

Rancang Bangun Sistem Proteksi *Overheating* Mesin dan Pemantau Tegangan Aki pada Mobil

Ahmad Yuvi Utomo¹, F.X Arinto Setyawan², Herlinawati³, Syaiful Alam⁴

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung
Jln.Prof. Sumantri Brojonegoro Street No.1 Bandar Lampung 35145

¹ahmadyuviutomo@gmail.com

²fxarinto@eng.unila.ac.id

³herlinawati@eng.unila.ac.id

⁴saifalam0@gmail.com

Intisari -- *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 memutuskan 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.

Abstract -- *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

I. PENDAHULUAN

Overheating pada mesin kendaraan adalah kondisi dimana mesin kendaraan berada dalam kondisi suhu yang berlebih dan 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, dimana sistem pada kendaraan tersebut masih belum memiliki proteksi maupun peringatan terhadap temperatur yang berlebih. Umumnya kendaraan pada tahun produksi sebelum tahun 2000 hanya memiliki indikator suhu berupa jarum penunjuk dengan skala. Selain *overheating*, kondisi yang umum pada kendaraan yang sering terjadi adalah kurangnya tegangan listrik pada aki untuk melakukan start pada mesin. Kurangnya tegangan listrik 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.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. 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 dan kemudian datanya diolah dan ditampilkan kepada pengemudi. 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].

Berikut ini adalah beberapa penyebab terjadinya *Overheating*:

1. Kegagalan kipas pendingin, yaitu kondisi dimana kipas tidak dapat berputar atau berputar pada kecepatan yang tidak semestinya.
2. Tidak cukupnya medium pendingin, yaitu dimana cairan pada radiator tidak dalam keadaan cukup. Keadaan tersebut dapat diakibatkan oleh bocornya radiator.
3. Kerusakan *Thermostat*
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.[5]

B. Relay

Relay adalah sebuah saklar yang berfungsi secara elektronik. *Relay* menggunakan elektromagnetik untuk menyambung dan memutuskan kontak. Pada *relay* terdapat sebuah tuas saklar dengan lilitan pada sebuah batang besi dan ketika lilitan tersebut dialiri listrik maka tuas saklar akan tertarik karena adanya gaya magnet yang mengakibatkan kontak saklar akan tertutup. Pada saat arus listrik diputus maka lilitan tidak teraliri listrik dan tuas saklar kembali ke posisi semula sehingga kontak saklar akan kembali terbuka. [6]

C. 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

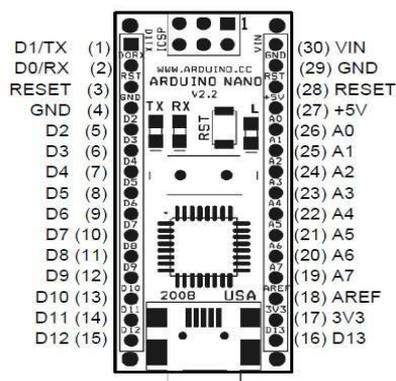
memerlukan 1 jalur data untuk berkomunikasi dengan mikroprosesor. DS18B20 dapat mengukur temperatur dari -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$ dengan akurasi kurang lebih $0,5^{\circ}\text{C}$ pada -10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$. Memiliki resolusi yang dapat di setel dari 9-bit hingga 12-bit.[7]

D. Kunci Kontak

Kunci kontak adalah suatu alat yang berfungsi untuk menyambung dan memutus kelistrikan pada kendaraan.[8].

E. 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 2 kb sudah digunakan oleh bootloader. Berikut ini adalah gambar pin pada Arduino Nano.



Gbr. 1 Pin Pada Arduino Nano

F. 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).

G. LCD OLED 1,31 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

H. 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, thermostat 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 di dinginkan kembali.

Thermostat 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, yaitu jalur air yang mengitari mesin. Sambil mengalir, air pendingin tersebut 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 bagaian 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 50C sampai dengan 95C tergantung jenis, merk, dan spesifikasi kendaraan. [9].

I. Pembagi Tegangan

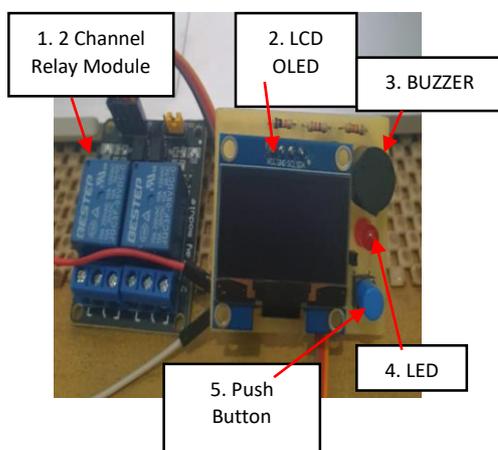
Pembagi tegangan adalah rangkaian sederhana yang dapat mengubah tegangan listrik tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah, fungsi dari rangkaian pembagi tegangan adalah membagi tegangan input menjadi beberapa tegangan output [14]. Rangkaian pembagi tegangan pada dasarnya dapat dibuat dengan 2 buah resistor. Rangkaian pembagi tegangan dapat dihitung menggunakan persamaan 1.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan

Adapun keterangan bentuk fisik bagian depan pada gambar 2 adalah sebagai berikut:

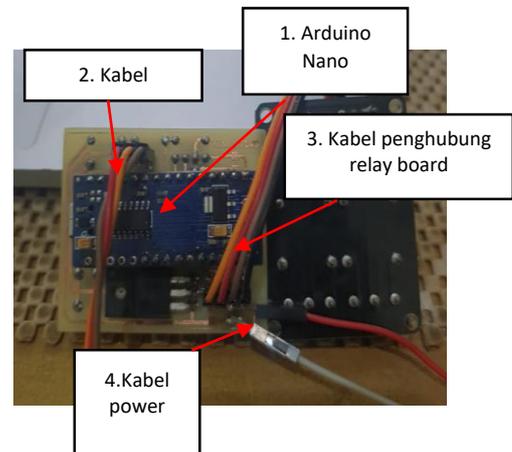
1. *Channel Relay Module* berfungsi sebagai saklar untuk memutus dan menyambung kipas secara otomatis dan juga berfungsi untuk memutus pengapian mesin mobil
2. LCD OLED berfungsi menampilkan data suhu cairan pendingin mesin dan tegangan aki
3. *Buzzer* berfungsi untuk memberikan peringatan apabila suhu diatas batas wajar dan juga jika tegangan aki berada diatas atau dibawah batas normal.
4. LED berfungsi untuk memberikan peringatan apabila suhu diatas batas wajar dan juga jika tegangan aki berada diatas atau dibawah batas normal.
5. Push button berfungsi untuk reset alat apabila terdapat *error*.



Gbr. 2 Bentuk Fisik Alat Tampak Depan

Adapun keterangan bentuk fisik bagian belakang pada gambar 4.2 adalah sebagai berikut:

1. Arduino Nano berfungsi sebagai kontroller utama
2. Kabel yang menghubungkan sensor suhu DS18B20 dengan Arduino Nano
3. Kabel yang menghubungkan *relay board* dengan arduino nano
4. Kabel yang menghubungkan alat dengan power supply (Aki 12V)



Gbr. 3 Bentuk Fisik Alat Tampak Belakang

B. Hasil Pengujian Sensor Suhu

Sensor suhu berfungsi untuk mengetahui nilai temperatur pada cairan pendingin radiator. Sensor suhu yang digunakan adalah DS18B20 yang bekerja secara digital menggunakan *1wire* bus dan dihubungkan dengan pin digital pada Arduino Nano. Sensor DS18B20 memiliki resolusi yang bisa di setel dari 9 bit hingga 12 bit, dan pada pengujian ini resolusi DS18B20 di set pada 12 bit. Pada pengujian ini digunakan termometer digital sebagai pembandingan data keluaran. Data *error* didapat dengan persamaan 1:

$$Error = \frac{Suhu\ Thermometer\ Digital - Suhu\ DS18B20}{Suhu\ Thermometer\ Digital} \times 100\% \quad (1)$$

Pengujian pada tabel diatas menggunakan sensor DS18B20 dan kalibrator menggunakan thermometer digital. Terdapat perbedaan pada pengujian menggunakan kedua sensor tersebut. Pengujian dilakukan dengan memanaskan air sebanyak 750 mL menggunakan kompor gas dan memasukan kedua sensor tersebut ke dalam air.

Perbedaan yang terjadi berdasarkan data pada tabel diakibatkan karena ukuran selongsong pada sensor yang berbeda. Selongsong besi pada sensor DS18B20 memiliki ukuran yang lebih besar

dibandingkan selongsong besi pada termometer digital. Berdasarkan tabel pengujian, didapatkan rata rata *error* sebesar 2,45% pada pengujian pertama dan 2,8% pada pengujian ke dua.

Tabel 1 Pengujian pertama sensor suhu

Waktu (menit)	Thermo meter Digital (C) (a)	Sensor Suhu DS18B20 (C) (b)	Error (%)
1	36,5	36	1,369863
2	45,9	44	4,1394336
3	54	52	3,7037037
4	61,8	60	2,9126214
5	70,1	66	5,8487874
6	76	73	3,9473684
7	81,8	80	2,200489
8	87,6	86	1,826484
9	92,8	92	0,862069
10	96,8	96	0,8264463
11	99	97	2,020202
12	99,8	98	1,8036072
13	99,8	98	1,8036072
14	99,9	98	1,9019019
15	100	98	2
16	100,1	98	2,0979021
Rata-Rata Error			2,4540304%

C. Hasil Pengujian Sensor Pembaca Tegangan

Sensor tegangan berfungsi untuk mengetahui nilai tegangan pada aki kendaraan. Prinsip kerjanya adalah 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 . Sensor tegangan terdiri dari dua buah resistor, yaitu 90K Ohm (8k Ohm dan 82k Ohm yang disusun secara seri) dan 10k Ohm yang disusun secara paralel. Pada Tabel berisikan data pengujian yang dilakukan dengan cara memberikan tegangan masukan yang berbeda beda kemudian mengukur nilai yang dibaca oleh sensor tersebut.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar *error* dari sensor tegangan, sehingga nilai yang ditampilkan oleh sensor tegangan dapat menjadi acuan keakuratan sensor. Pengujian dilakukan menggunakan

Power Supply Riden RD 6006 dan *Multitester* Sanwa CD800a sebagai alat untuk kalibrasi. Pada *Power Supply* Riden RD 6006 terdapat voltmeter terintegrasi yang memungkinkan *Power Supply* Riden RD 6006 berfungsi sebagai power supply dan voltmeter pada saat yang bersamaan. Persamaan dibawah ini digunakan untuk mendapatkan data *error*.

$$Error (a) \& (c) = \frac{V_{Riden RD6006} - V_{Sensor Tegangan}}{V_{Riden RD6006}} \times 100\% \quad (2)$$

$$Error (b) \& (c) = \frac{V_{Sanwa CD800a} - V_{Sensor Tegangan}}{V_{Sanwa CD800a}} \times 100\% \quad (3)$$

Tabel 2 Pengujian sensor pembaca tegangan

V Power Supply Riden RD 6006 (a)	V Multitester Sanwa CD800a (b)	V Sensor Tegangan (c)	error (a) & (c) (%)	error (b) & (c) (%)
7,99	7,99	7,98	0,125156	0,1251
8,99	8,99	8,99	0	0
9,99	10	10	0,100100	0
10,99	10,99	11,01	0,181983	0,18198
11,99	11,99	12,02	0,250208	0,25020
12,99	13	13,02	0,230946	0,15384
13,99	14	14,03	0,285918	0,2142
14,99	15	15,04	0,333555	0,26666
15,99	16	16,05	0,375234	0,3125
16,99	17	17,1	0,647439	0,58823
17,99	18	18,1	0,611450	0,55555
18,99	19,01	19,11	0,631911	0,52389
19,99	20,01	20,12	0,650325	0,54972
Rata-Rata Error			0,340325	0,28647

D. Pengujian Kipas, Pemutus Arus Listrik Otomatis dan Buzzer

Pengujian dilakukan dengan menggunakan power supply Riden RD 6006 sebagai pengganti aki kendaraan, kompor sebagai alat pemanas air untuk pengganti cairan pendingin pada radiator. Untuk keluarannya digunakan 2 buah *relay* 1 buah *buzzer* dan LCD OLED, *Relay* pertama berfungsi sebagai *relay* untuk kipas kendaraan dan *relay* kedua berfungsi sebagai *relay* pengapian kendaraan, sedangkan pembacaan suhu ditampilkan pada LCD OLED.

Berdasar pada tabel 3 dibawah, terdapat beberapa setpoint yang berbeda beda. pada 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. Pada kondisi ini mesin masih berada pada suhu dan keadaan normal karena belum mencapai set point pertama. 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 ketika suhu mencapai 75°C maka kipas akan mati.

Tabel 3 Hubungan antara set point dengan aksi dari Arduino Nano

Suhu Set Point	Kipas	Pengapian Kendaraan	Buzzer
0-80	Mati	Terhubung	Mati
>80	Hidup	Terhubung	Mati
>90	Hidup	Terhubung	Hidup
>100	Hidup	Terputus	Hidup

Namun ketika suhu terus naik hingga mencapai setpoint 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 dimana 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. Hal ini bertujuan agar mesin tidak mengalami *overheating* sehingga menyebabkan kerusakan pada mesin dan pengemudi melakukan pengecekan pada sistem pendinginan kendaraan. Ketika suhu mesin belum mencapai 84°C mesin belum dapat dihidupkan.

IV KESIMPULAN

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. Sistem ini dapat menghidupkan kipas pada suhu 80°C dan mematikan kipas pada suhu 75°C secara otomatis dan dapat memutus pengapian kendaraan ketika suhu mencapai 100°C berdasarkan suhu cairan pendingin serta memberi peringatan apabila tegangan aki berada di atas 14.5V atau di bawah 11V.

REFERENSI

- [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 Teknika, 9(1-5).
- [5] Xia, F. (2018). Research Review of Fault Diagnosis Method for High Engine Water Temperature. *Advances in Engineering Research*, 166.
- [6] Sulistiyanti, S. R., FX A Setyawan. 2006. Dasar Sistem Kendali ELT 307. Universitas Lampung. Lampung.
- [7] 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.
- [8] Haider, Arslan, dkk. 2017. A Smart Wire less Car Ignition System for Vehicle Security. Department of Engineering and Technology, University of Hertfordshire, Hatfield, Hertfordshire, UK.
- [9] 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.