

RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI DINI OVER HEAT MESIN KENDARAAN MELALUI SUHU AIR PENDINGIN

Arif Kurnia¹, Alex Surapati^{2*}, Indra Agustian³

^{1,2,3}Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu, Jalan. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu, Kode Pos 38371

*E-mail: alexsurapati@unib.ac.id

Diterima: 17 Mei 2022

Direvisi: 21 Juni 2022

Disetujui: 20 Agustus 2022

ABSTRAK

Saat ini belum ada sistem pendingin pada mesin kendaraan yang menggunakan instruksi suara dan tampilan yang memperingatkan pengemudi bahwa suhu kerja mesin telah melewati ambang batas yang telah ditentukan. Untuk mengatasi permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya maka dilakukan penelitian. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah alat atau perangkat yang dapat mendeteksi jika terjadi panas berlebih pada mesin kendaraan dengan menggunakan sensor DS18B20. Pada alat ini diberikan sistem peringatan dengan perintah suara dan tampilan yang menunjukkan keadaan temperatur kerja mesin pada saat itu. Metode yang digunakan adalah metode Kalman Filter digunakan untuk mereduksi noise pada pengukuran suhu dengan sensor DS18B20. Hasil pengukuran perubahan suhu rata-rata dengan menggunakan metode Kalman Filter adalah 0,019°C dan tanpa metode Kalman Filter adalah 0,58°C. Hasil perbandingan dengan menggunakan metode Kalman dan tanpa metode adalah filter noise pengukuran suhu yang didapatkan lebih kecil.

Kata kunci: *metode Kalman Filter, Panas berlebih, sensor DS18B20, system pendingin*

ABSTRACT

There is currently no cooling system in the vehicle's engine using voice and display instructions that warn the driver that the engine's working temperature has passed a predetermined threshold. To overcome the problems described previously, research was carried out. The result of this research is a tool or device that can detect if there is overheating in the vehicle engine using the DS18B20 sensor. In this tool a warning system is given with voice commands and a display that shows the state of the engine's working temperature at that time. In this study, the Kalman Filter method was used to reduce noise in temperature measurements by the DS18B20 sensor. The results of measuring changes in the average temperature using the Kalman Filter method are 0.019 ° C and without the Kalman Filter method are 0.58 ° C. Based on the results of these comparisons using the Kalman Filter method the temperature measurement noise obtained is smaller.

Keywords: *Kalman Filter Method, Over Heat, DS18B20 Sensor, Cooling System*

PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi mendorong manusia untuk selalu mempelajari ilmu pengetahuan dan teknologi. Penggunaan teknologi sudah banyak diterapkan dalam dunia otomotif khususnya pada mobil (Purba 2019). Sistem-sistem yang ada pada mobil bekerja saling berkaitan antara satu dengan yang lainnya, sehingga apabila salah satu dari sistem mobil mengalami gangguan, maka mobil akan mengalami kerusakan (Marjuki and Epriyandi 2021).

Pada saat mobil sedang beroperasi terjadi proses pembakaran pada mesin yang akan menghasilkan tenaga mekanis sehingga dapat menggerakkan mesin. Pada proses pembakaran adanya suhu panas yang tidak diinginkan. Akibat dari suhu panas yang berlebihan pada proses pembakaran akan merusak komponen pada mesin itu sendiri (Tobing et al. 2021). Salah satu cara untuk mengatasi panas tersebut yaitu pada mobil sudah terdapat sistem pendinginan. Sistem pendingin berfungsi untuk menurunkan suhu pada mesin saat terjadi proses pembakaran (Kristanto and Tirtoatmodjo 2000). Tujuan adanya sistem pendingin (*cooling system*) adalah agar temperatur mesin tetap pada temperatur kerjanya yaitu $70^{\circ}\text{C} - 90^{\circ}\text{C}$ sehingga bekerjanya dapat maksimal (Purwono and Rasma 2019). Jika tidak, maka mesin dapat mengalami kerusakan.

Sistem pendingin adalah suatu sistem yang dapat mengatasi terjadinya *over heating* (panas yang berlebihan) dan menjaga temperatur mesin agar tetap dalam kondisi yang ideal (Prasetyo and Pardana 2018). Mesin pembakaran dalam maupun luar melakukan proses pembakaran untuk menghasilkan energi dan dengan mekanisme mesin diubah menjadi tenaga gerak.

Panas akibat pembakaran yang berlebihan akan mengakibatkan komponen mesin yang berhubungan dengan panas pembakaran akan mengalami kenaikan temperatur yang berlebihan (*over heating*). Komponen-komponen mesin seperti torak dengan dinding silinder menjadi macet, dan kepala silinder akan menjadi retak, untuk mengatasi hal tersebut diperlukan sistem pendinginan.

Prinsip kerja sistem pendingin terdiri dari mensirkulasikan cairan pendingin (*coolant*) ke semua komponen mesin untuk menyerap panas yang dihasilkan oleh pembakaran dan gesekan

dengan memanfaatkan prinsip perpindahan atau transfer panas (Purwono and Rasma 2019). Panas selalu bergerak dari sumber panas ke sasaran yang suhunya lebih rendah (Ambarita 2017; Supu et al. 2016). Sumber panas dan sasaran ini dapat berupa besi, cairan, ataupun udara. Intinya terletak pada perbedaan suhu relatif diantara keduanya. Semakin besar perbedaan suhunya maka semakin besar pula panas yang dipindahkan. Setiap komponen *cooling system* memegang peranan dalam hal ini.

Cara kerja sistem pendingin yaitu *water pump* memompakan *coolant* dari radiator menuju sistem. Sistem yang dimaksud adalah berawal dari pendinginan oli pelumas mesin yang berada di *oil cooler* dan oli-oli pada sistem lainnya (Saputra and Ansori 2017). Lalu *coolant* tersebut menuju blok silinder (*cylinder block*) untuk mendinginkan *cylinder liner* dan ruang pembakaran. *Coolant* menuju *water jacket cylinder head* untuk mendinginkan *nozzle* atau *injector*, *intake* dan *exhaust valve* serta permukaan *cylinder head*, *coolant* tersebut lalu menuju termostat.

Gangguan yang terjadi pada sistem pendingin mobil ada banyak faktor, salah satunya mesin *over heat*. Gangguan tersebut bisa menyebabkan kerusakan pada komponen mesin karena pemuaiannya yang melebihi batas kemampuannya sehingga performa mesin berkurang.

Mesin yang mengalami *over heat* bisa disebabkan oleh sistem pendingin bocor, radiator tersumbat, *thermostat* tidak berfungsi, pompa air rusak dan tutup radiator bocor. Penyebab terjadinya *over heat* tersebut bisa dihindari dengan melakukan pengecekan secara rutin pada sistem pendingin agar tetap dalam kondisi baik (Purba 2019).

Termostat berfungsi mengatur membuka dan menutup aliran air pendingin ke radiator sehingga temperatur air pendingin terjaga pada suhu kerja ($70^{\circ}\text{C} - 90^{\circ}\text{C}$) ((Purwono and Rasma 2019). Untuk mencegah timbulnya *over heating* dan mempercepat tercapainya temperatur kerja *engine* pada saat mulai operasi. Termostat menyalurkan cairan pendingin ke-2 saluran, pada saat suhu kerja belum tercapai maka *coolant* belum masuk ke radiator sehingga di alirkan kembali menuju *water pump*, namun apabila suhu kerja sudah tercapai yaitu antara suhu $70^{\circ}\text{C} - 90^{\circ}\text{C}$ maka *coolant* akan dialirkan menuju radiator untuk

di dinginkan dengan bantuan *fan radiator* (Purwono and Rasma 2019). Aliran *coolant* dialirkan menuju radiator karena *thermostat* sudah mulai terbuka pada suhu 70°C dan akan membuka penuh pada suhu 90°C.

Radiator berfungsi sebagai pendingin air *engine* (Purnomo and Rasma 218AD). Titik didih air radiator dijaga diatas 110 °C oleh karena itu di beri tekanan 1.7 kg/cm². Tekanan yang terdapat di dalam sistem pendingin berkisar antara 0.3 – 0.9 kg/cm²(*gauge pressure*). Air pendingin atau air radiator adalah suatu cairan yang memiliki peranan penting dalam menjaga suhu kerja agar tetap stabil (Maksum, Sugiarto, and Saragih n.d.). Jenis-jenis air pendingin terdiri dari :

- Air biasa adalah salah satu cairan pendingin yang umum digunakan kendaraan roda empat. Air biasa atau air keran tidak terlalu bagus digunakan sebagai air pendingin, karena memiliki titik didih air yang rendah yaitu 100° C sehingga proses penguapan berlangsung cepat.
- Radiator *Coolant* adalah salah satu jenis cairan pendingin yang memiliki titik didih lebih tinggi dari pada air biasa yaitu sebesar 110° C.
- Radiator super *coolant* adalah salah satu jenis cairan pendingin yang memiliki titik didih lebih tinggi dari radiator *coolant* yaitu sebesar 130° C.
- Jenis air pendingin *antifreeze* dan *coolant protector* mirip dengan radiator super *coolant*, karena hampir memiliki titik didih yang sama.

Penggunaan *coolant* yang memiliki titik didih yang lebih tinggi dari pada titik didih air berpengaruh signifikan terhadap efektifitas radiator engine (Maksum et al. n.d.). Pompa air mengedarkan air dari mesin ke radiator dan kembali lagi ke radiator untuk memastikan aliran yang positif. Pompa jenis sentrifugal digunakan untuk membuat air mengalir secara teratur tanpa memerlukan tenaga yang berlebihan untuk mengendalikannya.

Secara prinsip penyebab dari *over heating* adalah aliran dari air pendingin dan udara pada radiator yang mengalami gangguan (Purwono and Rasma 2019). Berdasarkan hasil identifikasi belum ada mobil menggunakan petunjuk suara dan tampilan yang memberi peringatan kepada pengemudi bahwa suhu

kerja mesin telah melewati ambang batas yang telah ditentukan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan inovasi alat pendeteksi dini kerusakan pada mesin akibat panas berlebih dengan mendeteksi air pendingin menggunakan sensor DS18B20 (Imam, Apriaskar, and Djuniadi 2019). Sistem peringatan dini yang dibuat pada alat ini dengan menggunakan *speaker* untuk peringatan melalui suara, serta menambahkan LED dan LCD sebagai tampilan peringatan agar pengemudi cepat merespon jika mobil sudah mengalami *over heat*.

Suhu yang dihasilkan oleh mesin kendaraan diukur menggunakan thermometer. Sensor DS18B20 adalah salah satu jenis sensor suhu berfungsi untuk merubah besaran panas menjadi besaran tegangan (Imam et al. 2019). Sensor DS18B20 memiliki tipe *water proof*, sehingga sensor ini bisa digunakan sebagai alat ukur dan kontrol pemanas air (Inayah 2021).

Sinyal input dari sensor diterima, diolah dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya menggunakan *mikrokontroler* yaitu suatu *chip* berupa *IC (Integrated Circuit)* (Destiarini and Kumara 2019). Mikrokontroler arduino dapat diaktifkan menggunakan koneksi USB atau sumber daya eksternal. Sumber daya eksternal bisa menggunakan adaptor AC-DC atau baterai. Mikrokontroler arduino dapat beroperasi menggunakan daya eksternal dengan tegangan yang efektif 7 hingga 12 volt (Rozaq and DS Yulita 2017).

Besaran suhu ditampilkan melalui *Liquid Crystal Display (LCD)*. LCD adalah salah satu jenis alat yang digunakan sebagai media *display* (tampilan). Penampil (*display*) elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan angka, huruf atau simbol-simbol lainnya (Subagyo and Suprianto 2017). *LCD* dibuat dengan *CMOS logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya melainkan memantulkan cahaya yang ada di sekitarnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. Jumlah karakter yang dapat ditampilkan oleh sebuah LCD tergantung dari spesifikasi yang dimiliki.

Perubahan suhu secara signifikan pada mesin kendaraan sering tidak diketahui oleh pemakai karena hanya berupa lampu indikator, sehingga dibutuhkan suara untuk memberi peringatan.

DFPlayer mini adalah salah satu jenis modul MP3 dengan luaran yang telah disederhanakan langsung ke pengeras suara (*speaker*) (Beta and Astuti 2019). Modul ini dapat digunakan berdiri sendiri dengan baterai, spiker dan tombol tekan, atau dapat juga dikombinasikan dengan Arduino UNO atau perangkat lainnya dengan yang memiliki saluran Rx/Tx. *DFPlayer* mendukung format audio pada umumnya seperti MP3, WAV, WMA.

Pendugaan suhu udara berdasarkan data hasil pengukuran yang telah dilakukan secara berkala dan tanpa melibatkan faktor-faktor lain yang berpengaruh terhadap suhu udara dapat menggunakan metode *Discrete Kalman Filter* (Kalman Filter Diskrit) (Tengger and Ropiudin 2019). Kalman Filter adalah salah satu metode matematika yang dapat digunakan untuk menghitung estimator optimal suatu keadaan berdasarkan data yang tersedia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dari pengumpulan bahan-bahan berupa teori-teori dan metode yang mendukung penelitian, dilanjutkan dengan pengumpulan komponen-komponen yang digunakan berupa mikrokontroler, sensor dan alat pendukung perancang alat. Pada penelitian ini, akan digunakan metode *Metode Kalman Filter* untuk mengurangi *noise* dari pembacaan sensor DS18B20.

Sensor DS18B20 adalah salah satu jenis sensor suhu berfungsi untuk merubah besaran panas menjadi besaran tegangan (Rozaq and DS Yulita 2017). Sensor DS18B20 memiliki tipe *water proof*, sehingga sensor ini bisa digunakan sebagai alat ukur dan kontrol pemanas air (Rozaq and DS Yulita 2017).

Perhitungan perubahan suhu bertujuan untuk melihat kenaikan suhu yang terjadi. Perhitungan perubahan suhu dengan mengurangi suhu akhir dan suhu awal, sehingga diperoleh perubahan suhu (ΔT) (Rozaq and DS Yulita 2017), terlihat pada persamaan (1).

$$\Delta T = T_2 - T_1 \quad (1)$$

Perhitungan nilai rata-rata berdasarkan data hasil pengukuran yaitu dengan menjumlahkan semua nilai yang ada dan dibagi dengan data yang ada (Maksum et al. n.d.) menggunakan persamaan (2).

$$\text{Nilai rata - rata} = \frac{\text{Jumlah nilai}}{\text{Banyak data}} \quad (2)$$

Setelah dilakukan perhitungan nilai rata-rata, maka dilakukan perhitungan nilai *error*. Perhitungan *error* bertujuan untuk melihat tingkat akurasi dari suatu alat dihitung menggunakan persamaan (3).

$$\text{Error} = \frac{(\text{suhu sebenarnya} - \text{suhu terukur})}{\text{suhu sebenarnya}} \times 100\% \quad (3)$$

Proses penyaringan metode *Kalman Filter* terdiri dari tiga langkah, tahap pertama menghitung nilai *kalman gain* untuk memberikan nilai perkiraan. Kalman gain harus memenuhi pertidaksamaan $0 \leq K \leq 1$. Ketika kalman gain mendekati (K-1), pengukuran error yang diperoleh kecil. Ketika kalman gain mendekati (K-0), pengukuran error yang diperoleh semakin besar. Hasil dari kalman gain digunakan untuk tahap ke dua menghitung perkiraan data saat ini. Langkah ini juga memiliki dua input lainnya, estimasi sebelumnya dan nilai terukur.

Pada tahap ke tiga menghitung kesalahan baru dalam perkiraan berisi bagaimana data dikumpulkan, sumber data dan cara analisis data, disertai alur penelitian yang dilakukan dan hasil dari tahap ke dua. Setelah kesalahan baru dihitung, itu adalah umpan balik ke input dan itu menjadi kesalahan dalam perkiraan untuk iterasi berikutnya (Agbinya 2020).

Persamaan tahap satu dari metode Kalman gain sebagai berikut:

$$\text{Kalman Gain} = \frac{\text{Eest}}{(\text{Eest} + \text{Emes})} \quad (4)$$

Persamaan tahap ke dua perkiraan data saat ini:

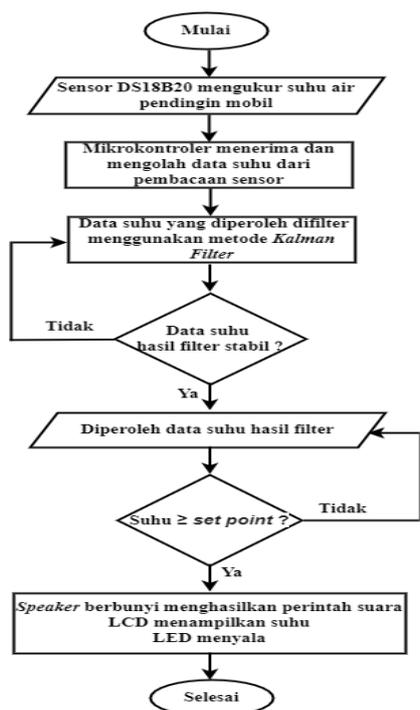
$$E_k = E_{k-1} + K(X - E_{k-1}) \quad (5)$$

Persamaan tahap ke tiga:

$$\text{Eest}(k) = (1 - K) \text{Eest}(K - 1) \quad (6)$$

Flowchart Sistem Keseluruhan Alat

Metode pelaksanaan penelitian digambarkan pada *flowchart* perancangan alat dapat dilihat pada Gambar 1 berikut. Perancangan alat dimulai dari proses pembacaan alat mulai dari mendeteksi suhu air pendingin sampai selesai.

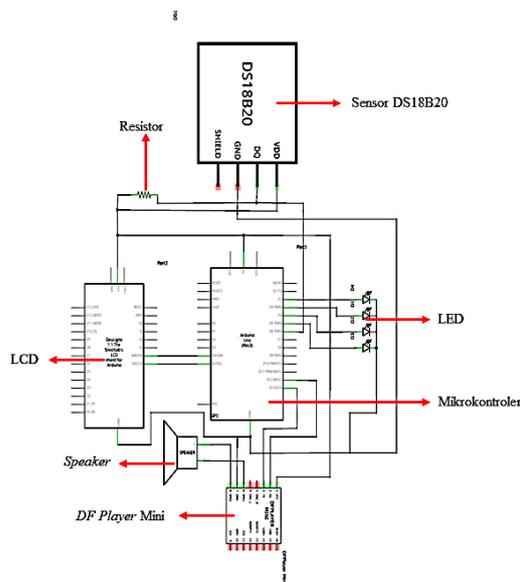


Gambar 1. Perancangan Alat

Pada tahap awal sensor DS18B20 akan mengukur suhu air pendingin, selanjutnya mikrokontroler menerima dan mengolah data dari pembacaan sensor. Data suhu dari pengolahan mikrokontroler, selanjutnya masuk ke tahap pembacaan metode *Kalman Filter* agar suhu air pendingin yang terukur menjadi lebih stabil. Hasil pembacaan dari metode *Kalman Filter* sebagai pembacaan suhu yang terukur untuk mengaktifkan *output* berupa *speaker*, LED dan LCD

Desain Rangkaian Alat

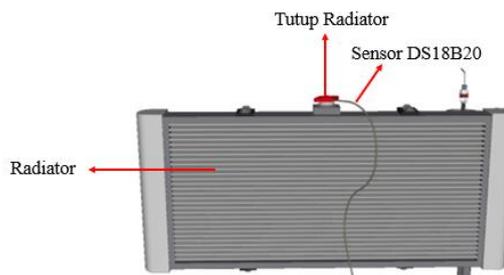
Tahap penelitian selanjutnya adalah dengan membuat desain rangkaian alat untuk memudahkan peneliti dalam merancang bangun alat. Pembuatan desain rangkaian alat dilakukan dengan menggunakan aplikasi *fritzing*. Desain rangkaian alat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Alat

Pembuatan Desain Alat

Pembuatan desain perancangan alat ini menggunakan *software sketchup* versi 2018. Desain digunakan sebagai dasar dalam membuat rancang bangun alat pendeteksi dini over heat pada mesin kendaraan. Desain menggambarkan posisi sensor DS18B20 yang dipasang pada radiator mesin kendaraan, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Posisi Sensor DS18B20 dicelupkan pada Air Pendingin

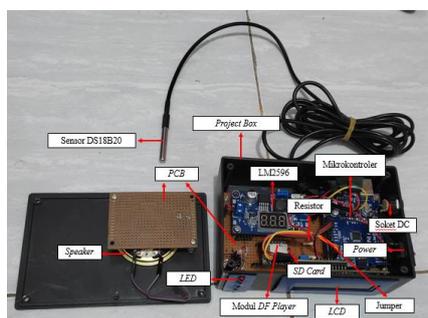
Berdasarkan gambar rangkaian alat dan desain, maka dilakukan perakitan terhadap komponen penyusun alat tersebut. Setelah alat pendeteksi selesai dibuat kemudian dilakukan pemasangan. Pemasangan alat pendeteksi yang terhubung dengan sensor DS18B20 diletakkan pada *dashboard* mobil, agar pengemudi mobil lebih cepat menerima peringatan yang diberikan oleh alat. Posisi alat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Posisi Alat Pada Dashboard Mobil

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap awal dilakukan perancangan alat secara keseluruhan. Perancangan alat dilakukan setelah semua pengujian komponen selesai dilakukan. Adapun hasil perancangannya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Perancangan Alat

Gambar 5 menunjukkan hasil perancangan rangkaian alat dengan komponen-komponen yang sudah dirakit menjadi satu pada *project box*. Prinsip kerja dari alat ini yaitu pada saat sensor DS18B20 dicelupkan ke air radiator pada mobil, sensor tersebut akan mendeteksi suhu air pendingin yang terukur dan menampilkan suhu yang terukur melalui LCD. Pada saat suhu air pendingin sudah mencapai *set point* dari suhu kerja mesin, maka akan menghasilkan *output* berupa peringatan suara melalui *speaker* dan LED akan menyala sebagai indikator peringatan.

Peringatan alat pendeteksi dini mobil mengalami *over heat*. Peringatan yang diberikan untuk pengemudi ada tiga, yaitu *speaker*, LED dan LCD. Keluaran peringatan pada *speaker* menyatakan kondisi suhu mesin saat digunakan. LED menunjukkan tingkat panas mesin berdasarkan warna lampu, sedangkan LCD menampilkan tulisan kondisi mesin. Peringatan alat tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Peringatan Untuk Pengemudi Mobil

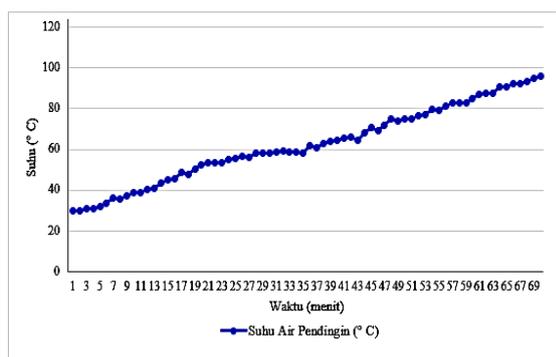
No	Suhu (° C)	Isi Komentar
1.	Suhu ≥ 60	<i>Speaker</i> : <i>output</i> suara “suhu mesin di atas enam puluh derajat <i>celcius</i> ”.
2.	Suhu ≥ 70	<i>Speaker</i> : <i>output</i> suara “suhu mesin di atas tujuh puluh derajat <i>celcius</i> ”. LED warna biru menyala.
3.	Suhu ≥ 80	<i>speaker</i> : <i>output</i> suara “suhu mesin di atas delapan puluh derajat <i>celcius</i> ”. LED warna hijau menyala.
4.	Suhu ≥ 90	<i>speaker</i> : <i>output</i> suara “suhu mesin di atas sembilan puluh derajat <i>celcius</i> ”. LED warna kuning menyala.
5.	Suhu ≥ 95	<i>speaker</i> : <i>output</i> suara “suhu mesin mengalami panas berlebihan”. LED warna merah menyala. LCD: menampilkan kalimat “mesin <i>over heat</i> ”.

Sebelum digunakan, rancangan alat dikalibrasi dengan tujuan untuk melihat akurasi alat ukur dengan perancangan alat yang dibuat. Proses kalibrasi ini akan membandingkan pengukuran suhu dari sensor DS18B20 dan alat ukur *thermometer*. Proses kalibrasi sensor DS18B20 dan *thermometer* sama-sama dicelupkan ke air pendingin. Dapat dilihat perbandingan nilai suhu yang terukur oleh sensor DS18B20 dan *thermometer*. Tingkat akurasi yang diperoleh kecil 0,02%, maka tingkat akurasi sensor DS1820 baik.

Pengukurans suhu air pendingin menggunakan sensor DS18B20 dilakukan dengan cara pengambilan data suhu air pendingin pada mobil Kijang KF 50 Super. Pengukuran suhu air pendingin akan dilakukan dengan cara mencelupkan sensor DS18B20 ke dalam air radiator pada mobil. Nilai suhu air pendingin yang terukur oleh sensor DS18B20 akan dipantau mulai dari sebelum mesin mobil dinyalakan sampai mesin mobil dinyalakan. Dapat dilihat perubahan kenaikan suhu yang terjadi pada air pendingin mobil.

Tahap selanjutnya dilakukan pengukuran suhu air pendingin oleh sensor DS18B20 pada saat mobil belum dinyalakan. Tujuan dilakukan pengukuran pada tahap ini adalah untuk melihat suhu air pendingin pada saat mesin mobil dalam keadaan dingin. Dilakukannya

pengukuran di awal ini sebagai perbandingan suhu air pendingin sebelum mesin mobil dinyalakan dan setelah mesin mobil dinyalakan. Suhu air pendingin yang terukur sebelum mobil dinyalakan sebesar 29°C . Pengukuran suhu air pendingin oleh sensor DS18B20 pada saat mesin mobil mulai dinyalakan. Sebelum dilakukan pengukuran suhu air pendingin, *van belt* pada kipas radiator mobil dilepaskan. Tujuan dilepaskan *van belt* tersebut agar memperoleh keadaan mesin *over heat*. Tujuan dilakukan pengukuran pada tahap ini adalah untuk memantau perubahan suhu yang terjadi mulai dari mesin mobil dinyalakan sampai mesin mobil mengalami *over heat*. Grafik dapat dilihat pada Gambar 6.

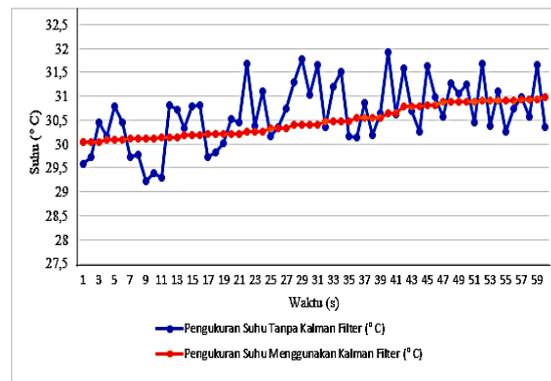


Gambar 6. Grafik Suhu Air Pendingin Mesin Mobil Dinyalakan

Gambar 6 menunjukkan grafik pengukuran suhu air pendingin yang diambil dalam rentang waktu 70 menit. Berdasarkan hasil pengukuran suhu air pendingin menggunakan sensor DS18B20 suhu yang terukur mengalami kenaikan. Suhu terendah $29,82^{\circ}\text{C}$ dan suhu tertinggi $95,95^{\circ}\text{C}$. Jadi dari hasil pengukuran tersebut, suhu air pendingin yang terukur terus mengalami kenaikan sampai menuju suhu *over heat* yaitu suhu di atas 95°C .

Pada tahap ini dilakukan pengukuran suhu air pendingin oleh sensor DS18B20 dengan menggunakan metode *Kalman Filter* untuk mengurangi *noise* pada saat proses pengukuran suhu. Tujuan digunakan metode *Kalman Filter* ini adalah untuk melihat hasil perbandingan pengukuran suhu oleh sensor DS18B20 tanpa adanya metode *Kalman Filter* dan menggunakan metode *Kalman Filter*.

Dari hasil pengukuran di atas, dapat dibuat grafik perbandingan seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Pengukuran Suhu

Gambar 7 menunjukkan hasil pengukuran suhu tanpa metode *Kalman Filter* dan menggunakan metode *Kalman Filter*, diperoleh nilai suhu yang terukur berbeda. Pengukuran tanpa adanya metode *Kalman Filter* mendapatkan nilai perubahan suhu yang tidak stabil, sedangkan menggunakan metode *Kalman Filter* nilai perubahan suhu yang diperoleh stabil. Seperti pada pengukuran tanpa metode *Kalman Filter* dari detik ke 1,2 dan 3 suhu yang diperoleh $29,58^{\circ}\text{C}$, $29,72^{\circ}\text{C}$, $30,44^{\circ}\text{C}$, suhu yang terukur perubahan suhunya tidak stabil. Pada pengukuran dengan metode *Kalman Filter* dari detik ke 1, 2 dan 3 suhu yang diperoleh stabil $30,03^{\circ}\text{C}$. Jadi, dari hasil pengukuran yang telah dilakukan, dengan menggunakan metode *Kalman Filter* nilai perubahan suhu yang terukur stabil.

Perhitungan perubahan suhu bertujuan untuk melihat kenaikan suhu yang terjadi dalam setiap detik. Dari perhitungan perubahan suhu maka dapat diperoleh rata-rata perubahan suhu yang terjadi dalam 1 menit. Perhitungan perubahan suhu terdiri dari dua tahap yaitu perhitungan perubahan suhu yang diukur tanpa metode *Kalman Filter* dan perhitungan perubahan suhu menggunakan metode *Kalman Filter*. Perubahan suhu yang terukur tanpa metode *Kalman Filter* $0,58^{\circ}\text{C}$ sedangkan menggunakan metode *Kalman Filter* $0,019^{\circ}\text{C}$. Jadi, dari perbandingan perubahan suhu tersebut, dengan menggunakan metode *Kalman Filter* nilai yang terukur lebih stabil.

KESIMPULAN

Perancangan sistem yang dibuat untuk mendeteksi mesin *over heat* sudah berhasil. Pada saat suhu air pendingin sudah mencapai 95° C, alat akan memberikan peringatan kepada pengemudi mobil. Peringatan yang diberikan yaitu *speaker* menyampaikan “mesin mengalami panas berlebihan”, LED berwarna

DAFTAR PUSTAKA

- Agbinya, Johnson I. 2020. *Applied Data Analytics-Principles and Application*. 1st ed. New York: River Publishers.
- Ambarita, Himsar. 2017. *Perpindahan Panas Dan Massa: Penyelesaian Analitik Dan Numerik*. Malang: Inteligencia Media.
- Beta, Samuel, and Sri Astuti. 2019. “Modul Timbangan Benda Digital Dilengkapi LED RGB Dan DFPlayer Mini.” *Jurnal Orbith* 15(1):10–15.
- Destiarini, and Pius Widya Kumara. 2019. “Robot Line Follower Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno ATmega328.” *Jurnal Informatika* 5(1):18–25.
- Imam, Muammarul, Esa Apriaskar, and Djuniadi. 2019. “Pengendalian Suhu Air Menggunakan Sensor Suhu DS18B20.” *Jurnal J-Ensitem* 6(1):347–52. doi: <http://dx.doi.org/10.31949/j-ensitem.v6i01.2016>.
- Inayah, Inayatul. 2021. “Analisis Akurasi Sistem Sensor IR MLX90614 Dan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Terhadap Termometer Standar.” *Jurnal Fisika Unand* 10(4).
- Kristanto, Philip, and Rahardjo Tirtoatmodjo. 2000. “Pengaruh Suhu Dan Tekanan Udara Masuk Terhadap Kinerja Motor Diesel Tipe 4 JA 1.” *Jurnal Teknik Mesin* 2(1):7–14.
- Maksum, Hasan, Toto Sugiarto, and Nico L. H. Saragih. n.d. “Pengaruh Variasi Cairan Pendingin (Coolant) Terhadap Efektivitas Radiator Pada Engine Diesel.”
- Marjuki, Ismael, and Epriyandi. 2021. “Pencegahan Over Heating Mesin Mobil Hilux Double Cabin.” *Indonesian Journal of Mechanical Engineering Vocational* 1(1):41–46.
- Prasetyo, Imam, and Arifin Putra Pardana. 2018. “Identifikasi Dan Trouble Shooting Sistem Pendingin Pada Mesin Daihaatsu Grnadmax Dan Cara Mengatasinya.” *Surya Teknika* 3(1):6–15.
- Purba, Minda Mora. 2019. “Pemanfaatan Teknologi Informasi Dalam Bidang Otomotif.” *Jurnal Sistem Informasi Universitas Suryadarma* 6(1).
- Purnomo, Hendro, and Rasma. 218AD. “Analisis Kebocoran Air Pendingin Dari Radiator Pada Bulldozer Tipe D375A-5.” Pp. 1–7 in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*. Jakarta: FT Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Purwono, Hendro, and Rasma. 2019. “Analisis Terjadinya Panas Berlebihan Pada Mesin Dump Truck HD785-7.” in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*, edited by Daruki, D. Susilo, A. I. Ramadhan, R. Samsiar, and S. F. UMJ. Jakarta: Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Rozaq, Imam Abdul, and Noor DS Yulita. 2017. “Uji Karakterisasi Sensor Suhu DS18B20 Waterproof Berbasis Arduino Uno Sebagai Salah Satu Parameter Kualitas Air.” Pp. 303–9 in *Prosiding SNATIF ke-4*. Kudus: Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.
- Saputra, Stefanus Agista Bagus, and Aris Ansori. 2017. “Pengaruh Pengaplikasian Oil Cooler Terhadap Suhu Oli Dan Peforma Mesin Pada Kendaraan Sepeda Motor Mega Pro Tahun 2011.” *JPTM* 6(2):67–73.
- Subagyo, Lucky Aggazi, and Bambang Suprianto. 2017. “Sistem Monitoring Arus Tidak Seimbang 3 Fasa Berbasis Arduino Uno.” *Jurnal Teknik Elektro* 6(3):213–21.
- Supu, Idawati, Baso Usman, Selviani Basri, and Sunarmi. 2016. “Pengaruh Suhu Terhadap Perpindahan Panas Pada

Material Yang Berbeda.” *Jurnal Dinamika* 7(1):62–73.

Tengger, Billy Arifa, and Ropiudin. 2019. “Pemanfaatan Metode Kalman Filter Diskrit Untuk Menduga Suhu Udara.” *Square: Jurnal of Mathematics and Mathematics Education* 1(2):127–32.

Tobing, Rido Lumban, Wusnah, Novi Sylvia, Azhari, and Nasrul ZA. 2021. “Studi Akurasi Model Pembakaran Terhadap Prediksi Temperatur Pada Nyala Metana Tak Pracampur Menggunakan Computational Fluid Dynamics (CFD).” *Chemical Engineering Journal Storage* 1(1):42–50.

