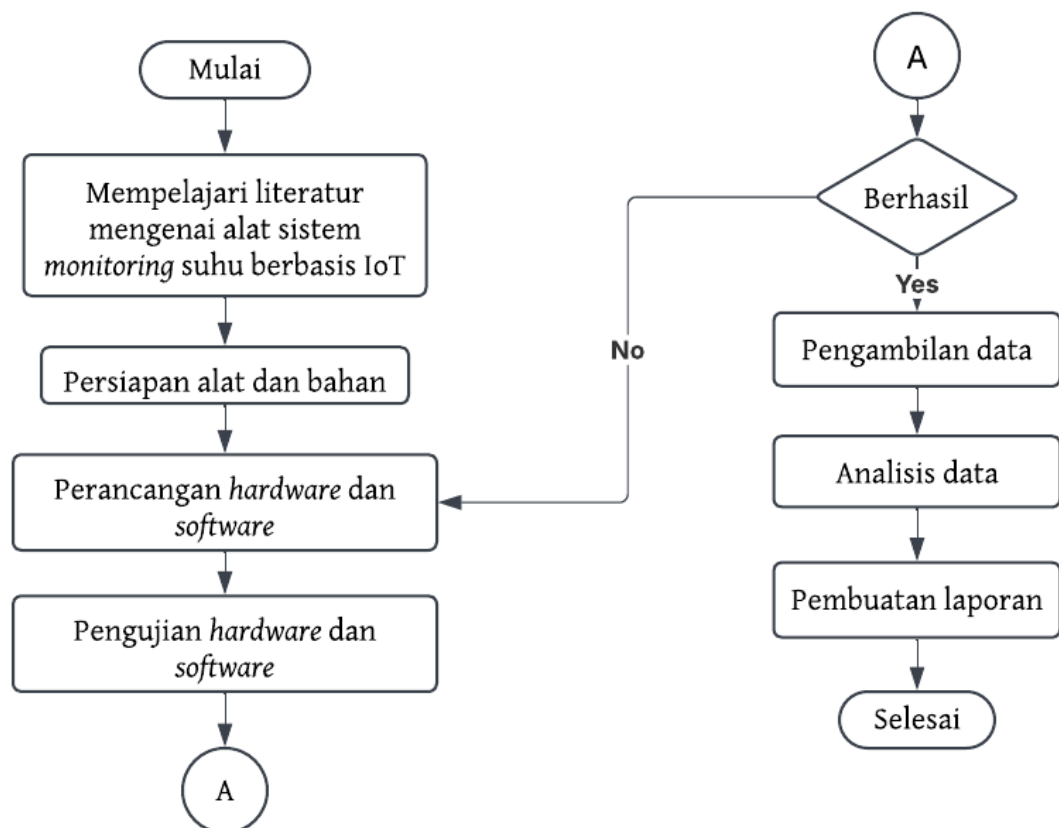
No	Nama Perangkat	Fungsi
1	Arduino IDE	Untuk membuat program mikrokontroler yang akan membaca dan menampilkan data dari sensor.
2	SketchUp	Membuat desain alat <i>monitoring</i>
3	Fritzing	Membuat diagram rangkaian dan desain PCB.
4	Telegram	Untuk mengirimkan data dan peringatan <i>temperature</i> ketika mengalami kelebihan panas yang dideteksi alat

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur pembuatan *monitoring* suhu mesin genset ini dilakukan melalui beberapa tahap yang terstruktur. Secara garis besar, penelitian ini terbagi menjadi empat bagian, yaitu *brainstorming* dengan mengumpulkan literatur terkait, karakterisasi sensor yang digunakan, realisasi rancangan perangkat keras

(*Hardware*), perancangan perangkat lunak (*Software*), serta pengujian alat dan aplikasi.

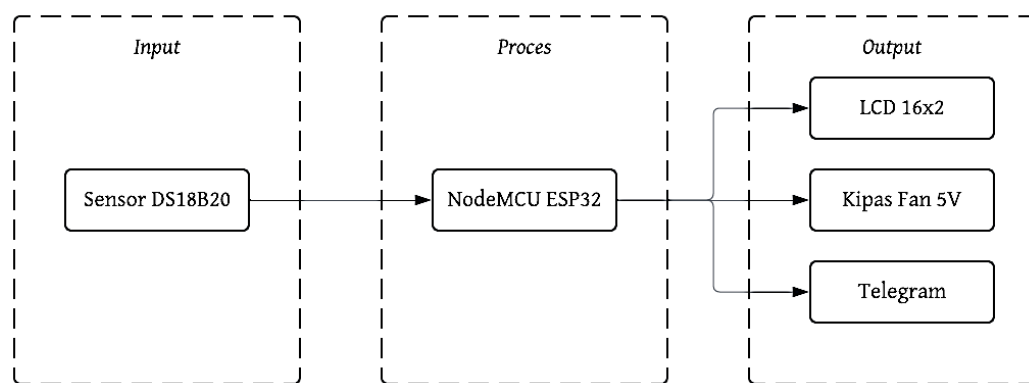
Penelitian ini akan dilakukan dalam beberapa tahap, pada tahap pertama yaitu persiapan dengan mempelajari konsep-konsep yang berhubungan dengan pembuatan sistem *monitoring* dan kontrol suhu mesin genset. Tahap kedua adalah tahap mempersiapkan komponen alat yang diperlukan untuk penelitian. Kemudian tahap ketiga yakni perancangan sistem *monitoring* dan kontrol suhu mesin. Selanjutnya pada tahap keempat, kelima dan keenam yaitu merealisasikan perancangan sistem perangkat keras dan lunak serta program yang digunakan dalam penampilan nilai sensor. Pada tahap tersebut juga dilakukan pembuatan bot telegram untuk menampilkan nilai sensor dan notifikasi. Pada tahap ketujuh yakni tahap terakhir setelah pembuatan alat selesai dilakukan pengujian alat serta pengambilan data suhu mesin genset dan setelah pengambilan data dilakukan dilanjutkan dengan pembuatan laporan. Langkah-langkah dari penelitian ditunjukkan seperti pada diagram alir **Gambar 3.1**.



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian

3.4 Tahap Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras (*hardware*) dalam penelitian ini merupakan tahap penting yang memastikan bahwa sistem *monitoring* suhu dapat diimplementasikan dengan baik sesuai kebutuhan dan lingkungan operasional di BMKG. Desain alat dirancang untuk memvisualisasikan tata letak dan pengaturan komponen secara keseluruhan. Proses perancangan ini dilakukan untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang posisi masing-masing komponen seperti sensor DS18B20, mikrokontroler, modul komunikasi data, dan perangkat penyimpanan data. Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah NodeMCU ESP32, *power supply*, sensor suhu DS18B20 dan LCD I2C 16x2. Perancangan sistem yang dilakukan pada penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 3.2**.



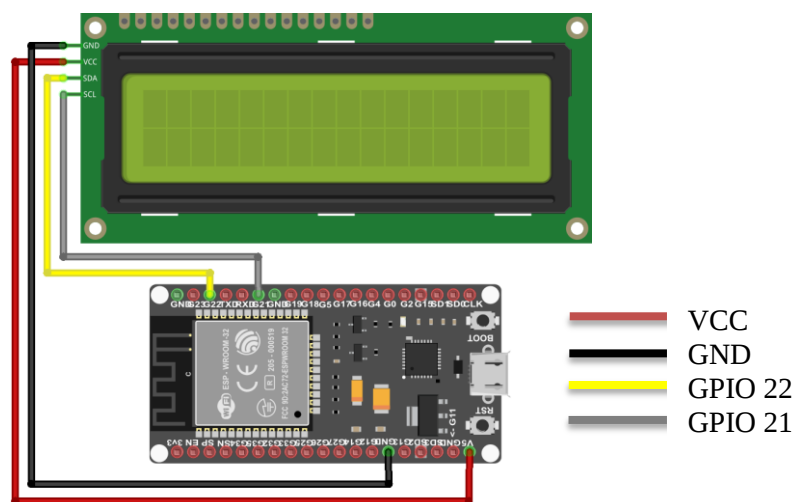
Gambar 3. 2 Diagram blok perencanaan sistem

Gambar 3.2 menunjukkan diagram blok perangkat keras yang terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu *input*, *proses*, dan *output*. Bagian *input* terdiri dari sensor suhu DS18B20 yang berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur suhu mesin. Data suhu ini kemudian dikirim ke bagian *proses*, yaitu mikrokontroler NodeMCU ESP32, untuk diolah. Setelah diproses, data diteruskan ke bagian *output*. Terdapat tiga komponen *output* utama, yaitu LCD 16x2 untuk menampilkan suhu secara lokal, kipas 5V yang dikendalikan secara otomatis berdasarkan ambang suhu tertentu sebagai sistem pendingin, dan Telegram yang berfungsi untuk mengirimkan notifikasi suhu secara *real-time* ke pengguna. Dengan sistem ini, pengguna dapat memantau suhu mesin dari jarak jauh secara efisien serta

memastikan pengendalian suhu berlangsung otomatis dan responsif sesuai kondisi yang terdeteksi.

3.4.1 Rangkaian ESP32 dengan LCD I2C

Pada penelitian ini data yang dihasilkan pada pengukuran berupa nilai suhu mesin genset yang akan ditampilkan pada LCD. Rangkaian ESP32 yang dihubungkan dengan LCD ditampilkan dalam **Gambar 3.3**.



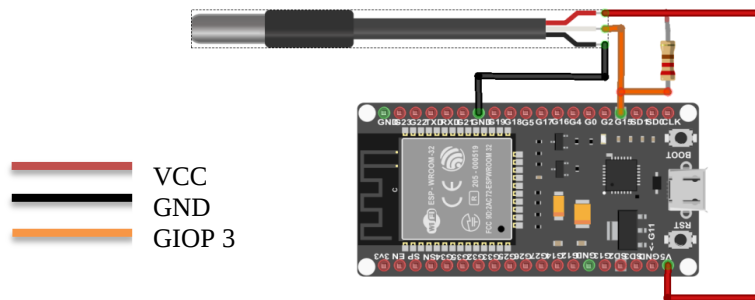
Gambar 3.3 Rangkaian ESP32 dengan LCD I2C

LCD yang digunakan pada rangkaian merupakan LCD I2C 16x2. Pada LCD I2C ini melakukan komunikasi menggunakan *pin serial data* (SDA) dan *serial clock* (SCL) yang dihubungkan pada *pin* GPIO 22 dan GPIO 21. Kemudian pada *pin virtual credit card* (VCC) dihubungkan dengan *pin* 5V pada ESP32.

3.4.2 Rangkaian ESP32 dengan Sensor DS18B20

Pada penelitian ini digunakan sensor DS18B20 sebagai pendeteksi suhu pada mesin genset. Sensor DS18B20 memiliki tiga *pin*, yaitu +5V, *ground*, dan *output*. Sensor ini mampu mendeteksi suhu dalam rentang -55 °C hingga 125 °C. Keunggulan sensor DS18B20 terletak pada nilai *output* berupa data digital dengan akurasi $\pm 0,5$ °C dalam kisaran suhu 10 °C hingga 85 °C, yang mempermudah

pembacaan oleh mikrokontroler. Rangkaian dari ESP32 yang dihubungkan dengan sensor DS18B20 ditampilkan pada **Gambar 3.4**.

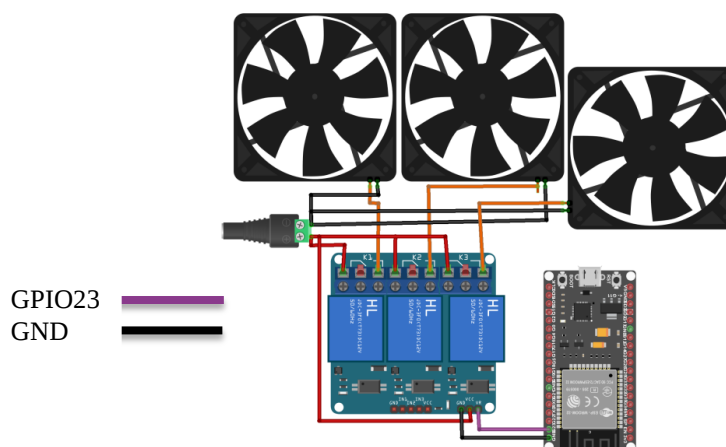


Gambar 3. 4 Rangkaian ESP32 ke sensor DS18BB20

Pada **Gambar 3.4** menunjukkan rangkaian mikrokontroler ESP32 yang dihubungkan dengan sensor suhu DS18B20. *Pin ground* pada sensor dihubungkan dengan *pin ground* pada ESP32, sementara *pin data output* pada sensor dihubungkan dengan *pin digital input* dari ESP32. *Pin VCC* pada sensor dihubungkan dengan *pin 5V* pada ESP32, dan sambungan dari *pin data* serta *VCC* pada sensor dilengkapi dengan resistor bernilai 4,7 kΩ.

3.4.3 Rangkaian ESP32 dengan *Relay* dan Kipas

Pada penelitian ini menggunakan kipas sebagai pendingin ketika *temperature* pada mesin genset melebihi batas ambang yang telah ditentukan. Rangkaian ESP32 yang dihubungkan dengan kipas ditampilkan pada **Gambar 3.5**.

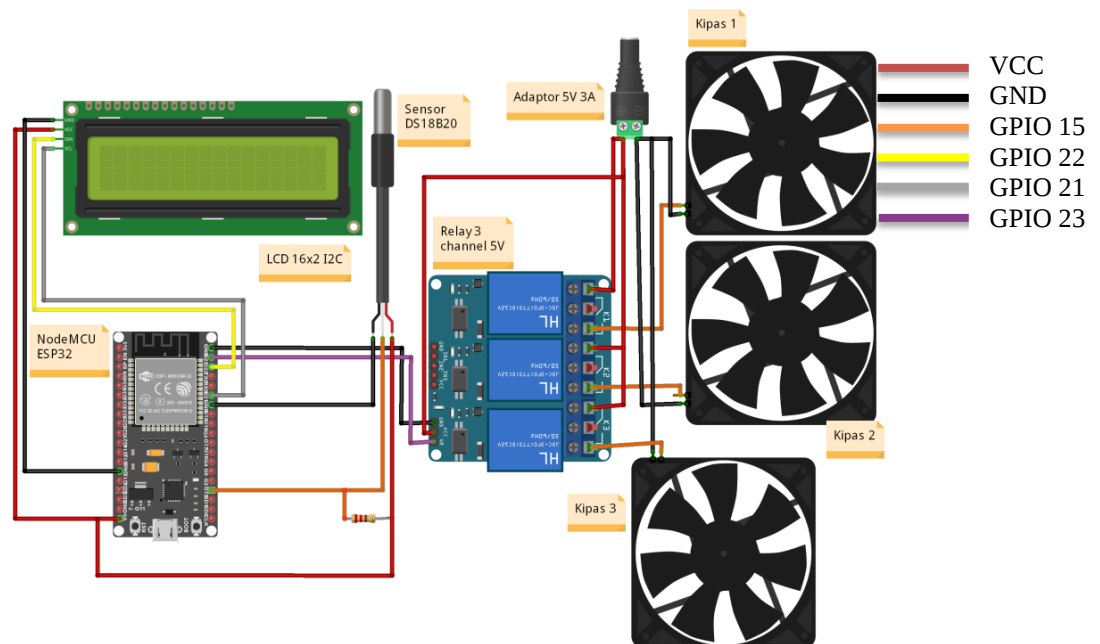


Gambar 3. 5 ESP32 dengan kipas

Buzzer yang digunakan memiliki dua *pin*, yaitu *pin* 1 dan *pin* 2. *Pin* 1 dihubungkan ke *pin* 5V pada ESP32 untuk menyediakan suplai daya, sementara *pin* 2 dihubungkan ke *pin* *ground* (GND) untuk melengkapi rangkaian listrik. Konfigurasi ini memastikan bahwa kipas dapat berfungsi dengan optimal.

3.4.4 Rancangan Keseluruhan Sistem *Monitoring* Suhu Mesin

Rangkaian keseluruhan dari komponen pada sistem ini dapat dilihat pada **Gambar 3.6**.



Gambar 3. 6 Rangkaian keseluruhan komponen

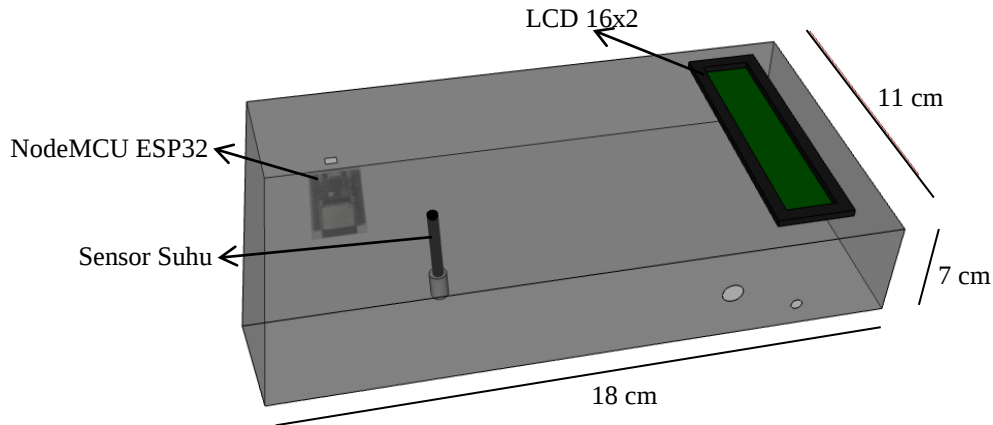
Sambungan dari ESP32 ke komponen yang digunakan dalam penelitian ini, beserta rangkaian keseluruhan, terdiri dari empat bagian yang dapat dilihat pada **Tabel 3.4**.

Tabel 3. 4 Sambungan *pin* ESP32 dan komponen penunjang

No	<i>Pin</i> ESP32	<i>Pin</i> Komponen
1	GPIO 15	<i>pin</i> input sensor suhu DS18B20
2	GPIO 21	<i>pin</i> SDA LCD I2C 16x2
3	GPIO 22	<i>pin</i> SCL LCD I2C 16x2
4	GPIO 23	<i>pin</i> Relay

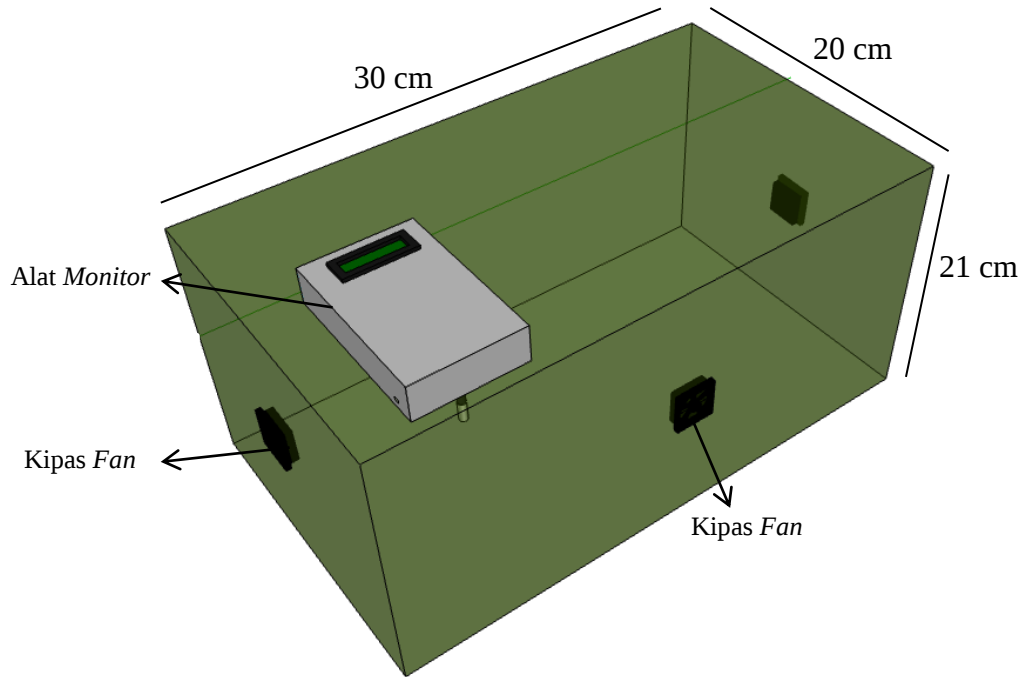
3.4.5 Desain Alat Keseluruhan

Desain alat *monitoring temperature* mesin genset dapat dilihat pada **Gambar 3.7**.



Gambar 3. 7 Desain alat *monitoring temperature* genset

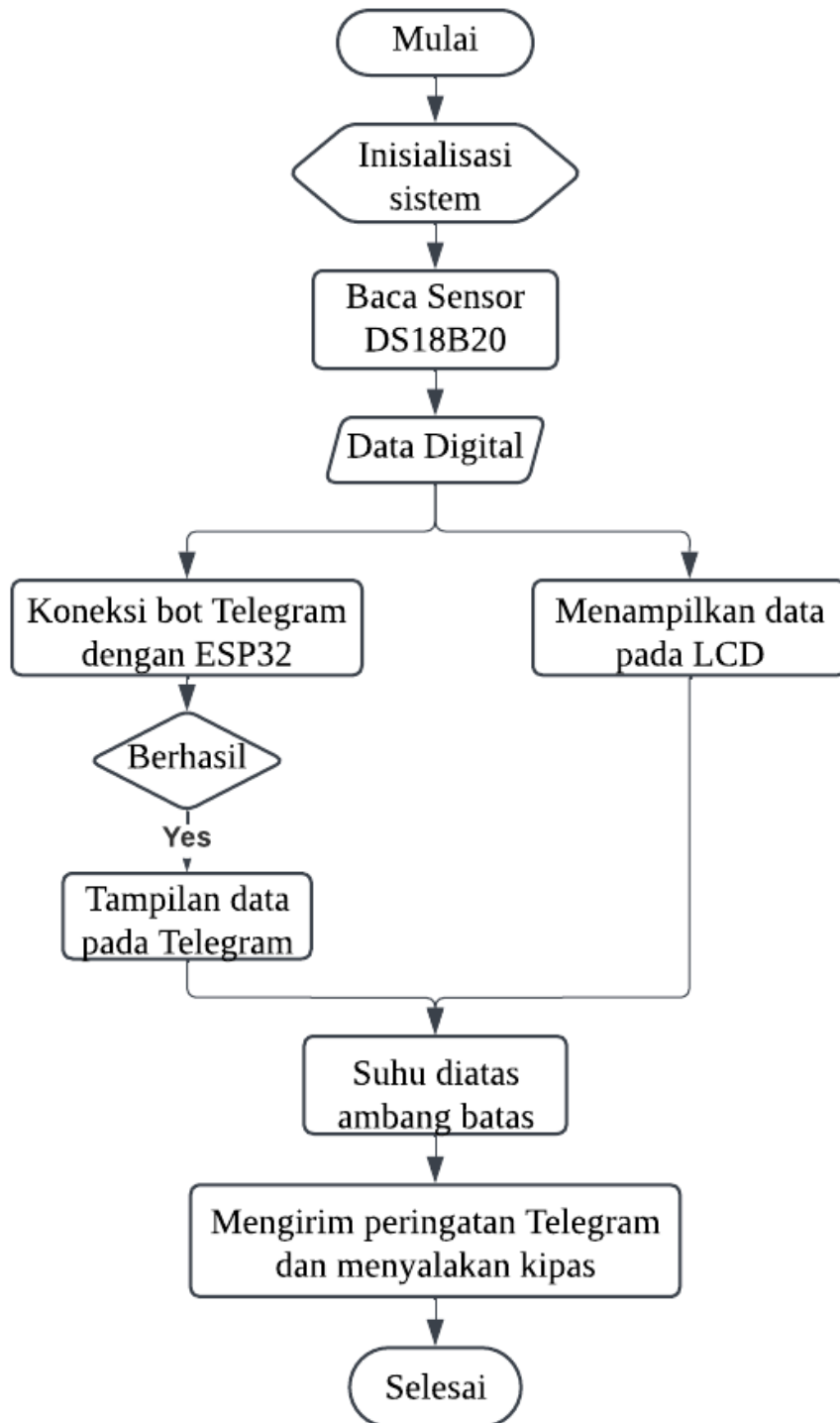
Kotak pemantauan suhu pada mesin genset dirancang dengan ukuran 18 x 11 x 7 cm, sehingga cukup efisien untuk dipasang pada ruangan mesin genset tanpa mengganggu ruang kerja atau akses ke komponen lainnya. Pada bagian depan kotak, terdapat sebuah LCD 16x2 yang berfungsi menampilkan data suhu yang diukur oleh sensor secara *real-time*. Pada bagian bawah kotak, dipasang sebuah sensor DS18B20 , dengan sensor ditempelkan secara langsung pada badan mesin genset yang akan berperan sebagai komponen utama untuk mengukur suhu mesin genset. Alat *monitoring* ini dipasang pada badan mesin genset agar sensor dapat mendeteksi *temperature* pada mesin dengan baik seperti ditampilkan pada **Gambar 3.8**.



Gambar 3. 8 Posisi alat *monitoring* pada ruangan mesin genset

3.5 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak (*software*) pada sistem *monitoring* suhu mesin genset berbasis *Internet of Things* (IoT) ini meliputi perancangan perangkat lunak pada NodeMCU ESP32 ke seluruh komponen, baik *input* berupa sensor suhu tipe DS18B20 dan *output* berupa LCD, Telegram, dan kipas. Perangkat lunak berisi deretan instruksi yang akan dijalankan untuk kendali sinyal masuk dan keluar. Pemograman ditulis menggunakan Arduino IDE versi 2.3.4 dengan bahasa pemograman C++. Peran Arduino IDE dalam penulisan program yakni untuk meng-*compile* bahasa program menjadi kode *biner* dan meng-*upload* program ke dalam *memory* mikrokontroler. Diagram alir dari perancangan perangkat lunak (*software*) dapat dilihat pada **Gambar 3.9**.



Gambar 3. 9 Flowchart perancangan software

Penggunaan Telegram dalam perangkat lunak ini bertujuan untuk mempermudah pemantauan suhu dari jarak jauh serta memberikan peringatan secara *real-time*. Proses perancangan dimulai dengan membuat sistem *monitoring* yang terintegrasi dengan bot Telegram. Langkah pertama adalah membuat bot baru melalui

BotFather di aplikasi Telegram. Setelah bot berhasil dibuat, sistem akan memberikan API Token yang harus disimpan. API Token ini digunakan dalam pemrograman untuk menghubungkan perangkat dengan bot Telegram. Dalam kode pemrograman, API Token memungkinkan sistem untuk mengirim dan menerima pesan melalui bot, termasuk mengirim data suhu yang diukur dan menerima peringatan atau notifikasi. Dengan menggunakan *library* atau *framework* yang mendukung Telegram API, skrip dibuat untuk membaca data dari sensor suhu dan mengirimkannya ke bot Telegram. Selain itu, ditambahkan logika untuk mendeteksi ketika suhu melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Jika suhu terdeteksi melebihi batas aman yang telah ditentukan pada program, sistem akan secara otomatis mengaktifkan kipas untuk mendinginkan mesin. Pada saat yang sama, bot Telegram akan mengirimkan notifikasi *real-time* kepada pengguna. Notifikasi ini berisi informasi suhu terkini serta keterangan bahwa kipas telah dinyalakan secara otomatis untuk mendinginkan sistem. Pesan ini bertujuan agar pengguna dapat mengetahui kondisi sistem secara langsung dan memahami tindakan otomatis yang telah diambil. Setelah sistem dirakit dan dikodekan, dilakukan pengujian untuk memastikan semua fungsi berjalan dengan baik. Proses debugging dilakukan jika ditemukan kendala, guna menjamin bahwa bot dapat menangani berbagai kondisi dan skenario operasional dengan andal.

3.6 Pengujian dan Pengambilan Data

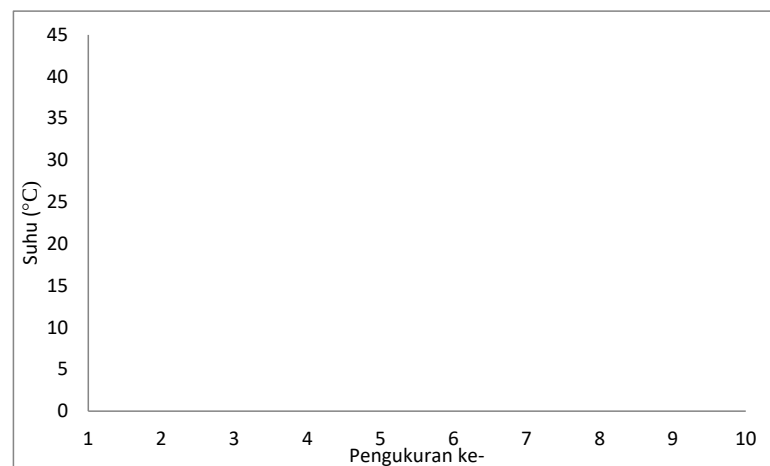
Pengujian dilakukan sebagai langkah awal untuk memastikan bahwa sensor DS18B20 dapat memberikan pembacaan suhu yang akurat dan dapat diandalkan sebelum digunakan dalam sistem *monitoring*. Pengujian ini bertujuan untuk mengkalibrasi sensor dengan cara membandingkan hasil pembacaan suhu oleh sensor dengan hasil dari alat ukur suhu yang telah dikalibrasi (sebagai acuan kebenaran). Dalam pengujian ini, media yang digunakan adalah air yang dipanaskan hingga mendidih, lalu dibiarkan mendingin secara alami di suhu ruang. Suhu dari media tersebut diukur oleh kedua alat secara bersamaan dan dicatat pada interval waktu tertentu. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali

untuk mendapatkan data yang konsisten. Contoh tabel pengujian ditampilkan pada **Tabel 3.5**.

Tabel 3. 5 Contoh data pengujian sensor suhu DS18B20 dengan termometer TA-288

No	Suhu pada Termometer TA-288 (°C)			Suhu pada sensor DS18B20 (°C)			Rata-rata suhu Termometer (°C)	Rata-rata suhu sensor DS18B20 (°C)
	1	2	3	1	2	3		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Data kalibrasi pengujian alat ditampilkan dalam bentuk grafik yang dibandingkan dengan data pengukuran alat yang telah terkalibrasi seperti pada **Gambar 3.10**.



Gambar 3. 10 Contoh grafik perbandingan suhu dengan alat ukur

Data pengujian kalibrasi dari sensor DS18B20 dicari persamaan linear dengan menggunakan **Persamaan 3.1**.

$$y = mx + b \quad (3.1)$$

Dengan y sebagai variabel dependen, x sebagai variabel independen, m sebagai gradien dan b merupakan titik potong sumbu y . Serta dicari juga nilai persentase

akurasi dan persentase *error* dari pengujian kalibrasi dengan menggunakan **Persamaan 3.2** dan **Persamaan 3.3**.

$$\%E = \left| \frac{Y - \bar{X}_n}{Y} \right| \times 100\% \quad (3.2)$$

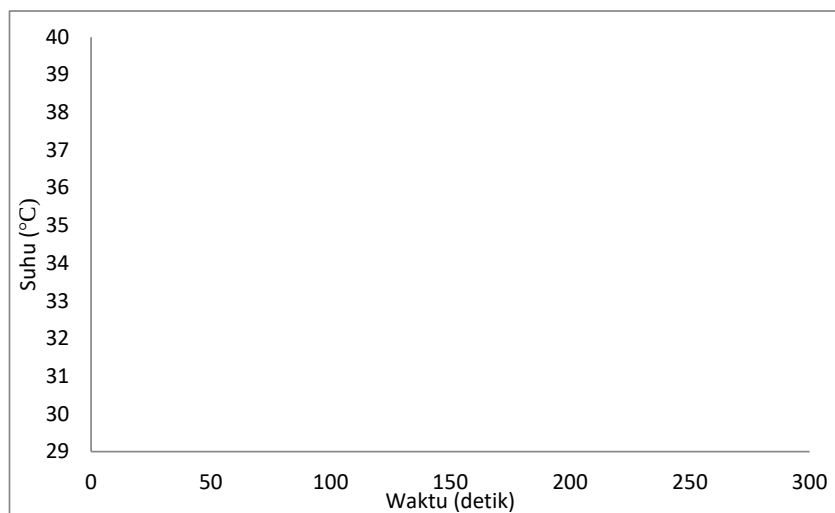
$$\%A = (1 - \%E) \times 100\% \quad (3.3)$$

Dalam penelitian ini, data yang dikumpulkan mencakup waktu, suhu, dan status kipas (nyala atau mati) yang berfungsi sebagai pengendali suhu pada mesin. Pengambilan data suhu dilakukan secara berkala dengan interval waktu tertentu untuk memastikan konsistensi dan keakuratan hasil pengukuran, termasuk saat suhu mencapai nilai tertinggi. Sensor DS18B20 digunakan untuk melakukan pengukuran suhu secara *real-time*, di mana setiap data yang diperoleh langsung dicatat dan diproses untuk keperluan analisis lebih lanjut. Data suhu yang diukur disandingkan dengan status kipas guna memberikan gambaran menyeluruh mengenai respons sistem terhadap perubahan suhu. Untuk mendukung pengumpulan data tersebut, disusun tabel hasil pengukuran yang mencatat parameter waktu (s), suhu (°C), status kipas dan interval notifikasi. Penyusunan tabel ini bertujuan untuk mempermudah visualisasi data serta memastikan kelengkapan informasi yang dibutuhkan. Tabel hasil pengukuran dirangkum seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 3.6**.

Tabel 3. 6 Contoh hasil pengambilan data waktu/*temperatur*

Waktu (s)	Suhu (°C)	Notifikasi Telegram	Kipas	Interval Notifikasi
20				
40				
60				
80				
100				
120				
140				
160				
180				
200				
220				
...				
440				

Proses pengambilan data dilakukan dalam kondisi lingkungan yang terkendali untuk meminimalkan pengaruh faktor eksternal terhadap hasil pengukuran. Data yang diperoleh juga digunakan untuk memvalidasi kemampuan sensor dalam mendeteksi perubahan suhu dan tegangan pada berbagai jarak pengukuran. Untuk mempermudah analisis hubungan antara suhu dan tegangan yang dihasilkan oleh sensor DS18B20, data yang diperoleh dari tabel pengukuran dipresentasikan dalam bentuk grafik. Grafik ini memplotkan suhu ($^{\circ}\text{C}$) pada sumbu horizontal (sumbu x) dan waktu (detik) pada sumbu vertikal (sumbu y). Dengan visualisasi ini, pola hubungan antara kenaikan suhu dan perubahan tegangan dapat diamati secara lebih jelas. Hal ini memudahkan analisis kinerja sensor dalam berbagai kondisi pengukuran. Grafik hubungan suhu dan waktu dapat dilihat pada **Gambar 3.11**.



Gambar 3. 11 Contoh grafik Hubungan Suhu dan Waktu.

3.7 Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sistem *monitoring* suhu otomatis pada mesin genset yang dilengkapi dengan sensor DS18B20 dan kipas pendingin otomatis. Data yang dikumpulkan meliputi waktu pengukuran (dalam detik), suhu mesin (dalam $^{\circ}\text{C}$), status kipas (hidup atau mati), notifikasi pada telegram (*update* atau tidak) dan interval pengiriman notifikasi

pada telegram. Pengukuran dilakukan secara berkala dalam interval waktu tertentu untuk memastikan bahwa setiap perubahan suhu dapat terpantau secara sistematis. Sensor DS18B20 digunakan karena kemampuannya untuk memberikan pembacaan suhu secara *real-time* dan akurat dalam rentang suhu yang luas. Setiap pembacaan suhu yang diperoleh langsung ditampilkan di LCD dan dikirim ke Telegram, sehingga pengguna dapat memantau kondisi mesin dari jarak jauh secara langsung.

Dalam sistem ini, kipas akan menyala secara otomatis saat suhu melebihi batas ambang atas, misalnya 40 °C, dan akan mati ketika suhu turun di bawah batas ambang bawah, misalnya 35 °C. Dengan mencatat status kipas pada setiap pengukuran suhu, kita dapat mengamati seberapa efektif kipas dalam menurunkan suhu, serta bagaimana sistem merespons suhu yang terus meningkat selama mesin bekerja. Data yang diperoleh dicatat dalam **Tabel 3.6** yang menyajikan waktu, suhu, status kipas, notifikasi telegram, dan interval notifikasi. Tabel ini membantu dalam menyusun visualisasi pola kenaikan dan penurunan suhu secara lebih terstruktur, sehingga hubungan antara suhu dan kipas dapat dianalisis secara jelas.

Pengambilan data dilakukan di lingkungan yang dikondisikan agar tetap stabil untuk menghindari gangguan dari faktor eksternal seperti angin atau suhu ruangan yang fluktuatif. Ini dilakukan untuk menjaga keakuratan data yang diperoleh dan memastikan bahwa perubahan suhu benar-benar berasal dari kondisi mesin, bukan lingkungan sekitarnya. Setelah data dikumpulkan, dilakukan visualisasi dalam bentuk grafik hubungan suhu terhadap waktu, di mana sumbu x menunjukkan waktu (dalam detik) dan sumbu y menunjukkan suhu (dalam °C). Melalui grafik ini, terlihat pola bahwa suhu cenderung naik secara perlahan selama beberapa menit pertama, kemudian menurun setelah kipas menyala, menunjukkan bahwa sistem pendingin bekerja dengan efektif.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan analisis sistem *monitoring* suhu ruang genset menggunakan sensor DS18B20 yang diintegrasikan dengan ESP32, LCD 16x2, kipas otomatis, serta notifikasi Telegram, dapat disimpulkan bahwa:

1. Suhu kritis yang ditetapkan dalam sistem adalah 40 °C sebagai batas untuk mengaktifkan kipas, dan 35 °C sebagai ambang batas untuk mematikannya kembali. Sistem ini berhasil memberikan peringatan secara otomatis melalui Telegram ketika suhu melebihi ambang batas tersebut.
2. Sistem yang dibangun mampu membaca suhu secara akurat dengan rata-rata akurasi sebesar 99,83%, berdasarkan hasil kalibrasi terhadap termometer digital standar TA-288. Pengukuran suhu berlangsung secara *real-time* dan ditampilkan secara langsung pada LCD dan Telegram Bot.
3. Implementasi sistem ini telah berhasil mengoptimalkan keamanan operasional ruang genset, dengan menunjukkan performa responsif dalam pengendalian suhu dan pengiriman peringatan, yang sangat berguna dalam mencegah potensi kerusakan akibat *overheat*.

5.2 Saran

Agar sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dan diterapkan secara lebih luas, beberapa saran yang dapat diberikan antara lain:

1. Penambahan sensor kelembaban agar sistem dapat memberikan informasi lingkungan yang lebih lengkap.
2. Peningkatan kapasitas daya dan penambahan proteksi terhadap lonjakan arus untuk menjaga keandalan sistem dalam kondisi operasional nyata.
3. Pengembangan tampilan antarmuka berbasis web atau aplikasi *mobile* agar pengguna dapat memantau suhu melalui *platform* yang lebih interaktif.
4. Kalibrasi berkala pada sensor suhu perlu dilakukan untuk menjaga akurasi pengukuran dalam jangka panjang.
5. Pengujian dalam kondisi nyata pada mesin genset skala penuh untuk mengukur performa sistem dalam lingkungan kerja sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, E. N., dan Bani, A. F. (2023). *Building The Future Membangun Sistem Monitoring dan Kontrol Perangkat*. Penerbit Buku Pedia. Bandung Barat.
- Alqadri, T. Q. (2023). *Analisis Naiknya Temperatur Gas Buang Generator Di Mt Sultan Abdurrahman*. Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar. Makassar.
- Amane, A. P. O., Febriana, R. W., Artiyasa, M., Cahyaningrum, A. O., Husain, Abror, M. N., Fachruzzaki, Asman, A., Biomed, M., Ridwan, A., Suraji, A., Aritonang, L., dan Srifitriani, A. (2023). *Pemanfaatan Dan Penerapan Internet Of Things (IoT) Di Berbagai Bidang*. Sonpedia Publishing Indonesia. Jambi.
- Ardutech. (2020). *Mengenal ESP32 Development Kit untuk IoT (Internet of Things)*. <https://doi.org/https://www.ardutech.com/mengenal-esp32-development-kit-untuk-iot-internet-of-things/> diakses pada 27 November 2024 pukul 19.30 WIB.
- Ardutek. (2019). *LCD I2C dengan Arduino*. <https://www.ardutech.com/lcd-i2c-dengan-arduino/> diakses pada 27 November 2024 pukul 20.00 WIB.
- Asriyadi, A., Indrawan, A. W., Pranoto, S., Sultan, A. R., dan Ramadhan, R. (2016). Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Pada PLTS dan PLN serta Genset. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 13(2), 225–235.
- Augustama, A. D., dan Sujono. (2020). Kontrol Suhu Pada Generator set Dengan Menggunakan Mikrokontroler. *Jurnal Maestro*, 3(2), 413–418.
- Cahyono, T. (2017). *Penyehatan Udara* (E. Risanto (ed.)). Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Daga, R. (2021). *Buku Ajar Komunikasi Bisnis*. Penerbit Adab. Jawa Barat.
- Daryanto. (2022). *Menggunakan, Merawat dan Memperbaiki Peralatan Listrik Rumah Tangga*. Bumi Aksara. Jawa Timur.
- Fuadi, M. H., Purwandi, A. W., dan Hendra Y.P, R. (2020). Rancang Bangun Kontrol dan Monitoring Pada Mesin Diesel Menggunakan Web Mobile. *Jartel*, 20(2), 31–37.

- Hariyanto, S., Irawan, B., Mochammadi, N., dan Soedarti, T. (2015). *Lingkungan Abiotik*. Irlangga Universiy Press (AUP). Surabaya.
- Hasanah, A., Ferdianti, C. I., Silvira, L., Farika, N., Faradillah, N., Harijanto, A., dan Subiki. (2023). Rancang Bangun Alat Peraga Water Heater Menggunakan Heater Portable Dan Sensor Ds18b20 Berbasis Arduino Uno R3 Pada Konsep Termodinamika. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(12), 19–28.
- Ibadillah, A. F., dan Alfita, R. (2017). *Mikrokontroler dan Aplikasinya*. Tim MNC Publishing. Malang.
- Ichwan, M., Husada, M. G., dan Rasyid, M. I. A. (2013). Pembangunan Prototipe Sistem Pengendalian Peralatan Listrik Pada Platform Android. *Jurnal Informatika*, 4(1), 13–25.
- Khakim, L., dan Budihartono, E. (2024). *Implementasi Alat Komposter Berbasis Mikrokontroler*. Penerbit NEM. Jawa Tengah.
- Kurniati, Saptadi, T. S., Pardosi, V. B. A., Donoriyanto, D. S., Ahzar Irwansyah, M., Ismarina, Suparman, A., Copernikus Andaria, A., Zakarijah, M., dan Ilham. (2024). *Internet Of Thing*. CV Rey Medika Grafika. Batam.
- Kurniawan, D., dan Nurraharjo, E. (2018). Sistem Monitoring Suhu Dengan Metode Wireless Real-Time. *Sintak*, 978-602-8557-20-7, 239–242.
- Lego, D. (2023). *Mengenal Sejarah dan Fitur Telegram Messenger*. <https://doi.org/https://bilikteknokom/sejarah-dan-fitur-telegram-messenger/> diakses pada 30 November 2024 pukul 16.25 WIB.
- Ma'sudi, P. A., Pracoyo, W., Azharul, F., dan Wilarso, W. (2019). Analisis Pengaruh Kegagalan Sistem Pendingin Genset Caterpillar 3500 Series. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(2), 131–139.
- Maheswara, M. F. (2023). Rancang Bangun Alat Monitoring Suhu Menggunakan Sensor Ds18b20 Dan Pengaduk Otomatis Pada Proses Fermentasi Kakao. *Skripsi*. Universitas Lampung.
- Mahfud, A., dan Anshori, F. (2023). Rancang Bangun Perangkat Monitoring Temperatur dan Kelembapan di Laboratorium dan Ruang Panel Berbasis IoT. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 15(1), 7–16.
- Masril, M. A., Aritonang, M. A. S., Saputra, M. H. K., Mulia, S. B., Simatupang, F., Hasan, H., Nurjannah, D. R., Iskandar, R., Andaria, A. C., Caniago, D. P., Hernando, L., dan Yuniarto, W. (2024). *Mikrokontroler dan Arduino*. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah. Sumatera Barat.
- Maulana, V., Santosa, dan Ifmalinda. (2019). *Pengembangan Sistem Kontrol Suhu Dan Berat Berbasis Arduino Uno Untuk Pengeringan Ikan Teri*. Uwais Inspirasi Indonesia. Ponorogo.
- Muhajir, A. (2020). Rancangan Sistem Sensor Pengukur Suhu Berbasis

- Mikrokontroler Arduino Uno Dengan Sensor DS18B20. *Jurnal Teknologi*, 12(3), 215–223.
- Muhammadin, H., dan Indri, D. (2022). *Pengantar Fisika Lingkungan*. GUEPEDIA. Surabaya.
- Mustianto, F. H., Asni Tafrikhatin, dan Ajeng Tiara Wulandari. (2023). Rancang Bangun Pengatur Suhu Kandang Ayam Otomatis Menggunakan Sensor DHT22 Berbasis Wemos D1 R32 Dengan Keluaran Berupa LCD dan Notifikasi Telegram. *JASATEC: Journal of Students of Automotive, Electronic and Computer*, 2(1), 9–19.
- Nasir, M., Aswandi, Safriadi, Saputri, N., dan Dwina, N. (2023). *Internet Of Things: Aplikasi dan Penerapan Mikrokontroler Arduino*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Nopiantoko, R. (2024). *Rekayasa Sistem Termal dan Energi*. Jejak Publisher. Jawa Barat.
- Nurhaya, F. A., dan Astuti, E. S. (2016). Sistem Pakar Deteksi Kerusakan Mesin Diesel Pltd Menggunakan Metode Forward Chaining. *Jurnal Informatika Polinema*, 2(2), 81–85.
- Prastyo, E. A. (2020). *Sensor Suhu DS18B20*. Edukasi Elektronika. <https://doi.org/https://www.edukasielektronika.com/2020/09/sensor-suhu-ds18b20.html> diakses pada 3 Desember 2024 pukul 14.20 WIB.
- Prayogo, B., Sarwono, E., dan Engine, C. I. (1987). Analisa Performa Mesin Diesel Sulzer ZAV 40s Menggunakan Bahan Bakar MFO dan HSD Di PLTD Sungai Raya PT . PLN (PERSERO). *Jurnal Ilmiah*, 4698(2579), 13–19.
- Putri Mahardhika, L., Pujiastuti Lestari, S., Bow, Y., dan Pengajar Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya Jl Srijaya Negara Bukit Besar, S. (2016). Rancang Bangun Alat Pengering Tipe Tray Dengan Media Udara Panas Ditinjau Dari Lama Waktu Pengeringan Terhadap Exergi Pada Alat Heat. *Jurnal Kinetika*, 7(1), 7–9.
- Rezeki, Y. A., dan Safitri, S. Y. (2022). *Alat Eksperimen Fisika Berbasis IoT untuk Penentuan Kostanta Pendinginan Newton*. CV Pajang Putra Wijaya. Jawa Tengah.
- Ridla, M. A., dan Rahman, M. F. (2024). Perancangan Prototype Monitoring Suhu Berbasis Internet Of Things (IoT). *Jurnal Sistem Informasi dan Informatika*, 3(1), 72–79.
- Rozzi, Y. A., Fredricka, J., dan Arimi, E. P. (2023). *Sistem Monitoring Kualitas Udara dengan Aplikasi Thinger.io*. Penerbit NEM. Jawa Tengah.
- Sakti, setiawan P. (2017). *Pengantar Teknologi Sensor Prinsip Dasar Sensor Besaran Mekanik*. UB Press. Malang.

- Salmawati, Ihsan, dan Broto, P. E. (2024). Rancang Bangun Pengukur Suhu Kalorimeter Menggunakan Sensor DS18B20 Berbasis Arduino Uno Design a Calorimeter Temperature Gauge Using a DS18B20 Sensor Based on Arduino Uno. *TELKA: Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi, dan Kontrol*, 10(1), 47–58.
- Saputra, M. A., Priyandoko, G., dan Mukhsim, M. (2022). Rancang Bangun Alat Monitoring Genset Yang Mendukung Kesiapan Automatic Transfer Switch Berbasis Internet of Things. *JASEE Journal of Application and Science on Electrical Engineering*, 3(01), 40–51.
- Saputra, U., Arif, R. A., Dune, S., dan Savirno, L. O. (2023). Sistem Perawatan pada Mesin Pembangkit/Genset pada PT. Menara Bosowa Menggunakan Metode Running test. *Piston: Jurnal Teknologi*, 8(2), 35–45.
- Saputra, W. S. J., Muttaqin, F., dan Indrianti. (2021). Pemantauan Suhu Air Pada Sistem Tanaman Hidroponik Menggunakan Sensor DS18B20 Waterproof. *Journal Of Electrical Engineering And Technology Tanaman*, 2(2), 60–64.
- Sari, N. H., dan Efendi, Y. A. (2021). *Analisa Waktu Operasi Terhadap Temperatur dan Tekanan pada Mesin Diesel*. 7(1), 39–47.
- Sarimun, W. (2012). *Proteksi Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Garamod. Bekasi.
- Setiawan, D. Y., Nurfiana, Syahputri, R., dan Nurjoko. (2022). *Internet of Things ESP8266 ESP32 Web Server*. Jejak Pustaka. Yogyakarta.
- Simbar, R. S. V., dan Syahrin, A. (2017). Prototype Sistem Monitoring Temperatur Menggunakan Arduino Uno R3 Dengan Komunikasi Wireless. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(4), 80–86.
- Subiyanto, Teluko, A., Sukri, S., Prakasa, M. A., Putra, H. P. S., Prastiyanto, D., Sarwono, E., dan Sulistyawan, V. N. (2020). *Desain dan Integrasi Smart Microgrid dengan Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Berbasis Sistem Cerdas di Area Kampus*. Formaci. Jawa Tengah.
- Sumanto. (1993). *Motor Listrik Arus Bolak-Balik*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Sumarno. (2019). *Pengantar Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Uwais Inspirasi Indonesia. Ponorogo.
- Tasripin, J., Faisal, M. R., dan Kurniawan, E. (2024). *Telegram ChatBot : Belajar Membangun Chatbot Dengan .Net 8 dan Visual Studio 2022*. Ebookuid. <https://books.google.co.id/books?id=Xc73EAAAQBAJdanlpg=PP1danhl=iddanpg=PP1#v=onepagedanqdanf=false> diakses pada 21 November 2024 pukul 19.40 WIB.
- Tawurisi, F., Mangindaan, G. M. C., Silimang, S., Elektro, T., Sam, U., Manado, R., dan Manado, J. K. B. (2019). Rancang Bangun Sistem Kendali Automatic Transfer Switch Perusahaan Listrik Negara *Generator set*. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 8(3), 143–152.

- Udin. (2024). *Internet of Things (IoT): Menghubungkan Dunia dengan Teknologi Cerdas*. <https://doi.org/https://achateclaire.com/teknologi/internet-of-things-iot-menghubungkan-dunia-dengan-teknologi-cerdas-2/> diakses pada 25 November 2024 pukul 20.00 WIB.
- Wibowo, H. S. (2021). *Panduan Literasi Internet untuk Mahasiswa*. Tiram Media. Jawa Tengah.
- Widharma, I. G. S., dan Wiranata, L. F. (2022). *Mikrokontroler dan Aplikasi. Wawasan Ilmu*. Jawa Tengah.
- Widianti, I. (2021). *Pemeliharaan dan Perawatan Gedung Muhammad Syafei* (Y. Umayu (ed.)). Ahlimedia Press. Malang.
- Yuli, A., Suharni A Fachrin, A. B. (2021). Pengukuran Tekanan Panas dan Risk Assesment (K3) pada Pekerja di Area Factory I PT. Maruki Internasional Indonesia Makassar. *Window of Public Health Journal*, 2(1), 70–80.
- Yusron, A., dan Arifin, Z. (2019). Analisis Pengaruh Suhu Terhadap Kinerja Mesin Diesel. *Jurnal Teknik Mesin*, 14(2), 99–105.
- Zhang, Z. (2018). *Apa itu LCD 16X2: Konfigurasi Pin dan Cara Kerjanya*. <https://id.fmuser.net/content/?21034.html> diakses pada 25 November 2024 pukul 19.04 WIB.
- Ziliwu, B. W., Musa, I., Priharanto, Y. E., dan Tono. (2021). Pengoperasian Dan Perawatan Sistem Pendingin Pada Mesin Induk Operation And Maintenance Of Cooling System On Main Engine KM. *Aurelia Journal*, 2(2), 93–100.

LAMPIRAN