

**RANCANG BANGUN SISTEM PROTEKSI *OVERHEATING* MESIN DAN
PEMANTAU TEGANGAN AKI PADA MOBIL**

(Skripsi)

Oleh

AHMAD YUVI UTOMO



**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS LAMPUNG
2021**

ABSTRACT

DESIGN AND BUILDING OF MACHINE OVERHEATING PROTECTION AND ACHIEVEMENT VOLTAGE MONITORING IN CARS

**By
Ahmad Yuvi Utomo**

Overheating is one of the causes of damage or decreased performance on the vehicle. This can occur due to a lack of water in the radiator or a radiator leak. Generally, overheating occurs in vehicles manufactured before 2000 because they do not have protection or warning in case of excessive temperature. Vehicles with production years before 2000 usually only have a temperature indicator in the form of a pointer with a scale. In addition to overheating, the voltage on the battery cannot be monitored due to the absence of a battery voltage reader so that the battery experiences under-voltage or overvoltage caused by damage to the charging system in the battery. Based on these problems, a tool is made to prevent overheating and prevent damage to the battery. In this tool, the DS18B20 sensor is used to determine the temperature that occurs in the vehicle engine, while the battery voltage information is obtained using a voltage divider circuit. The results of the temperature and voltage sensors are processed using the Arduino Nano Microcontroller to obtain information about the engine temperature and battery voltage. The processing results are displayed using an OLED LCD and the output is connected to two relays, one relay for automatic fans and one relay for vehicle ignition. The results showed that this tool can turn on and turn off the fan automatically, and can cut off the ignition of the vehicle based on the temperature of the radiator water. This tool provides a warning if the battery voltage is above or below the normal voltage. With this tool, overheating of the engine and damage to the battery can be prevented.

Keywords: Overheating, protection, temperature..

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM PROTEKSI *OVERHEATING* MESIN DAN PEMANTAU TEGANGAN AKI PADA MOBIL

Oleh
Ahmad Yuvi Utomo

Overheating adalah salah satu penyebab kerusakan atau penurunan performa pada kendaraan. Dapat terjadi karena kurangnya air pada radiator atau bocornya radiator.. Umumnya *overheating* terjadi pada kendaraan yang diproduksi sebelum tahun 2000 karena belum memiliki proteksi maupun peringatan jika terjadi temperature berlebih. Kendaraan dengan tahun produksi sebelum tahun 2000 biasanya hanya memiliki indicator suhu berupa jarum penunjuk dengan skala. Selain *overheating*, tegangan pada aki tidak dapat di pantau dikarenakan tidak adanya pembaca tegangan aki sehingga aki mengalami kurang tegangan ataupun kelebihan tegangan yang diakibatkan oleh rusaknya sistem pengecasan pada aki. Berdasarkan pada masalah tersebut maka dibuat alat untuk mencegah *overheating* dan mencegah kerusakan pada aki. Pada alat ini, digunakan sensor DS18B20 untuk mengetahui suhu yang terjadi pada mesin kendaraan, sedangkan informasi tegangan Aki didapatkan menggunakan rangkaian pembagi tegangan. Hasil sensor suhu dan tegangan diolah menggunakan Mikrokontroler Arduino Nano untuk mendapatkan informasi mengenai suhu mesin dan tegangan aki. Hasil pengolahan ditampilkan menggunakan LCD OLED dan keluarannya dihubungkan ke dua buah relay, satu relay untuk kipas otomatis dan satu relay untuk pengapian kendaraan. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa alat ini dapat menghidupkan dan mematikan kipas secara otomatis, dan dapat memutus pengapian kendaraan berdasarkan suhu air radiator. Alat ini memberikan peringatan apabila tegangan aki berada di atas atau di bawah tegangan normal. Dengan adanya alat ini maka *overheating* pada mesin dan kerusakan pada aki dapat dicegah.

Kata kunci : *Overheating*, proteksi, temperatur.

**RANCANG BANGUN SISTEM PROTEKSI *OVERHEATING* MESIN DAN
PEMANTAU TEGANGAN AKI PADA MOBIL**

**Oleh
Ahmad Yuvi Utomo**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi : **RANCANG SISTEM PROTEKSI
OVERHEATING MESIN DAN PEMANTAU
TEGANGAN AKI PADA MOBIL**

Nama Mahasiswa : **Ahmad Yuvi Utomo**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1515031015**

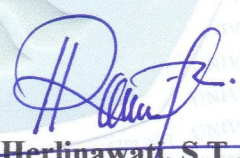
Jurusan : **Teknik Elektro**

Fakultas : **Teknik**



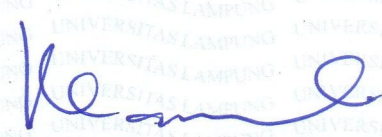
1. **Komisi Pembimbing**


Dr. Eng FX Arinto Setyawan, S.T., M.T.
NIP. 19691219 199903 1 002


Herlinawati, S.T., M.T.
NIP. 19710314 199903 2 001

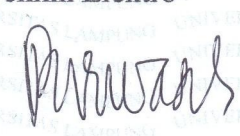
2. **Mengetahui**

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**



Khairudin, S.T., M.Sc., Ph.D.Eng.
NIP. 19700719 200021 001

**Ketua Program Studi
Teknik Elektro**

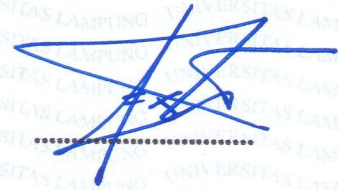


Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T.
NIP. 19740422 200012 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

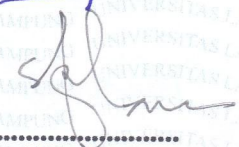
Ketua : Dr. Eng FX Arinto Setyawan, S.T.,M.T.



Sekretaris : Herlinawati, S.T., M.T.



Penguji : Syaiful Alam, S.T., M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik

Prof. Drs. Ir. Suharno, Ph.D.,IPU., ASEAN Eng.

NIP. 19620717 198703 1 002




Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 6 Agustus 2021

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam pembuatan skripsi ini dilakukan oleh saya sendiri, tidak terdapat karya orang lain, dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain. Adapun karya orang lain yang terdapat pada skripsi ini telah tercantumkan sumbernya dalam daftar pustaka.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia terkena sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandarlampung, 8 Agustus 2021


Ahmad Yuvi Utomo
1515031015



RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, Provinsi Lampung pada tanggal 6 Juli 1997. Penulis merupakan anak pertama dari dia bersaudara dari pasangan bapak Yulliarto Raharjo dan ibu Prima Fitriawati yang diberi nama Ahmad Yuvi Utomo.

Mengenai riwayat pendidikan, penulis memulai pendidikan di TK Pembina Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2003. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SD Negeri 2 Rawa Laut dan lulus pada tahun 2009. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2012. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 9 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2015. Kemudian penulis diterima di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung pada tahun 2015 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif organisasi di Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) sebagai anggota Media Informasi periode 2016-2017. Penulis juga pernah Kerja Praktik (KP) di PT. Bukit Asam Tbk. Unit Pelabuhan Tarahan dan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Negeri Ratu, Kecamatan Batu Brak, Kabupaten Lampung Barat.

PERSEMBAHAN



Dengan Ridho Allah SWT, teriring shalawatku kepada Nabi Muhammad SAW,
dan penuh dengan kerendahan hati ku persembahkan karya tulis ini kepada :

Kedua orang tuaku,

Yulianto Raharjo,S.T.,M.T. (Alm)

Prima Fitriawati,S.H.

Saudara kandungku,

Muhammad Rafif Nugroho

Almamaterku,

Universitas Lampung

Terima kasih untuk semua yang telah diberikan kepadaku.

MOTTO

LOOK FORWARD, LIFE MUST GO ON

SANWACANA

Bismillahirrahmanirrahim Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“RANCANG BANGUN SISTEM PROTEKSI *OVERHEATING* MESIN DAN PEMANTAU TEGANGAN AKI PADA MOBIL ”** yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung. Selama mengerjakan Skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan pemikiran maupun dorongan moril dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Pak Khairudin, S.T., M.Sc., Ph. D. Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Ibu Herlinawati, S.T., M.T. selaku *Sekretaris* Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung dan juga selaku Pembimbing Pendamping dalam pengerjaan Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Eng. F.X Arinto Setyawan. Selaku dosen Pembimbing Akademik dan dosen Pembimbing Utama atas saran yang membangun dan arahan yang telah diberikan kepada penulis.
6. Bapak Syaiful Alam, S.T., M.T. selaku Penguji Utama, terimakasih atas masukannya guna membuat skripsi ini menjadi lebih baik lagi.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro, terimakasih atas didikan, arahan dan bimbingannya yang telah diberikan.
8. Mbak Ning dan jajaran Staf Administrasi Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
9. Kak Agung Tri Ilhami, S.T. atas arahnya pada saat pengerjaan Tugas Akhir ini.
10. Seluruh keluarga EIE 2015 atas waktu, senang dan sedih pada saat masa pengkaderan yang telah dilalui bersama-sama.

Semoga kebersamaan ini membawa kebaikan, keberkahan, kemurahan hati, serta Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis meminta maaf atas kesalahan dan ketidak sempurnaan dalam penulisan akhir ini. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kebaikan dan kemajuan mendatang. Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, dan dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan.

Bandar Lampung, 8 Agustus 2021

Penulis

Ahmad Yuvi Utomo

DAFTAR ISI

ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
SURAT PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
PERSEMBAHAN	viii
MOTTO	ix
SANWACANA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Perumusan Masalah.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Hipotesis	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendeteksi Suhu Cairan Pendingin Mesin.....	7
2.2 Relay.....	9
2.3 Sensor Suhu DS18B20	11
2.4 Kunci Kontak	11
2.5 Arduino Nano	12
2.5.1 Konfigurasi Pin Arduino Nano	12
2.5.2 Sumber Daya Arduino Nano.....	14
2.5.3 Spesifikasi Arduino Nano	14
2.6 Buzzer.....	15
2.7 <i>Software</i> Arduino IDE.....	15
2.8 LCD OLED 1,3I Inch Display	16
2.9 Radiator	17
2.10 Pembagi Tegangan	18

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan	20
3.3 Spesifikasi Alat.....	21
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	22
3.5 Metode Pengujian.....	23

3.6	Metode Kalibrasi	23
3.7	Diagram Alir Sistem.....	25
3.8	Diagram Blok Sistem	28
IV.HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Perancangan	29
4.2	Prinsip Kerja.....	32
4.3	Pengujian	33
4.3.1	Pengujian Arduino Nano.....	33
4.3.2	Pengujian LCD OLED 1,3 Inch.....	40
4.3.3	Pengujian Sensor Suhu.....	41
4.3.4	Pengujian Pembaca Tegangan.....	44
4.3.5	Pengujian Kipas, Pemutus Arus Listrik Otomatis dan Buzzer.	47
V. SIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Simpulan.....	50
5.2	Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pin pada Arduino Nano	12
Gambar 2.2 LCD OLED 1,3 Inch	16
Gambar 2.3 Susunan Pin LCD OLED 1,3 inch	17
Gambar 2.4 Rangkaian pembagi tegangan.....	18
Gambar 2.5 Prinsip kerja pembagi tegangan	19
Gambar 3.1 Blok Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 3.2 Diagram Alir Sistem Proteksi <i>Overheating</i> pada Mesin.....	25
Gambar 3.3 Diagram Alir Sistem Pemantau Tegangan Aki	27
Gambar 3.4 Diagram Blok Sistem	28
Gambar 4.1 Bentuk Fisik Alat Tampak Depan.....	29
Gambar 4.2 Bentuk Fisik Alat Tampak Belakang	30
Gambar 4.3 <i>Wiring</i> Diagram Alat.....	31
Gambar 4.4 Bentuk Fisik Arduino Nano	34
Gambar 4.5 <i>Software</i> Arduino IDE.....	35
Gambar 4.6 Memilih Tipe <i>Board</i> , Tipe <i>Processor</i> , dan <i>Port</i> Pada <i>Software</i> Arduino IDE	36
Gambar 4.7 Membuat Program untuk Pengujian Blink.....	37
Gambar 4.8 Proses <i>Verify</i> Program Blink pada Arduino IDE	38
Gambar 4.9 Mengunggah Program ke Arduino Nano	39
Gambar 4. 10 <i>Wiring Diagram</i> LCD OLED.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi <i>Buzzer</i>	15
Tabel 4.1 Keterangan <i>Wiring Diagram</i>	31
Tabel 4.2 Pengujian Pertama Sensor Suhu	42
Tabel 4.3 Pengujian Kedua Sensor Suhu	43
Tabel 4.4 Pengujian Pertama Sensor Pembaca Tegangan	45
Tabel 4.5 Pengujian Kedua Sensor Pembaca Tegangan	46
Tabel 4.6 Pengujian Ketiga Sensor Pembaca Tegangan	47
Tabel 4.7 Hubungan Antara Set Point Dengan Aksi Dari Arduino Nano	48

I.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Overheating pada mesin kendaraan adalah kondisi ketika mesin kendaraan berada dalam kondisi suhu yang berlebih. Kondisi tersebut mengakibatkan mesin kendaraan mengalami penurunan performa atau lebih buruknya lagi mengalami kerusakan yang cukup fatal. *Overheating* ini umumnya terjadi pada kendaraan dengan tahun produksi sebelum tahun 2000, karena sistem pada kendaraan tersebut masih belum memiliki proteksi maupun peringatan terhadap temperatur yang berlebih. Kendaraan pada tahun produksi sebelum tahun 2000 umumnya hanya memiliki indikator suhu berupa jarum penunjuk dengan skala. Kekurangan dari penggunaan indikator ini adalah kebanyakan pengguna kendaraan biasanya tidak memperhatikan indikator ini, kebanyakan baru akan menyadari setelah mesin mengalami *overheating*.

Overheating mesin biasanya sering dijumpai pada kendaraan niaga seperti truk, bus, angkot, ataupun pickup. Kendaraan-kendaraan tersebut biasanya beroperasi dalam kondisi mesin yang harus bekerja keras secara terus menerus dan dalam durasi yang lama. Selain itu, *overheating* dapat juga diakibatkan oleh sistem pendinginan mesin yang kurang baik seperti rusaknya kipas atau kurangnya air pada radiator yang diakibatkan oleh bocornya air pada sistem radiator ataupun kelalaian

pengguna kendaraan tersebut mengisi air pada radiator. Selain *overheating*, kondisi umum pada kendaraan yang sering terjadi adalah kurangnya tegangan listrik pada aki untuk melakukan start pada mesin. Tegangan listrik yang kurang pada aki menyebabkan kendaraan tersebut harus didorong untuk melakukan start pada mesinnya. Kurangnya tegangan tersebut diakibatkan oleh tidak normalnya sistem kelistrikan pada kendaraan sehingga aki mengalami kerusakan.

Sebelumnya telah ada penelitian yang membahas tentang alat untuk proteksi *overheating* dan kerusakan aki. Penelitian tersebut dilakukan oleh Moh Cahyonyo dengan judul “Rancang bangun proteksi mesin mobil terhadap panas (*overheating*) dan peringatan terhadap perubahan tegangan untuk mencegah kerusakan aki” dengan menggunakan mikrokontroler AtMega 8 dan sensor suhu LM35 dan menampilkan pada LCD. Pada penelitian ini, harus dilakukan pemrograman ulang jika ingin mengubah parameter suhu yang dianggap *overheating*. Perubahan parameter suhu dilakukan karena setiap mesin kendaraan memiliki suhu operasional yang berbeda-beda. Penelitian lain dilakukan oleh Anizar Indriani, Johan, Yovan Witanto dan Hendra dengan judul "Pemanfaatan sensor suhu lm 35 berbasis mikrokontroler AtMega 8535 pada sistem pengontrolan temperatur air laut skala kecil,” sensor suhu LM35 digunakan untuk mendeteksi kenaikan dan penurunan suhu air laut pada budidaya ikan kerapu.

Penelitian ini mengusulkan perancangan suatu alat untuk memproteksi *overheating* pada mesin menggunakan sensor DS18B20 dan dapat mengetahui kerusakan aki yang kemudian diproses menggunakan Arduino dan informasinya akan ditampilkan melalui LCD. Setelah itu jika suhu sudah mencapai titik tertentu sistem akan

menghidupkan kipas pada mesin, apabila suhu mesin masih bertambah akan keluar peringatan berupa bunyi *buzzer* yang menginformasikan mesin hampir mengalami *overheating*, dan apabila suhu masih bertambah sistem akan mematikan mesin secara paksa. Pada sistem pencegah kerusakan pada aki menggunakan *buzzer* yang akan berbunyi apabila tegangan pada aki kurang ataupun berlebih. Alat ini nantinya dapat digunakan pada kendaraan yang belum memiliki sistem pengaman seperti ini, baik itu mobil, motor, truk, bus, ataupun traktor dengan syarat mesin sudah menggunakan sistem pendinginan berupa radiator.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membuat alat untuk proteksi *overheating* pada mesin untuk kendaraan
2. Alat proteksi *overheating* dapat memberikan informasi tentang suhu mesin.
3. Alat pemantau tegangan untuk mengetahui tegangan aki.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mencegah terjadinya *overheating* pada mesin.
2. Dapat memberikan informasi suhu mesin dalam bentuk digital.
3. Memberikan peringatan apabila mesin akan mengalami *overheating*.
4. Memberikan informasi tegangan aki secara langsung.

1.4 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah adalah sebagai berikut

1. Bagaimana merancang alat proteksi *overheating* pada mesin kendaraan
2. Bagaimana alat menghidupkan kipas pada kendaraan ketika suhu mesin naik
3. Bagaimana alat memberikan peringatan ketika suhu mesin mendekati *overheating*
4. Bagaimana alat mematikan mesin ketika mengalami *overheating*
5. Bagaimana alat dapat mengetahui tegangan aki
6. Bagaimana menampilkan informasi suhu dan tegangan aki pada layar LCD

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian yaitu:

1. Pengukuran suhu menggunakan sensor DS18B20
2. Kendaraan yang digunakan hanya yang menggunakan sistem pendinginan radiator.
3. Pengukuran tegangan menggunakan pembagi tegangan

1.6 Hipotesis

Sistem proteksi yang diusulkan dapat merasakan panas berlebih menggunakan sensor DS18B20 dan tegangan aki menggunakan pembagi tegangan dengan cara menurunkan tegangan aki menjadi tegangan yang lebih rendah yang kemudian diproses menggunakan Arduino Nano dan hasilnya ditampilkan melalui LCD OLED.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan ini terdiri dari lima bab, yaitu sebagai berikut:

Bab I. Pendahuluan

Bab ini menjelaskan secara umum mengenai penelitian yang meliputi latar belakang, tujuan, manfaat, rumusan masalah, batasan masalah, hipotesis dan sistematika penulisan.

Bab II. Tinjauan Pustaka

Bab ini berisikan landasan teori yang mendukung dalam pembahasan untuk perancangan pada penelitian. Membahas penelitian yang telah dilakukan dan teori yang berhubungan dengan penelitian.

Bab III. Metodologi Penelitian

Memuat langkah-langkah penelitian yang dilakukan seperti waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, dan penentuan spesifikasi sistem, perancangan sistem, serta diagram alir sistem.

Bab IV. Hasil dan Pembahasan

Memuat hasil perancangan pada penelitian, hasil pengujian, dan hasil analisa sistem yang telah dibuat pada penelitian.

Bab V. Simpulan dan Saran

Memuat simpulan dari perancangan dan pengujian alat berdasarkan data hasil percobaan, dan memuat saran-saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendeteksi Suhu Cairan Pendingin Mesin

Pendeteksi suhu cairan pendingin mesin adalah suatu alat yang berfungsi mendeteksi suhu pada cairan pendingin mesin, baik secara analog maupun digital. Alat ini menggunakan sensor yang terletak pada saluran cairan pendingin mesin yang kemudian datanya diolah dan ditampilkan kepada pengendara. Alat ini mempunyai peranan penting dalam pengoperasian kendaraan karena dapat digunakan untuk mengetahui mesin sedang dalam keadaan baik atau tidak [1].

Pada umumnya, mesin secara normal di desain untuk beroperasi pada rentang temperatur tertentu. Agar memiliki emisi yang rendah, konsumsi bahan bakar yang baik dan performa yang konsisten [2]. Suhu mesin biasanya relatif tinggi pada pemakaian dalam jangka waktu yang lama atau dalam pemakaian dengan medan yang berat. Namun apabila dalam pemakaian dalam jangka waktu yang singkat atau dalam pemakaian dengan medan yang ringan suhu mesin mencapai temperatur yang tinggi ataupun sampai mengalami *overheating*, berarti terdapat suatu kesalahan pada sistem pendinginannya seperti kurangnya air pada radiator, bocornya tutup radiator, bocornya saluran pendinginan, tidak berjalannya pompa air dan sebagainya. *Overheating* dapat menyebabkan kerusakan pada bagian

internal mesin, baik itu kerusakan ringan ataupun kerusakan yang berat [3]. *Overheating* juga dapat mengakibatkan mesin mati secara tiba-tiba [4].

Umumnya pendeteksi suhu cairan pendingin mesin menggunakan sistem analog yang hanya menggunakan jarum dan skala untuk mengetahui suhunya, sistem analog ini biasanya tidak akurat dengan keadaan mesin sebenarnya. Banyak pengemudi yang lalai dan mengabaikan jarum penunjuk temperatur ini sehingga terjadinya *overheating* pada kendaraan, atau lebih buruknya lagi dapat membuat kendaraan terbakar karena suhu yang terlampaui tinggi pada cairan pendingin mesin dan pada mesin kendaraan itu sendiri. Maka dari itu perlu ditambahkan perangkat alarm khusus yang memperingatkan pengemudi jika mesin akan mengalami *overheating* sehingga dapat meminimalisir risiko kerusakan pada mesin [5]. Perangkat tersebut menggunakan mikrokontroler sebagai pengontrol temperatur dan menggunakan sensor suhu untuk membaca suhu mesin [6].

Berikut ini adalah beberapa penyebab terjadinya *overheating*:

1. Kegagalan kipas pendingin, yaitu kondisi ketika kipas tidak dapat berputar atau berputar pada kecepatan yang tidak seharusnya.
2. Tidak cukupnya medium pendingin, yaitu ketika cairan pada radiator tidak dalam keadaan cukup. Keadaan tersebut dapat diakibatkan oleh bocornya radiator.
3. Kerusakan termostat.
4. Tersumbatnya tangki penampung air sehingga mengganggu sirkulasi cairan pendingin dan menyebabkan tekanan pada pipa cairan pendingin.

5. Kerusakan pompa air.
6. Rusaknya silinder mesin sehingga gesekan piston pada ruang bakar menyebabkan panas yang berlebih [7].

2.2 Relay

Relay adalah sebuah sakelar yang berfungsi secara elektronik. Relay menggunakan elektromagnetik untuk menyambung dan memutus kontak. Pada relay terdapat sebuah tuas sakelar dengan lilitan pada sebuah batang besi dan ketika lilitan tersebut dialiri listrik maka tuas sakelar akan tertarik karena adanya gaya magnet yang mengakibatkan kontak sakelar akan tertutup. Pada saat arus listrik diputus maka lilitan tidak dialiri listrik dan tuas sakelar kembali ke posisi semula sehingga kontak sakelar akan kembali terbuka [8].

Adapun fungsi dari relay adalah:

1. Untuk melakukan fungsi logika.
2. Untuk melakukan fungsi *delay* (penundaan waktu).
3. Untuk mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan bantuan sinyal tegangan rendah.
4. Untuk melindungi komponen dari kelebihan tegangan dan hubungan singkat (*short*) [9].

Prinsip kerja relay sama dengan kontaktor magnet yaitu sama-sama berdasarkan kemagnetan yang dihasilkan oleh lilitan, jika lilitan tersebut diberi sumber listrik. Berdasarkan sumber listrik yang masuk maka relay dibagi menjadi 2 macam yaitu relay DC dan relay AC, besar tegangan DC yang masuk pada lilitan relay bervariasi

sesuai dengan ukuran yang tertera pada *body* relay tersebut diantaranya relay dengan tegangan 6 Volt, 12 Volt, 24 Volt, 48 Volt, sedangkan untuk tegangan AC sebesar 220 Volt. Relay terdiri dari lilitan dan kontak, lilitan adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedangkan kontak adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di lilitan. Terdapat dua jenis kontak relay yaitu *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan terbuka), dan *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan tertutup). Prinsip kerja dari relay yaitu ketika lilitan mendapat listrik, maka akan timbul gaya elektromagnetik yang akan menarik *armature* yang berpegas, dan kontak akan menutup.

Adapun spesifikasi dari modul relay *2 channel*, sebagai berikut:

1. Menggunakan tegangan rendah, 5V, sehingga dapat langsung dihubungkan pada sistem mikrokontroler.
2. Tipe relay adalah SPDT (*Single Pole Double Throw*): 1 *COMMON*, 1 NC (*Normally Close*), dan 1 NO (*Normally Open*).
3. Memiliki daya tahan sampai dengan 10A.
4. Pin pengendali dapat dihubungkan dengan *port* mikrokontroler mana saja, sehingga membuat pemrogram dapat dengan leluasa menentukan pin mikrokontroler yang digunakan sebagai kontroler.
5. Dilengkapi rangkaian penggerak (*driver*) relay dengan level tegangan TTL sehingga dapat langsung dikendalikan oleh mikrokontroler.
6. *Driver* bertipe “*active high*” atau kumparan relay akan aktif saat pin kontroler diberi logika “1”.
7. Driver dilengkapi rangkaian peredam GGL induksi sehingga tidak akan membuat reset sistem mikrokontroler. *Connection*: 1. VCC connect to 5V 2.

GND connect to GND 3. 1N1-1N2 relay control interface connected MCU's IO port.

2.3 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah sebuah sensor suhu yang dapat digunakan pada kondisi lingkungan yang sulit, seperti cairan kimia, tambang, tanah, dll . Sensor ini menyediakan data 9-bit hingga 12-bit melalui 1-wire bus yang berarti sensor ini hanya memerlukan 1 jalur data untuk berkomunikasi dengan mikroprosesor. DS18B20 dapat mengukur temperatur dari -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$ dengan akurasi kurang lebih $0,5^{\circ}\text{C}$ pada -10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$. Memiliki resolusi yang dapat di setel dari 9-bit hingga 12-bit.[10]

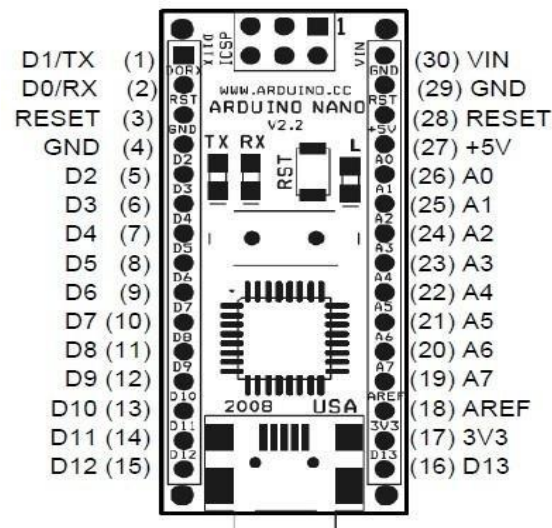
2.4 Kunci Kontak

Kunci kontak adalah suatu alat yang berfungsi untuk menyambung dan memutuskan kelistrikan pada kendaraan. Kunci kontak memiliki beberapa posisi kunci yang berbeda beda fungsinya, yaitu:

1. *OFF* adalah posisi ketikaseluruh kelistrikan dalam keadaan tidak terhubung
2. *ACC* (Accesories) adalah posisi ketika hanya aksesoris pada mobil yang terhubung dengan listrik dari aki
3. *ON* adalah posisi ketika koil pengapian dalam keadaan terhubung
4. *START* adalah posisi ketika kontak menghubungkan motor starter untuk menghidupkan kendaraan. [11]

2.5 Arduino Nano

Arduino Nano adalah sebuah papan mikrokontroler yang berbasis dari ATmega328. Arduino Uno mempunyai *input/output* digital sebanyak 14 buah pin dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM. Selain itu Arduino Nano juga memiliki 6 pin *input* analog dan kristal yang bekerja pada 16Mhz. Arduino Nano memiliki tegangan operasi sebesar 5V dengan *input* tegangan yang disarankan sebesar 7-12V dan memiliki batas tegangan yang dapat ditoleransi sebesar 6-20V. Arus pada pin *input/output* sebesar 40mA dan memiliki penyimpanan berupa *flash memory* sebesar 32kb dimana 2kb sudah digunakan oleh *bootloader*. Berikut ini adalah gambar pin pada Arduino Nano.



Gambar 2.1 Pin pada Arduino Nano

2.5.1 Konfigurasi Pin Arduino Nano

Konfigurasi pin Arduino Nano. Arduino Nano memiliki 30 pin. Berikut konfigurasi pin Arduino Nano.

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya digital.
2. GND merupakan pin *ground* untuk catu daya digital.

3. AREF merupakan referensi tegangan untuk *input* analog serta digunakan dengan fungsi analog *reference()*.
4. *RESET* merupakan jalur *LOW* yang digunakan untuk *me-reset* (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol *reset* pada *shield* yang menghalangi papan utama Arduino
5. Serial RX (0) merupakan pin sebagai penerima TTL data serial.
6. Serial TX (1) merupakan pin sebagai pengirim TT data serial.
7. *External Interrupt* (Interupsi Eksternal) merupakan pin yang dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.
8. *Output PWM 8 Bit* merupakan pin yang berfungsi untuk data analog *Write()*.
9. SPI merupakan pin yang berfungsi sebagai pendukung komunikasi.
10. LED merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang diset bernilai *HIGH*, maka LED akan menyala, ketika pin diset bernilai *LOW* maka LED padam. LED tersedia secara *built-in* pada papan Arduino Nano.
11. *Input Analog (A0-A7)* merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang dapat diukur/diatur dari mulai *Ground* sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan fungsi *analogReference()*.

2.5.2 Sumber Daya Arduino Nano

Arduino Nano dapat diaktifkan menggunakan koneksi USB Mini-B, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan belum teregulasi antara 6-20 Volt yang dihubungkan melalui pin VIN, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan teregulasi 5 Volt melalui pin 5V. Sumber daya akan secara otomatis dipilih dari sumber tegangan yang lebih tinggi. *Chip* FT232RL pada Arduino Nano akan aktif apabila memperoleh daya melalui USB, ketika Arduino Nano diberikan daya dari luar (Non-USB) maka *chip* FTDI tidak aktif dan pin 3.3V pun tidak tersedia (tidak mengeluarkan tegangan), sedangkan LED TX dan RX pun berkedip apabila pin digital 0 dan 1 berada pada posisi *HIGH*.

2.5.3 Spesifikasi Arduino Nano

Adapun spesifikasi dari Arduino Nano adalah sebagai berikut:

1. Jenis mikrokontroler: Atmega328
2. Tegangan operasi: 5 Volt
3. Tegangan disarankan: 7 - 12 Volt
4. Batas tegangan: 6 - 20 Volt
5. Pin *input/output* digital: 14
6. Pin PWM: 6
7. Pin *input analog*: 8
8. Arus per pin: 40 Ma
9. *Memory flash*: 32 KB (2 KB untuk *bootloader*)
10. SRAM: 2 KB
11. EEPROM: 1 KB

12. *Clock speed*: 16 MHz

13. Panjang: 4,3 cm

14. Lebar: 1,8 cm

15. Berat: 5 gram

2.6 Buzzer

Buzzer ialah komponen elektronik yang berfungsi mengubah getaran listrik menjadi getaran suara, dapat digunakan sebagai indikator bahwa suatu proses telah selesai atau *reminder* jika terjadi suatu masalah pada alat (alarm). Spesifikasi yang dimiliki oleh *buzzer* dapat ditulis pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Spesifikasi *Buzzer*

Parameter	Deskripsi	Min	Max	Units
Tegangan operasi		3	16	Vdc
Konsumsi arus			50	mA
Tingkat tekanan suara	30 cm	102		dB
Suhu operasi		-30	85	°C
Frekuensi terukur		2300	3300	Hz
Suhu penyimpanan		-40	90	°C

2.7 Software Arduino IDE

IDE Arduino adalah perangkat lunak yang canggih dan menggunakan bahasa C.

IDE Arduino terdiri dari 3 komponen penting yaitu :

1. Editor Program

Editor Program merupakan sebuah jendela yang digunakan *user* dalam menuliskan dan edit program dalam bahasa *processing*.

2. *Compiler*

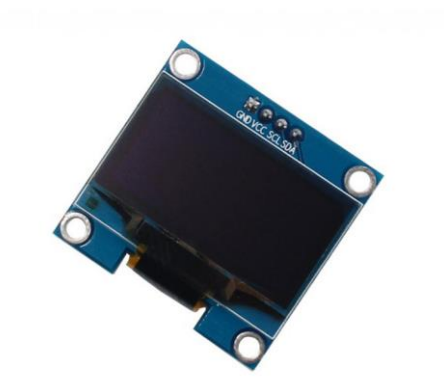
Compiler merupakan modul yang digunakan untuk mengubah kode program atau bahasa *processing* menjadi kode-kode biner agar mikrokontroler dapat mengakses perintah yang diberikan melalui kode biner.

3. *Uploader*

Uploader merupakan modul yang memuat kode biner dari suatu komputer ke dalam memori yang berada dalam papan Arduino [12].

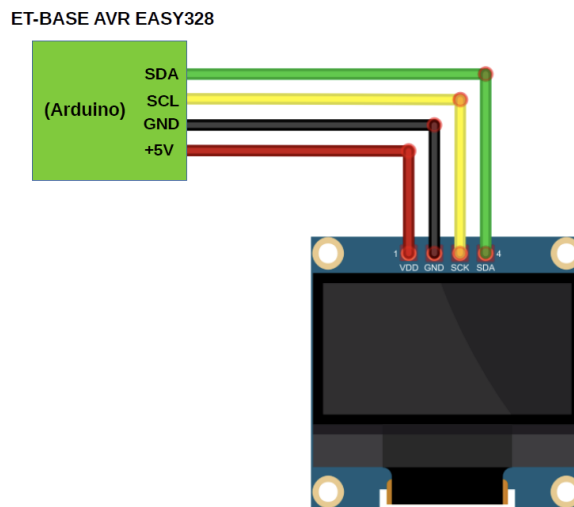
2.8 LCD OLED 1,3 Inch Display

LCD OLED adalah suatu media *display out* pada Arduino yang berfungsi untuk menampilkan data. LCD ini memiliki ukuran 1,3 inci dan memiliki resolusi 128x64 *pixel*. Kelebihan LCD ini dari pada LCD biasanya adalah memiliki gambar yang tajam serta konsumsi daya yang rendah. Berikut ini adalah gambar dari LCD OLED 1,3 *inch*.



Gambar 2.2 LCD OLED 1,3 Inch

Adapun susunan pin pada LCD OLED 1,3 *inch* adalah seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Susunan Pin LCD OLED 1,3 *inch*

LCD OLED 1,3 *inch* memiliki 4 buah pin dengan fungsi sebagai berikut:

1. VDD : *Power Supply* LCD menggunakan 3,3V-5V
2. GND : *Ground*
3. SCK :SCL dari antarmuka I2c
4. SDA :SDA dari antarmuka I2c

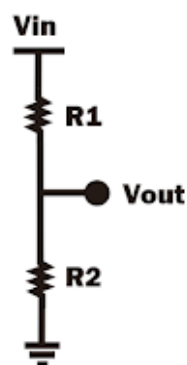
2.9 Radiator

Radiator adalah suatu alat yang berfungsi untuk memindahkan energi panas dari satu medium ke medium lainnya yang bertujuan untuk mendinginkan atau memanaskan. Radiator bekerja dibantu dengan menggunakan pompa air, termostat dan kipas. Pompa air berfungsi untuk mengalirkan air yang bersuhu lebih dingin menuju ke mesin untuk mendinginkan mesin, sedangkan air bersuhu lebih panas yang berasal dari mesin dialirkan ke radiator untuk didinginkan kembali. Termostat terletak pada saluran air atau cairan pendingin, tepatnya saluran air dari mesin yang mengarah ke radiator. Air akan dipompa oleh pompa air menuju ke mesin kemudian air akan mengalir melewati *water jacket* (jalur air yang mengitari mesin).

Bersamaan dengan proses tersebut, air pendingin akan menangkap suhu panas yang ada di mesin, dan akan keluar dari melewati selang, lalu masuk ke bagian atas radiator. Setelah itu, akan terjadi pengurangan suhu yang dibawa oleh air pendingin di dalam radiator. Suhu panas akan dibuang melalui kisi-kisi kecil yang ada di dalam radiator. Panas dari kisi-kisi akan pindah ke udara karena dibantu oleh kipas yang terpasang dibalik radiator untuk mendinginkannya. Suhu air akan turun setelah melalui kisi-kisi radiator, lalu keluar dari selang bagian bawah radiator dan dipompa kembali menuju ke mesin untuk melakukan proses penurunan suhu lagi. Proses ini dilakukan berulang-ulang, serta terjadi ketika mesin dalam suhu maksimal. Suhu optimal cairan pendingin mesin yang berada pada radiator berkisar antara 50°C sampai dengan 95°C tergantung jenis, merek, dan spesifikasi kendaraan [13].

2.10 Pembagi Tegangan

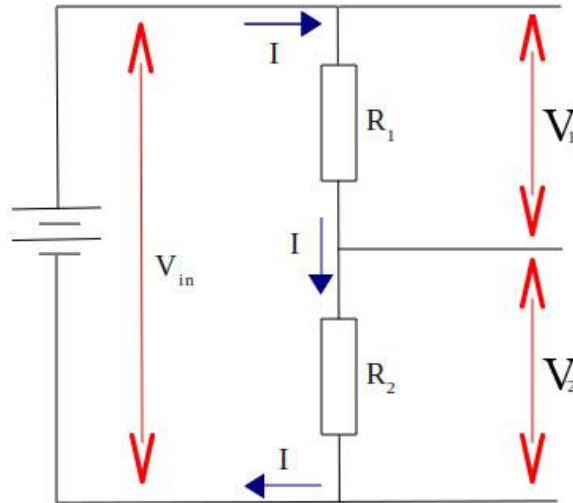
Pembagi tegangan adalah rangkaian sederhana yang dapat mengubah tegangan listrik tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah, fungsi dari rangkaian pembagi tegangan adalah membagi tegangan *input* menjadi beberapa tegangan *output* [14]. Rangkaian pembagi tegangan pada dasarnya dapat dibuat dengan dua buah resistor. Rangkaian pembagi tegangan dijelaskan pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Rangkaian pembagi tegangan

Rangkaian pembagi tegangan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (2.1)$$



Gambar 2.5 Prinsip kerja pembagi tegangan

Prinsip kerjanya adalah seperti pada gambar 2.5, tegangan *input* V_{in} dibagi menjadi dua buah tegangan yaitu tegangan V_1 dan V_2 . Berdasarkan Hukum Ohm dapat diketahui bahwa nilai V_1 sama dengan kuat arus (I) kali resistor R_1 dan V_2 sama dengan kuat arus (I) kali resistor R_2 . Sedangkan nilai I adalah tegangan V_{in} dibagi resistor total (R_{total}) yang merupakan hasil dari resistor R_1 ditambah resistor R_2 .

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan pada bulan Januari 2020 sampai bulan Juni 2020 di Laboratorium Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Sensor suhu DS18B20: 1 unit
2. Arduino Nano: 1 unit
3. Relay *Board* 12V: 1 unit
4. LCD OLED 1,3 Inch: 1 unit
5. Baterai 12V: 1 unit
6. *Buzzer*: 1 unit
7. *Variable Power Supply*: 1 unit
8. Laptop: 1 unit
9. *Software* Arduino IDE
16. Solder: 1 unit
17. Timah
18. Kabel

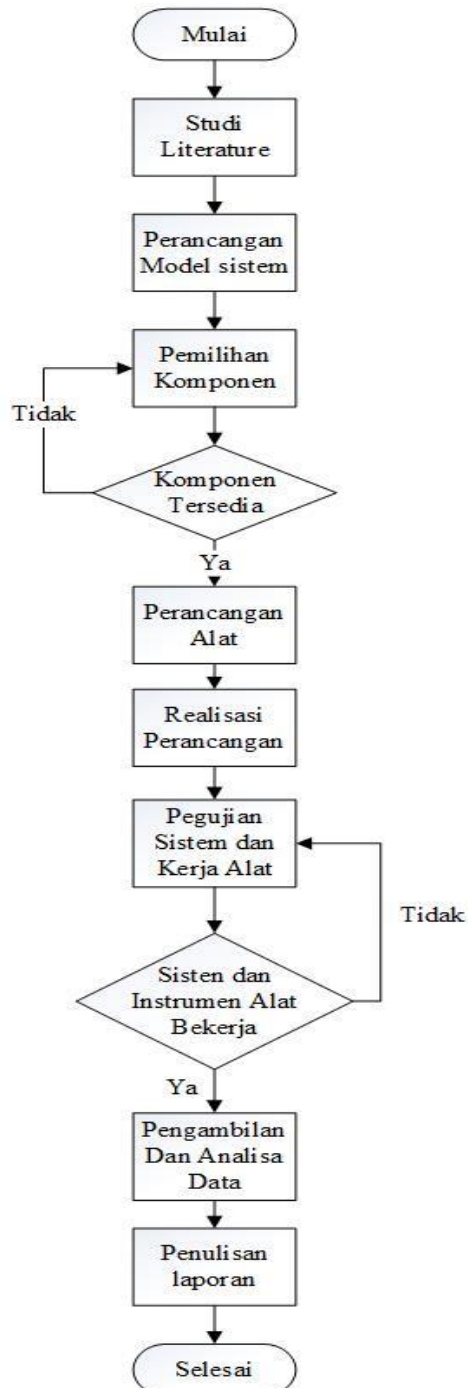
3.3 Spesifikasi Alat

Adapun spesifikasi dari alat ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan baterai 12V sebagai sumber tegangan.
2. Pembacaan suhu cairan pendingin menggunakan sensor suhu DS18B20.
3. Menggunakan Arduino Nano sebagai kontroler utama.
4. Pemrograman menggunakan *software* Arduino IDE.
5. Pembacaan tegangan menggunakan pembagi tegangan.
6. Pembacaan suhu dan tegangan ditampilkan pada LCD OLED 1,3 *inch*.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir pada penelitian ini dituliskan dalam *flowchart* sebagai berikut:



Gambar 3.1 Blok Diagram Alir Penelitian

3.5 Metode Pengujian

Pengujian dilakukan di laboratorium dengan simulasi menggunakan air yang dipanaskan hingga mendidih untuk mensimulasikan keadaan pada mesin dan kemudian dilihat pembacaan suhu apakah kipas, *buzzer* dan kontak bekerja pada suhu *set point* yang telah ditentukan. pengujian menggunakan 2 buah relay dan 1 buah *buzzer*. Relay 1 yaitu *normally open* berfungsi sebagai relay untuk kipas dan relay 2 yaitu *normally closed* berfungsi untuk pengapian mesin. Langkah pertama ketika alat dihidupkan, alat akan membaca suhu. Apabila suhu mencapai *set point* pertama yaitu 80°C, maka relay 1 (kipas) akan hidup dan kipas akan nonaktif ketika suhu dibawah 75°C. Apabila suhu mencapai *set point* kedua yaitu 90°C, maka *buzzer* akan hidup bersamaan dengan posisi relay 1 (kipas) yang masih berada pada posisi hidup. Apabila suhu mencapai *set point* 3 yaitu 100°C, maka relay 2 (pengapian) akan aktif sehingga mesin mati, relay 1 (kipas) dan *buzzer* tetap berada pada posisi menyala. Mesin dapat dinyalakan kembali ketika suhu mesin berada dibawah 84°C. Pengujian sistem pemantau tegangan dilakukan dengan menggunakan *power supply variable* dengan cara mengubah tegangan pada *power supply* dan memastikan pembacaan sistem sesuai dengan tegangan pada *power supply*. Ketika alat dihidupkan, alat akan membaca tegangan aki. Apabila tegangan dibawah 11V atau diatas 14.5V, maka *buzzer* akan berbunyi untuk memberikan peringatan.

3.6 Metode Kalibrasi

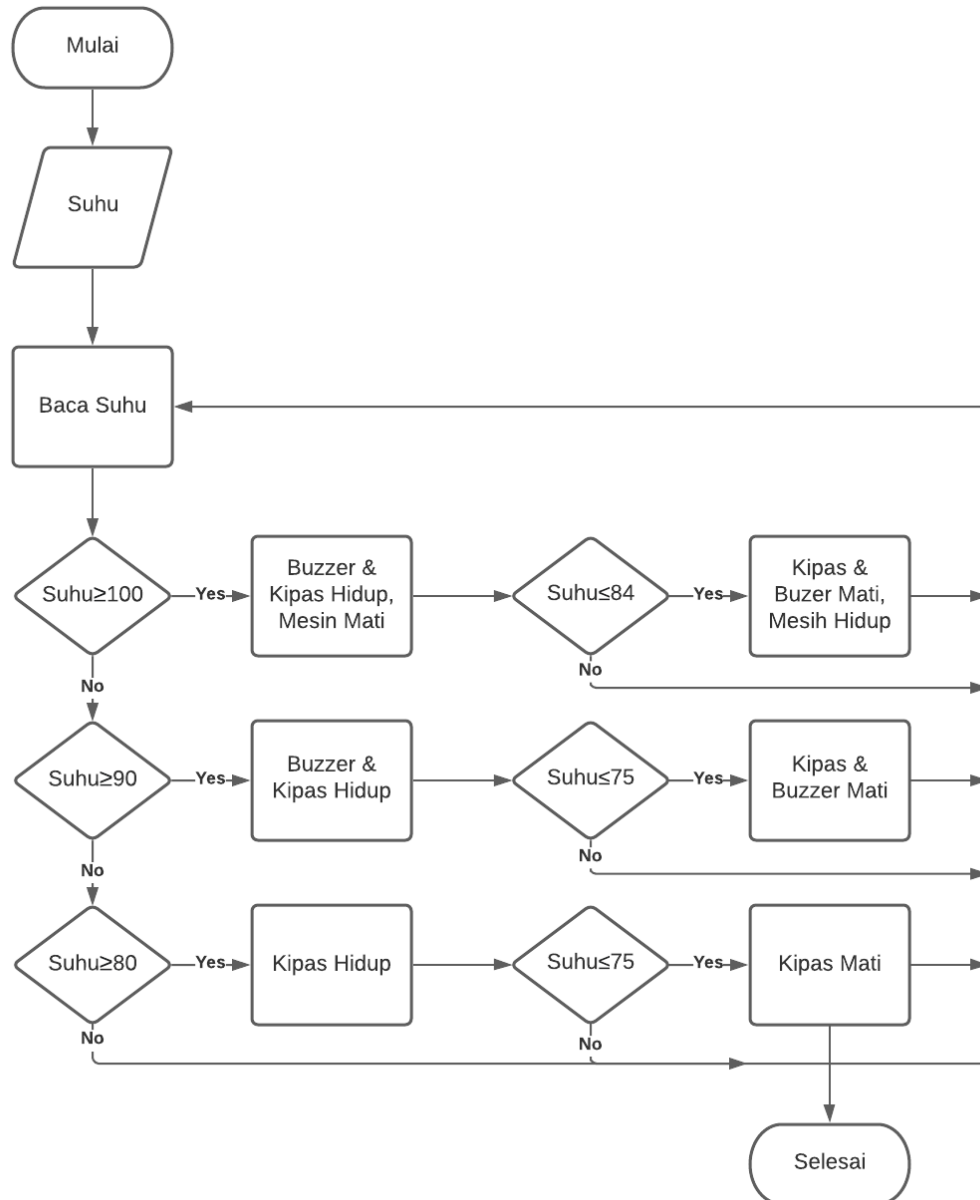
Kalibrasi pada sensor suhu dilakukan dengan melakukan pemanasan pada air, kemudian sensor DS18B20 dan termometer digital dimasukkan ke dalam air yang

dipanaskan. Air dipanaskan selama 14 menit dan pada setiap menitnya dilakukan pencatatan suhu untuk membandingkan data antara sensor suhu DS18B20 dengan termometer digital.

Kalibrasi pada sensor tegangan dilakukan dengan cara membandingkan tegangan yang dikeluarkan oleh *power supply* variabel Riden RD 6006. Pembacaan tegangan dilakukan menggunakan sensor tegangan dan *multitester* Sanwa CD800a, pengujian dilakukan mulai dari tegangan 8V hingga 20V. Kemudian membandingkan data dari sensor tegangan dan *multitester* Sanwa CD800a.

3.7 Diagram Alir Sistem

Berikut ini adalah diagram alir sistem proteksi *overheating*:



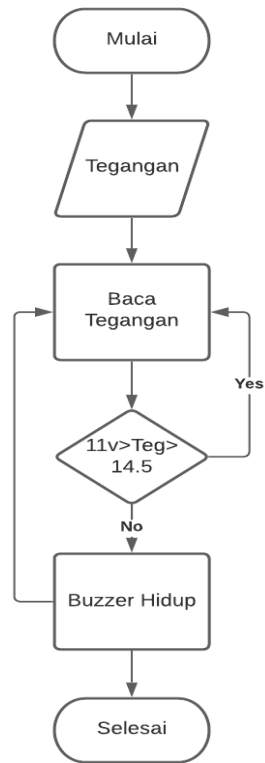
Gambar 3.2 Diagram Alir Sistem Proteksi *Overheating* pada Mesin

Pada *flowchart* diatas menunjukkan kondisi saat suhu kurang dari 80°C, Arduino Nano belum memberikan perintah, sehingga kipas dan *buzzer* masih ada pada posisi mati sedangkan pengapian kendaraan ada pada posisi terhubung. Suhu mesin akan

naik ketika mesin bekerja dan ketika suhu mencapai 80°C, maka Arduino Nano akan memberikan perintah sehingga kipas menyala, pengapian terhubung dan *buzzer* masih dalam keadaan belum berbunyi. Jika selama kipas hidup dan memberikan pendinginan mesin yang optimal, maka saat suhu mencapai 75°C kipas akan mati.

Namun, ketika suhu terus naik hingga mencapai *set point* di suhu 90°C, Arduino Nano akan memerintahkan untuk menghidupkan *buzzer* dengan kondisi kipas dan mesin masih menyala. Ketika suhu terus mengalami peningkatan hingga 100°C yaitu pada saat suhu cairan hampir mencapai suhu kritisnya, maka Arduino Nano akan memerintahkan untuk memutus pengapian kendaraan sehingga mesin akan mati. Sedangkan kipas dan *buzzer* akan tetap hidup untuk membantu proses pendinginan. Mesin belum dapat dihidupkan ketika suhu belum mencapai 84°C.

Berikut ini adalah diagram alir pemantau tegangan

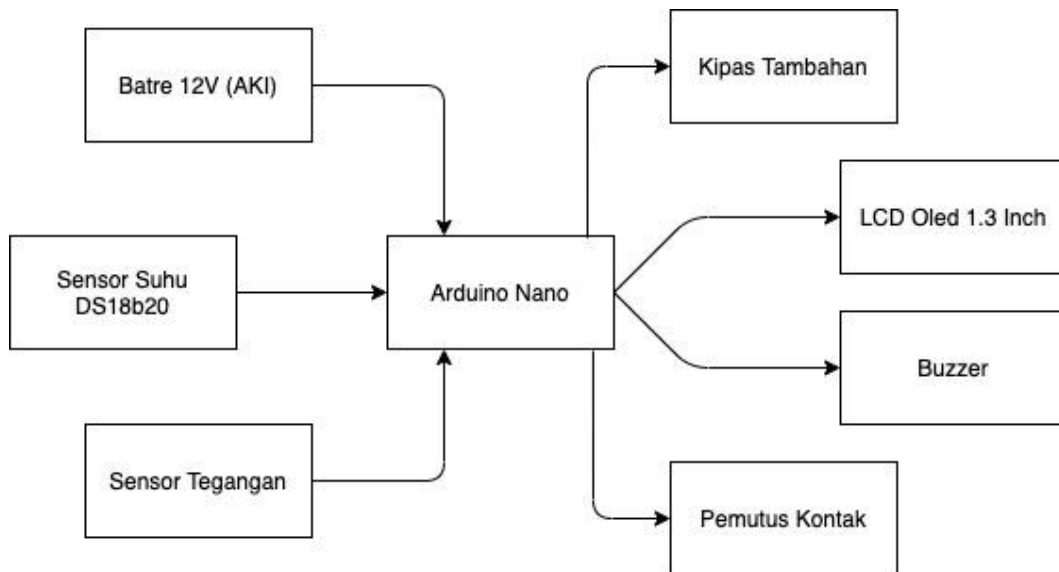


Gambar 3.3 Diagram Alir Sistem Pemantau Tegangan Aki

Flowchart diatas menjelaskan bahwa ketika tegangan aki kurang dari 11 Volt atau lebih dari 14.5 Volt maka *buzzer* akan hidup untuk memberikan peringatan.

3.8 Diagram Blok Sistem

Adapun diagram blok sistem adalah sebagai berikut:



Gambar 3.4 Diagram Blok Sistem

Pada sistem ini terdapat aki, sensor suhu DS18b20, sensor tegangan, Arduino Nano, kipas, LCD Oled 1,3 *Inch*, *buzzer*, dan pemutus kontak. Sensor DS18b20 berfungsi sebagai sensor suhu. Sensor tegangan dibuat menggunakan pembagi tegangan. Informasi dari sensor suhu dan sensor tegangan kemudian diproses menggunakan Arduino Nano dan keluaran datanya ditampilkan pada LCD Oled 1.3 *Inch*. Kipas tambahan berfungsi untuk mendinginkan mesin apabila suhu yang terbaca oleh sensor suhu DS18b20 tinggi. Apabila suhu yang terbaca tidak turun, maka pemutus kontak akan memutus pengapian mesin dan mengakibatkan mesin mati. *Buzzer* berfungsi apabila suhu telah melebihi ambang batas atau tegangan aki yang terbaca oleh sensor suhu terlalu rendah atau terlalu tinggi. Aki berfungsi sebagai sumber daya dari sistem.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Adapun simpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian ini yaitu :

1. Telah terealisasinya Sistem Proteksi *Overheating* Mesin dan Pemantau Tegangan Aki menggunakan Arduino Nano dengan sensor suhu DS18B20 untuk pembaca suhunya dan pembagi tegangan untuk pembaca tegangan aki.
2. Dapat menghidupkan kipas pada suhu 80°C dan mematikan kipas pada suhu 75°C secara otomatis serta dapat memutus pengapian kendaraan ketika suhu mencapai 100°C berdasarkan suhu cairan pendingin.
3. Dapat memberi peringatan apabila tegangan aki berada di atas 14.5V atau di bawah 11V.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diajukan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Dapat melihat kondisi suhu dan tegangan aki melalui *interface* PC atau *handphone* Android.
2. Dapat menambahkan parameter lain seperti tekanan oli dan GPS *tracker*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hidayat, Wahyu. 2012. Motor Bensin Modern. Rineka cipta. Jakarta.
- [2] Momin, M. S., Kader, M. G., Roy, P., Hasan, M. S., & Zuhane, M. M. (2016, September). Automatic Signal and Alarming System To Avoid Engine Overheating. 03(13).
- [3] Bluestar Inspections. *Your Engine's Cooling System*. https://www.bluestar.com/get_informed/article/your-engines-cooling-system/. diakses Juni 2020
- [4] Sandrayanto, Andika Nur., K. F. Mauladi. 2017. Sistem Pakar Diagnosa Overheating Pada Kendaraan Bersistem Pendingin Air (Liquid Cooling System). Jurnal Teknik, 9(1-5).
- [5] Cahyonyo, Moh. 2015. Rancang Bangun Proteksi Mesin Mobil Terhadap Panas (*Overheating*) dan Peringatan Terhadap Perubahan Tegangan Untuk Mencegah Kerusakan Aki. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
- [6] Indriani, Anizar et al. Pemanfaatan Sensor Suhu LM 35 Berbasis Microcontroller ATmega 8535 pada Sistem Pengontrolan Temperatur Air Laut Skala Kecil. Jurnal Rekayasa Mesin, [S.l.], v. 5, n. 2, p. pp.183-192, dec. 2014. ISSN 24776041
- [7] Xia, F. (2018). Research Review of Fault Diagnosis Method for High Engine Water Temperature. *Advances in Engineering Research*, 166.
- [8] Sulistiyanti, S. R., A Setiawan. 2006. Dasar Sistem Kendali ELT 307. Universitas Lampung. Lampung.
- [9] Arifianto, Deni. 2011. Kumpulan Rangkaian Elektronika Sederhana. Kawan Pustaka. Jakarta.
- [10] Rozaq, Imam Abdul, Noor Yulita. 2011. Uji Karakterisasi Sensor Suhu Ds18b20 Waterproof Berbasis Arduino Uno Sebagai Salah Satu Parameter Kualitas Air. Program Studi Teknik Elektro. Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
- [11] Haider, Arslan, dkk. 2017. A Smart Wireless Car Ignition System for Vehicle Security. Department of Engineering and Technology, University of Hertfordshire, Hatfield, Hertfordshire, UK
- [12] Feri, D. 2011. *Pengenalan Arduino*. Penerbit Elexmedia.
- [13] Gogineni, Prudhvi, Gada. Vinay, G. Suresh Babu. 2013. Cooling Systems in Automobiles & Cars. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)* ISSN: 2249 – 8958, Volume-2, Issue-4, April 2013
- [14] Wahid, A., Baig, M. F., & F. M. 2019. Design of Real Time Calibrated Digital Voltmeter Based on Arduino UNO. *UW Journal of Computer Science*, 02, 46-52.