

Sistem Kontrol Pendingin Mobil Ramah Lingkungan Berbasis Android

Jamaaluddin Jamaaluddin^{1*}, Dwi Hadidjaja², dan Ahmad Bahrudin³
¹Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo,
Jl. Raya Gelam, Candi, Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia
e-mail: Jamaaluddin@umsida.ac.id

Abstrak— Pada saat ini banyak pendingin ruangan (AC) pada kendaraan mobil tanpa menggunakan sistem kontrol dimana ketika suhu yang di inginkan sudah tercapai maka ON OFF dilakukan secara manual dan penggunaan freon sebagai media pendingin sangat mengganggu lingkungan. Misalnya pada kendaraan mobil dan sistem pendingin ruangnya (AC) menggunakan freon. Freon memiliki nilai global warming potential yang sangat tinggi. Jika terurai ke udara, bahan ini dapat menyebabkan rusaknya struktur lapisan ozon. Salah satu solusi untuk dapat mengontrol suhu ruangan kendaraan dengan menambah sistem pengendali suhu. Salah satu keuntungan dari pengontrol suhu adalah dapat mengatur suhu yang di inginkan secara otomatis dan menggunakan elemen peltier, karena media pendingin tersebut ramah lingkungan di karenakan tanpa menggunakan Freon. Pada sistem kontrol pendingin mobil ramah lingkungan berbasis android ini digunakan Arduino nano, LM35, Peltier, HC-05, dan Smart Phone.

Kata kunci: Arduino nano, fan DC, HC-05, LM35, Peltier, dan Smart Phone

Abstract— At this time a lot of air conditioner (AC) on the vehicle without using a control system where when the desired temperature has been reached then ON/OFF done manually and use freon as cooling medium is very disturbing environment. For example in a car vehicle and air conditioning system (AC) using freon. Freon has a very high global warming potential value. If decomposed into the air, this material can cause damage to the ozone layer structure. One solution to be able to control the temperature of the vehicle room by adding a temperature control system. One of the advantages of the temperature controller is to set the desired temperature automatically and use peltier elements, because the cooling medium is environmentally friendly in because without using Freon. On the control system of environment-friendly car cooling android-based is used Arduino nano, LM35, Peltier, HC-05, and Smart Phone.

Keywords: Arduino nano, fan DC; HC-05, LM35; Peltier, and Smart Phone

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik masyarakat modern saat ini semakin bertambah. Seakan mereka tidak dapat hidup tanpa kehadiran listrik[1][2][3]. Dalam kehidupan sehari hari listrik ini dapat dikendalikan dengan sistem kendali yang tiap saat juga mengalami perkembangan yang cukup pesat. Apalagi dengan hadirnya kemajuan kecerdasan buatan yang semakin menggelora. Kecerdasan buatan ini bila dimasukkan ke dalam sistem kendali menjadi sesuatu yang menakutkan[4].

Secara umum teknologi masa kini di buat secara otomatis[5]. Mulai dari buka-tutup pagar otomatis, alarm mobil, hingga parkir otomatis. Perkembangan teknologi yang sangat pesat ini membuat manusia berlomba untuk menciptakan peralatan yang dapat memudahkan aktifitas manusia. Salah satunya adalah pengontrol suhu ruangan melalui smartphone android. Kini *smartphone android* banyak diminati mulai dari kalangan remaja hingga dewasa, karena, mudahnya dalam pengoprasian dan banyaknya aplikasi yang mudah di dapatkan.

Kemudahan teknologi pada *smartphone android* ini mengundang banyak para pengembang aplikasi *android* maka *smartphone android* dapat di dimanfaatkan untuk membuat aplikasi yang dapat mengontrol suhu ruangan pada mobil. Pada umumnya, sistem pendingin mobil Tanpa ada kontrol dimana ketika suhu yang di inginkan sudah tercapai maka ON OFF dilakukan secara manual, dan sistem pendingin pada mobil menggunakan freon sebagai media pendingin ruangan. Freon merupakan salah satu refrigerant atau pendingin buatan. Teknologi refrigerasi saat ini menggunakan sistem kompresi gas yang menggunakan refrigeran sebagai penukar kalornya. Refrigerant memiliki nilai *global warming potential* yang sangat tinggi, yaitu lebih dari 500 kali dibandingkan CO₂. Jika terurai ke udara, bahan ini dapat menyebabkan rusaknya struktur lapisan ozon (O₃). Selain *global warming potential* yang tinggi. Refrigerant juga memiliki *Atmosphere life time* 15, artinya gas refrigerant akan bertahan di atmosfer selama 15 tahun sebelum terurai.

Untuk lebih mengefektifkan sistem pendingin mobil, maka diperlukan suatu alat yang mampu

mengontrol suhu pada ruangan mobil tanpa menggunakan freon. Keunggulan lain dari sistem pendingin mobil yaitu dapat mengontrol menggunakan smart phone.

A. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian Sistem kontrol pendingin ramah lingkungan pada mobil berbasis android adalah:

1. Membuat alat pendingin menggunakan elemen peltier yang tidak menggunakan bahan Freon.

Membuat sistem yang dapat menghubungkan kontrol pendingin dan aplikasi di handphone android

II. LANDASAN TEORI

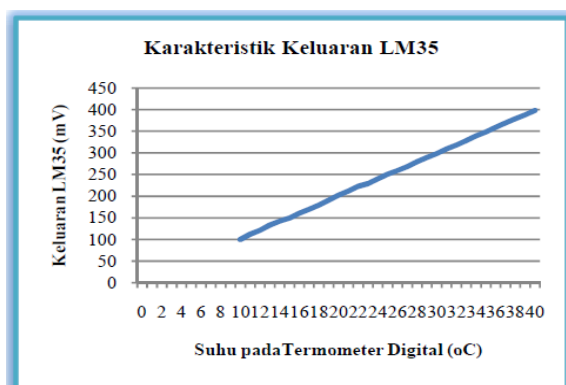
Teori-teori terkait penelitian dan perancangan sistem kontrol pendingin mobil ramah lingkungan berbasis android dapat dijelaskan sebagai berikut :

A. Sensor LM 35

Sensor LM35 adalah komponen elektronika yang dapat berfungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik berupa tegangan. Sensor LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika-elektronika yang diproduksi oleh *National Semiconductor*. Keunggulan LM35 adalah dapat memudahkan perancangan dan akuratan tinggi jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran Karakteristik Sensor suhu LM35 sebagai berikut:

Tabel 1. Karakteristik LM 35[6]

V _{OUT} /V (Tanpa Beban)	V _{OUT} /V (Dengan Beban)	I /A (Arus)	P /W (Daya)	η /% (Efisiensi)
12,00	11,99	5,65	67,74	99,91
11,99	11,97	5,70	68,23	99,83
12,01	11,98	5,68	68,05	99,75
12,01	11,99	5,68	68,10	99,83
12,00	11,98	5,69	68,22	99,83



Gambar 1. Karakteristik LM 35[6]

1. Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor *linier* antara suhu dan tegangan 10mVolt/°C, sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam celcius.
2. Memiliki akurasi kalibrasi atau ketepatan yaitu 0,5°C pada suhu 25 °C

3. Memiliki jangkauan maksimal suhu antara -55 °C sampai dengan +150 °C.
4. Bekerja pada tegangan 4 sampai dengan 30 volt.
5. Memiliki arus yang rendah yaitu kurang dari 60 μ A.
6. Memiliki pemanasan yang rendah (low-heating) yaitu kurang 0,1°C pada saat di udara
7. Memiliki impedansi keluaran rendah yaitu 0,1 W untuk beban 1 mA.
8. Memiliki ketidaklinieran sekitar $\pm 1/4$ °C

B. Mikrokontroler Arduino Nano

Arduino adalah sebuah produk *design system minimum mikrokontroler* yang di buka secara bebas. arduino menggunakan bahasa pemrograman C yang telah dimodifikasi dan sudah ditanamkan programmer *bootloader* yang berfungsi untuk menyambatkan antara *software compiler arduino* dengan *mikrokontroler*. Untuk koneksi dengan komputer menggunakan RS232 to TTL Converter atau menggunakan Chip USB ke serial converter seperti FTDI FT232. Arduino membuka semua sourcenya mulai dari diagram rangkain, jalur PCB, *software compiler*, dan *bootloadernya*. [7]

C. Relay

Relay adalah Saklar yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat saklar/*switch*). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk dapat menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 6Volt dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik sampai dengan 220V 2A.

D. Module HC 05

Bluetooth merupakan sebuah teknologi komunikasi *wireless* yang beroperasi pada pita frekuensi 2,4 – 2,83 GHz *unlicensed ISM (Industrial, Scientific and Medical)*. Bluetooth mampu menyediakan layanan komunikasi data antara *host-host* bluetooth dengan jarak jangkauan layanan yang terbatas .[8]

Modul bluetooth seri HC memiliki banyak jenis dan varian, yang secara garis besar terbagi menjadi 2 yaitu jenis *industrial series* (HC-03, HC-04) dan *civil series* (HC-05, HC-06). Modul Bluetooth serial, yang selanjutnya disebut dengan modul BT saja digunakan untuk mengirimkan data serial TTL via bluetooth. Modul BT ini terdiri dari 2 jenis yaitu *Master* dan *Slave*.

E. Elemen Peltier

Thermoelectric generator merupakan teknologi pembangkit listrik menggunakan Energi Panas (kalor).

Pada umumnya Peltier adalah keramik yang menghasilkan energy panas dan dingin jika di beri tegangan .

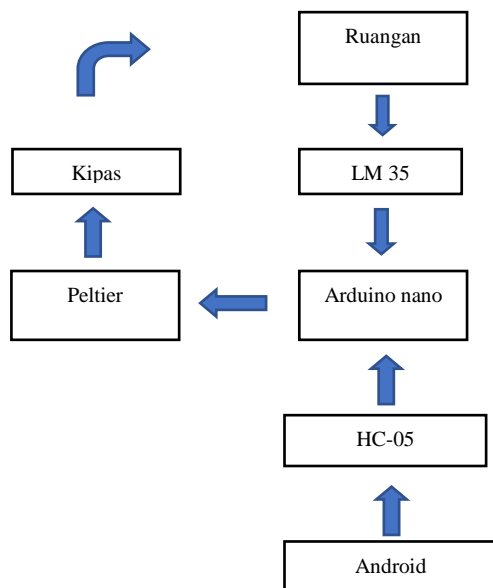


Gambar 2. Bentuk fisik peltier[9]

Namun pada Prinsip *Thermoelectric*, Elemen Peltier jika di panaskan salah satu sisinya dan pada sisi lain panasnya dibuang, maka dapat menghasilkan Tegangan. Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengonversi energi panas menjadi energi listrik secara langsung. Cara kerja generator menggunakan elemen peltier adalah apabila ada perbedaan suhu 30°C atau lebih diantara kedua sisi peltier maka peltier akan menghasilkan energi listrik. Semisal contoh suhu heatsink yang dipanaskan 85°C sedangkan suhu heatsink pembuangan panas 55°C sehingga elemen peltier mengalami selisih perbedaan suhu 30°C , semakin Jauh selisih suhunya maka listrik yang di hasilkan akan semakin besar, namun sebaiknya jika terlalu panas bisa *Overheat* dan menyebabkan rusaknya solderan Pada batangan Bismuth didalam Peltier.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Blok Diagram Sistem



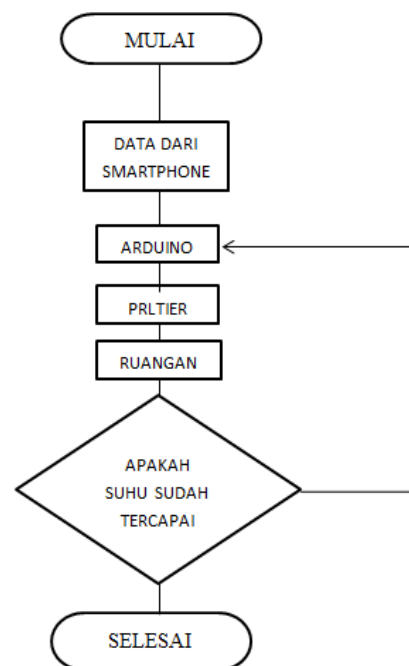
Gambar 3. Blok Diagram Sistem

Pada Gambar 3 merupakan Diagram blok Sistem kontrol / pendingin ruangan mobil yang ramah lingkungan berbasis *android*. Bagian-bagian blok pada gambar dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Ruang disini merupakan sebuah objek yang akan di ukur suhunya

2. LM 35 berfungsi sebagai sensor yang mampu mendeteksi suhu ruangan yang kemudian mengirim akan di olah oleh Arduino Nano
3. Arduino Nano adalah sebuah controller untuk mengontrol suatu sistem
4. Module HC-05 berfungsi sebagai protokol sistem yang bertugas mengirim dan menerima data dari Android ke Arduino Nano
5. Android disini akan berfungsi sebagai pengatur suhu yang di inginkan
6. Peltier di sini berperan sebagai alat pendingin untuk mendinginkan ruangan
7. Heatsink berfungsi sebagai penghantar kalor dari ruangan ke peltier

B. Flowchart Aplikasi



Gambar 4. Flowchart Aplikasi

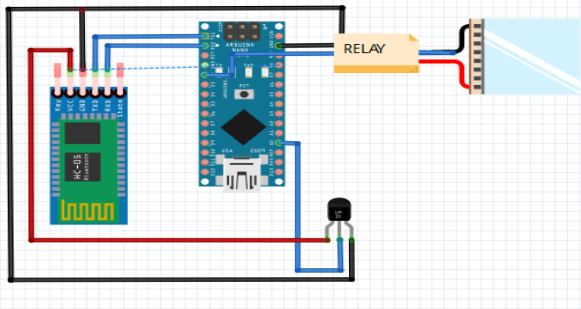
Pada gambar 4 merupakan *flowchart* aplikasi dimana pada saat mulai smartphone mengirim suhu revrensi, dan akan diterima oleh arduino. Kemudian arduino akan menghidupkan peltier untuk mendinginkan ruangan. Jika suhu belum tercapai maka akan di kembalikan ke arduino. Jika suhu sudah memenuhi ravrensi maka selesai.

C. Pembuatan Alat

Ada beberapa tahap dalam pembuatan sistem pendingin mobil ramah lingkungan berbasis android yaitu pembuatan hardware dan software. Berikut tahapan-tahapan pembuatan:

1. Pembuatan Hardwere

Secara umum rangkaian alat ukur ini dapat dilihat pada gambar 5 dimana semua modul terhubung sesuai dengan rangkaian sehingga dapat melakukan pengontrolan dari *device android*.



Gambar 5. Skema rangkaian

Pada rangkaian alat ukur ini pin-pin yang digunakan pada modul arduino nano dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

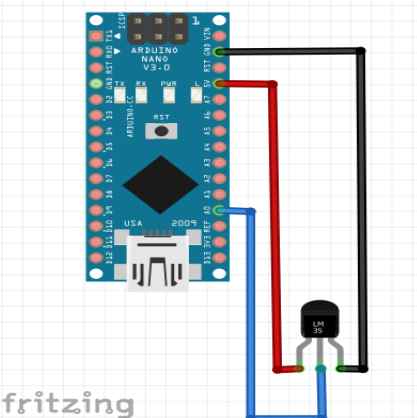
Tabel 2. Konfigurasi pin arduino nano

Pin Arduino	Keterangan
A0 (Analog)	Terhubung pin In put LM 35
TXD	Terhubung pin RXD HC-05
RXD	Terhubung pin TXD HC-05
D2 (Digital)	Terhubung dengan Relay
+5 V	Vcc
Gnd	ground

Pada tabel di atas adalah keterangan-keterangan pin yang terhubung pada arduino nano.

2. Koneksi Sensor LM 35 ke Arduino

Pada rangkaian kontrol ini, terdapat pin-pin modul arduino nano yang terhubung pada LM 35 dapat dilihat pada gambar 6 berikut:



Gambar 6. Skema sensor LM 35 ke Arduino

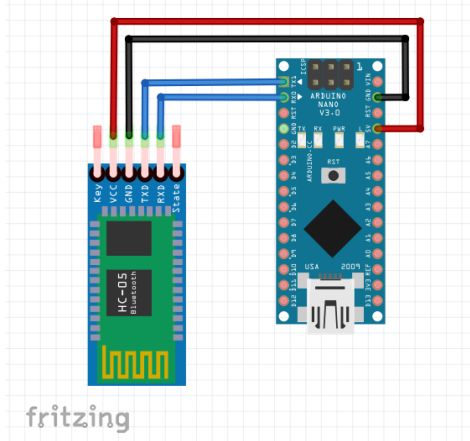
Tabel 3. Konfigurasi pin LM 35

Pin Arduino	Keterangan
+5 V	Terhubung pin Vcc LM 35
Gnd	Terhubung pin ground LM 35
A0 (Analog)	Terhubung pin OUT LM 35

Keterangan tabel di atas adalah pin VCC pada LM35 terhubung dengan +5V pada arduino nano, pin *ground* LM35 terhubung pada Gnd arduino nano dan pin out LM35 terhubung pada A0.

3. Koneksi HC-05 ke Arduino

Pada rangkaian kontrol ini, terdapat pin-pin modul arduino nano yang terhubung pada HC 05 dapat dilihat pada gambar 7 berikut



Gambar 7. Skema HC-05 ke Arduino

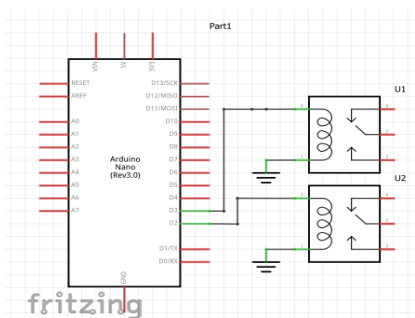
Tabel 4. Konfigurasi PIN HC 05

Pin Arduino	Keterangan
TXD	Terhubung pin RXD HC-05
RXD	Terhubung pin TXD HC-05
+5 V	Terhubung pin Vcc HC-05
Gnd	Terhubung pin ground HC-05

Keterangan tabel di atas adalah pin RXD pada HC-05 terhubung dengan pin TXD pada arduino nano, pin TXD pada HC-05 terhubung dengan pin RXD pada arduino nano, pin Vcc pada HC-05 terhubung dengan pin +5V pada arduino nano dan pin ground pada HC-05 terhubung dengan Gnd pada arduino nano.

4. Koneksi Relay ke Arduino

Pada rangkaian kontrol ini, terdapat pin-pin modul arduino nano yang terhubung pada relay dapat dilihat pada gambar 8 berikut :



Gambar 8. Skema Relay ke Arduino

Tabel 5. Konfigurasi PIN Relay

Pin Arduino	Keterangan
D2	Terhubung pin Relay 1
D3	Terhubung pin Relay 2
Gnd	Terhubung pin <i>ground</i> Relay1 dan Relay 2

Keterangan tabel di atas adalah pin relay 1 terhubung dengan pin D2 pada arduino nano, pin relay 2 terhubung dengan D3 arduino nano dan pin ground relay 1 dan relay 2 terhubung pin Gnd pada arduino nano.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan guna mengetahui cara kerja dari alat ini yang sesuai dengan perencanaan. Selain itu, Pengambilan data pengujian dilakukan dari setiap bagian sistem dan sistem keseluruhan. Adapun pengujian yang dilakukan sebagai berikut:

A. Pengujian Arduino Nano

Mikrokontroler arduino nano dapat diuji dengan menggunakan program dan rangkaian sederhana. Program dibuat untuk memastikan semua pin pada mikrokontroler masih berfungsi. Program pengujian dilakukan dengan membuat program menyalakan led pada pin 13 arduino nano, saat pengujian arduino nano hanya diprogram untuk menyalakan led, ini bertujuan untuk mengetahui apakah arduino nano masih bekerja dengan baik atau rusak.

Tabel 6. Hasil Percobaan Arduino Nano

NO	PIN	INPUT LOW	INPUT HIGH	Keterangan
1	0	Mati	Hidup	Normal
2	1	Mati	Hidup	Normal
3	2	Mati	Hidup	Normal
4	3	Mati	Hidup	Normal
5	4	Mati	Hidup	Normal
6	5	Mati	Hidup	Normal
7	6	Mati	Hidup	Normal
8	7	Mati	Hidup	Normal
9	8	Mati	Hidup	Normal
10	9	Mati	Hidup	Normal
11	10	Mati	Hidup	Normal
12	11	Mati	Hidup	Normal
13	12	Mati	Hidup	Normal
14	13	Mati	Hidup	Normal

Dari pengujian arduino nano yang dilakukan dapat diketahui bahwa arduino nano dalam kondisi baik karena saat dilakukan pengujian, program dicompile ke dalam arduino nano. Pengujian pin digital output di arduino nano yaitu pin 0 sampai pin 13 dapat memberikan respon dengan hasil lampu led yang dipasang pada pin 0 sampai pin 13 dapat menyala.

B. Pengujian Peltier

Untuk menguji peltier yaitu menggunakan tegangan 12VDC karena spesifikasi peltier yang digunakan memiliki

tegangan kerja 12VDC. peltier di dihubungkan dengan tegangan 12VDC pada kabel merah di hubungkan ke positif 12VDC dan kabel hitam di hubungkan ke negative 12VDC. Jika peltier di beri arus 12 VDC dapat memindahkan kalor dari sisi ke sisi lain maka peltier dalam keadaan normal. Jika peltier diberi arus 12 VDC tidak dapat memindahkan kalor dari sisi ke sisi lain maka peltier dalam keadaan rusak.

Tabel 7. Hasil Percobaan peltier

No	Kondisi (Tegangan 12VDC)	Output (Indicator Lamp)	Kesimpulan
1	12VDC	Dapat memindahkan kalor	Bekerja normal
2	0VDC	Tidak dapat memindahkan kalor	Bekerja normal

Dari pengujian peltier yang dilakukan dapat diketahui bahwa peltier dalam kondisi baik karena saat dilakukan pengujian berjalan normal.

C. Pengujian HC 05

Untuk menguji sebuah HC 05 dibutuhkan *smartphone* dan *powersupply* karena HC 05 di pergunakan sebagai penghubung *smartphone*. Dalam pengujian HC 05 akan di beri catudaya sehingga led pada HC 05 menyala. Pada *smart phone* bluetooth akan di nyalakan dan akan mencari perangkat Bluetooth HC 05 tersebut. Jika HC 05 dalam keadaan normal maka perangkat bluetooth pada smart phone dapat menemukan perangkat HC 05. Jika perangkat bluetooth pada smart phone tidak dapat menemukan perangkat HC 05 maka, HC 05 dalam keadaan rusak.

Tabel 8. Pengujian Jarak HC 05

NO	Jarak(meter)	Koneksi
1	1	Terhubung
2	2	Terhubung
3	3	Terhubung
4	4	Terhubung
5	5	Terhubung
6	6	Terhubung
7	7	Terhubung
8	8	Terhubung
9	9	Terhubung
10	10	Terhubung
11	11	Terhubung
12	12	Terhubung
13	13	Terhubung
14	14	Terhubung
15	15	Tidak terhubung
16	16	Tidak terhubung
17	17	Tidak terhubung

Dari hasil pengujian HC 05 dapat terhubung dengan *smartphone* dengan jarak maksimal 14 meter dan tidak dapat terkoneksi pada jarak 15 meter.

D. Pengujian LM 35

Untuk menguji LM35 sebagai sensor suhu pada miniatur mobil diperlukan ketelitian pemasangan output pada LM 35 yang akan dihubungkan dengan port pada arduino nano. Untuk pengujian ini di gunakan port A0 pada arduino nano. Karena arduino nano digunakan untuk mengolah data yang di dapat oleh sensor LM 35.

Tabel 9. Pengujian LM 35

NO	LM 35 (Tegangan mV)	Thermometer Digital (C°)
1	317	29,5
2	318	30,5
3	319	31,0
4	325	31,5
5	328	31,9
6	339	32,4
7	340	32,9
8	353	34,4
9	367	35,9
10	380	36,3

E. Pengujian Keseluruhan

Pada pengujian alat ini ada langkah-langkah pengujian yang di lakukan yaitu sebagai berikut :

1. Beri catu daya pada sistem kontrol pendingin
2. Satukan Lm 35 dengan sensor thermometer digital kemudian tempelkan pada bagian dingin heatsink dengan dimensi 7x7x3 cm yang berada dalam ruangan 22885 cm³
3. Aktifkan Bluetooth pada *smartphone*
4. Buka aplikasi pada *smartphone* yang sudah terinstal aplikasi sistem kontrol pendingin
5. Pilihan "SUHU" pada screen 1 untuk melihat suhu pada miniatur mobil
6. Tekan gambar berlogo Bluetooth untuk Mengkoneksikan smart phone pada HC 05, jika sudah terkoneksi maka akan terlihat suhu pada screen 2
7. Pilih "KONTROL SUHU" untuk mengontrol suhu pada screen 1
8. Tekan Gambar berlogo Bluetooth untuk mengkoneksikan *smartphone* dengan HC 05, jika sudah terkoneksi maka pilih salah satu dari suhu referensi.

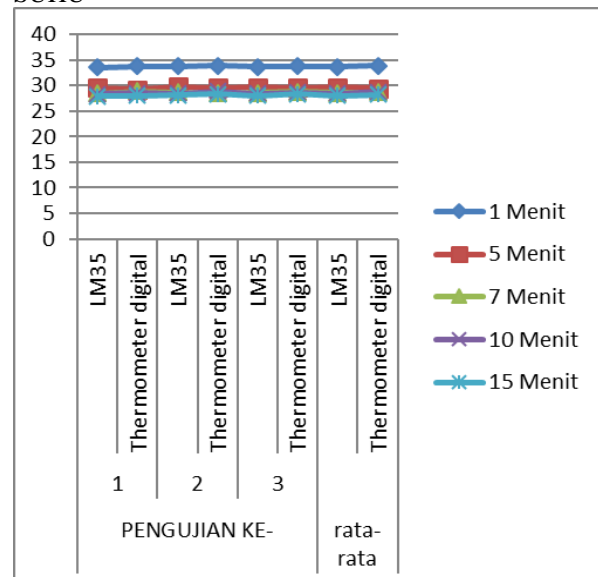
F. Hasil Percobaan

Dari hasil percobaan dengan suhu awal 40°C menggunakan elemen peltier. Pada miniatur mobil. Hasil Percobaan

waktu	PENGUJIAN KE-					
	1		2		3	
	LM35	Thermom	LM35	Thermom	LM35	Thermom
1 Menit	33.6	33.8	33.8	33.9	33.7	33.8
5 Menit	29.5	29.2	29.8	29.6	29.7	29.6
7 Menit	28.4	28.9	28.7	28.4	28.6	28.8
10 Menit	28.3	28.6	28.5	28.9	28.5	28.7
15 Menit	27.9	28	28.1	28.3	28	28.3

rata-rata		standart deviasi		selisih	ketepatan(%)
LM35	Thermom	LM35	Thermom		
33.70	33.83	0.10	0.06	0.13	99.6%
29.67	29.47	0.15	0.23	0.20	99.3%
28.57	28.70	0.15	0.26	0.13	99.5%
28.43	28.73	0.12	0.15	0.30	99.0%
28.00	28.20	0.10	0.17	0.20	99.3%

SUHU



$$\text{Ketepatan} = p = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{X_n} \right| \times 100 \%$$

$$\text{Standar deviasi (s)} = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Dimana :
X = Rata-rata
Xi = Data ke-i
n = Banyak data
YN = PENGUKURAN ALAT

V. KESIMPULAN

Pada bab ini akan diuraikan kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan sebelumnya dan saran mengenai masalah yang bisa dibahas sebagai kelanjutan dari penelitian ini.

A. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian Sistem kontrol pendingin mobil ramah lingkungan berbasis *android* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pendingin menggunakan peltier, dapat Mendinginkan ruangan pada mobil tanpa mengeluarkan freon dimana zat ini dapat merusak lapisan ozon.
2. Sistem kontrol pada arduino dapat mengatur suhu jika suhu refrensi dari smartphone sudah di capai maka arduino akan memutus arus pada elemen peltier.
3. Aplikasi yang dibuat melalui *app inventor* dan di install di *smartphone* android mampu menghubungkan dari smartphone ke arduino melalui bluetooth HC-05 dan berhasil menurunkan suhu dengan cara mengontrol relay sehingga elemen peltier dapat memindahkan kalor dari dalam ruang pada mobil ke luar ruangan pada mobil.

B. Saran

Dengan hasil yang dicapai diharapkan dapat dikembangkan untuk alat pendingin ramah lingkungan supaya dapat mengurangi dampak dari pemanasan global. Semoga skripsi ini dapat disempurnakan lebih baik agar bermanfaat bagi masyarakat luas.

REFERENSI

- [1] A. G. Jamaaluddin, J., Hadidjaja, D., Sulistiyowati, I., (...), Syahririni, S., Abdullah, "Very Sort Term Load Forecasting Using Interval Type - 2 Fuzzy Inference System (IT- 2 FIS) (Case Study: Java Bali Electrical System)," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018.J. Clerk Maxwell, *A Treatise on Electricity and Magnetism*, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.
- [2] J. Jamaaluddin, D. Hadidjaja, I. Sulistiyowati, E. A. Suprayitno, I. Anshory, and S. Syahririni, "Very short term load forecasting peak load time using fuzzy logic," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018.
- [3] Jamaaluddin;Imam Robandi, "Short Term Load Forecasting of Eid Al Fitr Holiday By Using Interval Type – 2 Fuzzy Inference System (Case Study : Electrical System of Java Bali in Indonesia)," in *2016 IEEE Region 10, TENSYP*, 2016, vol. 0, no. x, pp. 237–242.
- [4] Jamaaluddin and Sumarno, "Planning integrated electric power grounding systems in buildings (Perencanaan sistem pentanahan tenaga listrik terintegrasi pada bangunan)," *Jeee-U(Journal Electr. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 29–33, 2017.
- [5] P. S. T. E. U. M. S. Imron Muhammad Ali, Jamaaluddin, "Rancang Bangun Sistem Informasi Parkir Mobil Otomatis Pada Gedung Bertingkat Berbasis Arduino Mega 2560," *TRIACS*, vol. 2, no. 4, pp. 9–14, 2017.
- [6] R. Umboh, J. O. Wuwung, E. K. Allo, and B. S. Narasiang, "Perancangan Alat Pendinginan Portable Menggunakan Elemen Peltier," *Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 1, pp. 1–6, 2012.
- [7] V. Masinambow, "Pengendali Saklar Listrik Melalui Ponsel Pintar Android," pp. 1–9, 2014.
- [8] A. F. Silvia, E. Haritman, and Y. Muladi, "Rancang Bangun Akses Kontrol Pintu Gerbang Berbasis Arduino Dan Android," *Electrans* 2014, vol. 13, no. 1, pp. 1–10, 2014.
- [9] F. Gandi and M. Yusfi, "Berbasis Mikrokontroler ATmega8535," *J. Fis. Unand*, vol. 5, no. 1, pp. 35–41, 2016.