

Aplikasi Sensor Suhu Tubuh (MLX90614) dan Sensor Suara Pada Kamera Pemantau Kamar Bayi Berbasis Mikrokontroler

Unzila Sudanty¹, Suzi Oktavia Kunang²

¹Fakultas Teknik, Universitas Bina Darma, Palembang, Indonesia

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Bina Darma, Palembang, Indonesia

Email: ¹saya.unzilasudanty@gmail.com, ²suzi_oktavia@binadarma.ac.id

Abstract

The background of making this prototype is as a monitoring of a baby room devoted to infants aged 3-6 months and aims to help parents in supervising their children who are often left at home and only accompanied by a caregiver. This tool is a prototype that uses a wifi-based CCTV camera and utilizes 2 sensors, the body temperature sensor (MLX90614) and the sound sensor as a trigger. In addition to using 2 sensors, this tool also uses Arduino Uno as a tool control, the 800L SIM module as a GSM / GPRS module so that triggers originating from the sensor can be received by the user in the form of ringtone notifications and see the amount of body temperature identified through the ThinkSpeak application on Mobile phone. The use of the 800L SIM module is not only to provide ringtones but also as a medium for sending the SMS Gateway to enable and disable the relay module and CCTV cameras. This prototype will notify parents in the form of ringtone notifications which means the baby is crying or his body temperature is rising. Both of these sensors have a certain distance in identifying the source of heat and sound that if it is too far away the sensor can not capture it anymore. This distance also affects the speed of the 800L SIM module in giving signals to mobile phones.

Keywords: CCTV Camera, Arduino Uno, MLX90614, Sound Sensor, SIM 800L Module, Relay Module.

Abstrak

Latar belakang dari pembuatan prototype ini adalah sebagai media pemantau dari sebuah ruangan bayi yang dikhususkan untuk bayi berusia 3-6 bulan dan bertujuan untuk membantu para orang tua dalam mengawasi anaknya yang seringkali ditinggal di rumah hanya dengan ditemani oleh seorang pengasuh. Alat ini merupakan sebuah prototype yang menggunakan kamera CCTV berbasis wifi dan memanfaatkan 2 buah sensor, yaitu sensor suhu tubuh (MLX90614) dan sensor suara sebagai trigger. Selain menggunakan 2 buah sensor, alat ini juga menggunakan Arduino Uno sebagai kontrol alat, modul SIM 800L sebagai modul GSM/GPRS agar trigger yang berasal dari sensor dapat diterima oleh user dalam bentuk notifikasi nada dering dan melihat besarnya suhu tubuh yang teridentifikasi melalui aplikasi ThinkSpeak pada telepon genggam. Penggunaan modul SIM 800L juga tidak hanya untuk memberikan notifikasi nada dering saja akan tetapi sebagai media pengirim SMS Gateway untuk mengaktifkan dan menonaktifkan modul

relay dan kamera CCTV. Prototype ini akan memberitahu orangtua dalam bentuk notifikasi nada dering yang artinya bayi sedang menangis atau suhu tubuhnya naik. Kedua sensor tersebut mempunyai jarak tertentu dalam mengidentifikasi sumber panas dan suara yang apabila terlalu jauh maka sensor tidak dapat menangkapnya lagi. Jarak tersebut juga mempengaruhi kecepatan modul SIM 800L dalam memberikan sinyal ke telepon genggam.

Kata kunci: Kamera CCTV, Arduino Uno, Sensor MLX90614, Sensor Suara, Modul SIM 800L, Modul Relay

1. PENDAHULUAN

Anak bayi atau yang dalam hal ini bayi yang masih berusia 3-6 bulan tentu memerlukan penjagaan yang baik, meski pada umur tersebut pada umumnya bayi belum banyak aktif bergerak. Akan tetapi perlunya kontrol terhadap perkembangan anak bayi tersebut harus terus dilakukan agar tidak terjadi hal-hal yang tidak kita inginkan yang diakibatkan kelalaian kita sendiri.

Maka dari itu, untuk membantu meningkatkan penjagaan dan pengawasan serta mengurangi rasa kekhawatiran orang tua yang lebih banyak menghabiskan waktunya untuk bekerja di luar rumah untuk bekerja atau kegiatan lainnya, akhirnya penulis memutuskan mengambil judul sekaligus menjadi batasan masalahnya, yaitu **APLIKASI SENSOR SUHU TUBUH (MLX90614) DAN SENSOR SUARA PADA KAMERA PEMANTAU KAMAR BAYI BERBASIS MIKROKONTROLER.**

Menurut jurnal Bambang Hadiwijaya^[3] menuliskan bahwa CCTV (Closed Circuit Television) adalah suatu alat yang dapat mengirimkan informasi video transmisi ke lokasi tertentu yang dipasang di suatu tempat seperti dalam ruangan yang ingin dapat dilihat secara real time. Pada saat ini penggunaan CCTV sudah mengarahkan ke IP Network Camera. Kamera IP adalah kamera nirkabel yang memiliki kemampuan untuk mengirim gambar melalui jaringan LAN atau dengan server yang sama.

Selain itu menurut jurnal penelitian yang dilakukan oleh Zaratul Nisa Saputri^[7] menuliskan bahwa sensor suara mampu mengidentifikasi suara dengan tingkat keberhasilan sebesar 98,30% apabila perintah yang digunakan hanya menggunakan satu suku kata dan tingkat keberhasilan 50 % apabila perintah suara menggunakan 2-3 suku kata.

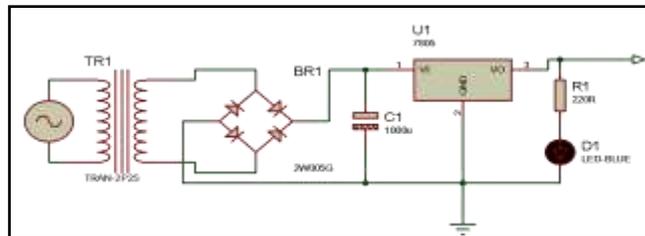
Sedangkan menurut jurnal penelitian yang dilakukan Ni Putu Yuni^[6], mengenai sensor infrared yang dalam hal ini digunakan sebagai sensor suhu tubuh, menuliskan bahwa sensor suhu MLX90614 lebih cepat memproses pendeteksian suhu dibandingkan sensor suhu LM35. Jarak pengoperasiannya pun untuk sensor MLX90614 tidak perlu bersentuhan langsung dengan objek (contactless) sehingga lebih efektif dalam pengukuran suhu.

2. METODE

2.1. Komponen

1. Catu Daya/ Power Supply

Menurut Ely O. Sihotang^[8], catu daya merupakan salah satu pemasok sumber energi listrik, bahkan dalam alat elektronik catu daya merupakan salah satu komponen terpenting karena merupakan sumber listrik yang salah satu contohnya adalah baterai, accu, AC adaptor, dll. Pada dasarnya power supply ini mempunyai rangkaian yang sama yaitu terdiri dari trafo, penyearah, dan penghalus tegangan. Ada 2 (dua) jenis sumber catu daya yaitu sumber AC dan sumber DC. Sumber AC yaitu sumber tegangan bolak-balik, sedangkan sumber tegangan DC merupakan sumber tegangan searah.



Gambar 1. Rangkaian Catu Daya

2. Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 merupakan arduino yang berbasis mikrokontroler ATmega 328. Menurut Davis F. Sumajouw^[9], Arduino ini memiliki 20 pin I/O yang terdiri dari 6 input analog dan 14 pin digital *input-output*. Arduino memiliki sifat yang open-source membuat perangkat ini semakin mudah digunakan karena dapat terhubung pada banyak merek dan dapat diaplikasikan pada board sensor apa saja. Pemakaian bahasa C juga telah dipersingkat syntax nya agar kita lebih cepat memahami, mempelajari dan menggunakannya.



Gambar 2. Arduino Uno R3

3. Kamera IP

Menurut Bambang Hadiwijaya^[3], IP kamera adalah media kamera nirkabel yang dapat mengirimkan gambar melalui LAN atau server yang sama yang dengan kata lain, kamera IP merupakan jenis kamera video digital yang hanya dapat berfungsi menggunakan jaringan internet untuk melakukan pemantauan keamanan dan dapat mengirim dan menerima data.



Gambar 3. Kamera IP berbasis Wi-fi

4. Sensor Suhu Tubuh MLX90614

Menurut datasheet dari vendor sensor MLX90614 yaitu Malexis, ada beberapa fitur dan keuntungan dari sensor MLX90614, antara lain :

- a. Bentuk yang kecil dan murah.
- b. Mudah untuk diintegrasikan,
- c. Range temperatur suhu yang luas, yaitu -40°C - 125°C untuk temperatur sensor dan -78°C - 380°C untuk temperatur objek.
- d. Akurasi yang tinggi mencapai $0,5^{\circ}\text{C}$ dalam berbagai range suhu.
- e. Kalibrasi akurasi yang tinggi.
- f. Resolusi pengukuran sebesar $0,02^{\circ}\text{C}$.



Gambar 4. Sensor MLX90614

5. Sensor Suara

Menurut Musfirah Putri Lukman^[5] sensor suara adalah sebuah sensor yang cara kerjanya adalah dengan mengubah bentuk gelombang sinusioda menjadi gelombang sinus energi listrik (*Alternating Sinusioda Electric Current*). Sensor suara

dapat bekerja berdasarkan besar/kecilnya kekuatan gelombang suara yang akan menyentuh membran sehingga membran tersebut naik-turun.



Gambar 5. Sensor Suara

6. Modul SIM 800L

Modul SIM 800L adalah suatu modul GSM yang dapat mengirimkan data ke internet menggunakan sistem M2M. Bentuk modul SIM 800L. Modul SIM 800L ini menggunakan *AT-Command* untuk bahasa perintahnya dan modul SIM 800L ini juga memiliki frekuensi jaringan *Quad Band 850/900/1800/1900 Mhz*. Modul SIM GSM/GPRS 800L dapat beroperasi pada tegangan 3,7 – 4,2 Vdc, tetapi disarankan menggunakan tegangan 3,7 Vdc agar tidak mendapat notifikasi “*over voltage*”.



Gambar 6. Modul SIM800L

7. Modul Relay

Kontak Poin (Contact Point) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

1. Normally Close (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup)
2. Normally Open (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka)

Relay merupakan salah satu jenis dari saklar, maka istilah Pole dan Throw yang dipakai dalam saklar juga berlaku pada Relay. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai istilah Pole and Throw :

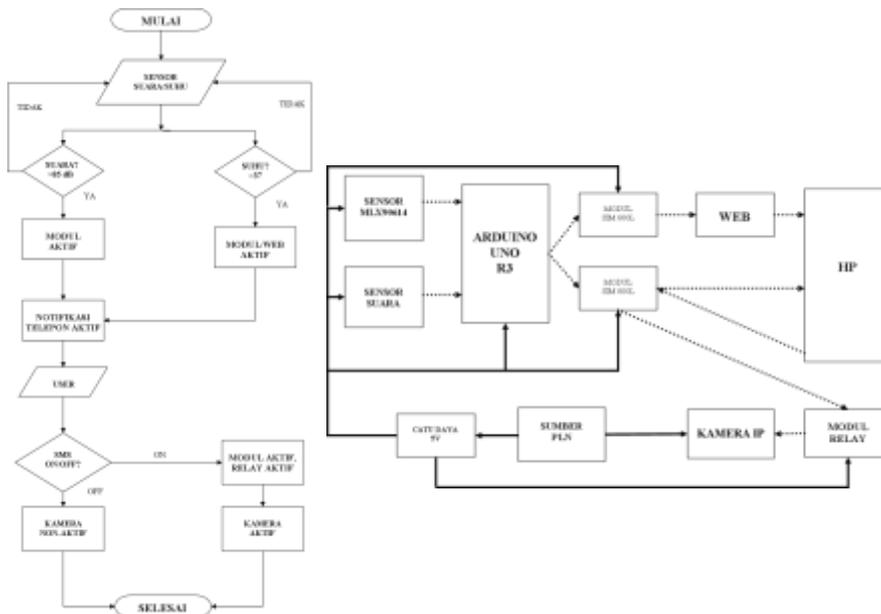
1. Pole : Banyaknya kontak yang dimiliki oleh sebuah relay

2. Throw : Banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah kontak



Gambar 7. Modul Relay

2.2. Flowchart dan Blok Diagram

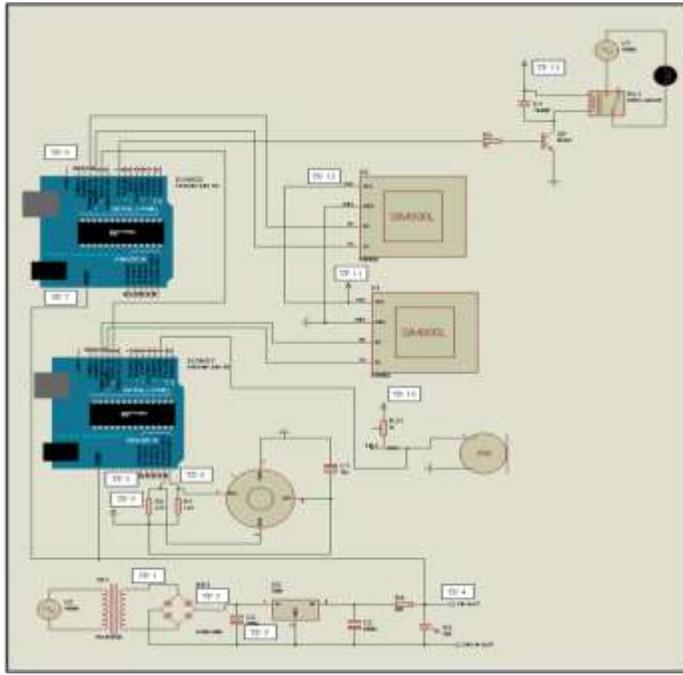


Gambar 8. Flowchart dan Blok Diagram

3. HASIL PENGUKURAN DAN PERCOBAAN

3.1 Tujuan Pengukuran

Pengukuran berfungsi untuk mengetahui efisiensi keberhasilan pembuatan alat, dan melakukan analisa pada alat yang dibuat. Melalui hasil dari pengukuran, perhitungan dan analisa kita dapat mengetahui tingkat keberhasilan alat. Pada tujuan pengukuran, akan didapatkan titik pengukuran dan hasil pengukuran rangkaian penuh



Gambar 9. Titik Pengukuran

3.2 Hasil Pengukuran

Tabel 1. Hasil Pengukuran Rangkaian

No	Posisi Pengukuran	Titik Ukur	Percobaan Hasil Pengukuran					Rata-rata
			Ke 1	Ke 2	Ke 3	Ke 4	Ke 5	
1	Power Supply (catu daya)	Trafo Vout	12.00	12.03	12.02	12.03	12.01	12.01 Vac
		Sebelum Kapasitor	14.11	14.15	14.13	14.11	14.12	14.12 Vdc
		Setelah Kapasitor	15.79	15.84	15.78	15.80	15.85	15.81 Vdc
		Vout	5.00	5.00	5.02	5.03	5.01	5.04 Vdc
2	Arduino 1	Vin	4.97	4.98	4.96	4.97	4.98	4.97 Vdc
		Vout	5.03	5.02	5.00	5.01	5.03	5.02 Vdc
	Arduino 2	Vin	4.96	4.98	4.96	4.97	4.98	4.97 Vdc
		Vout	5.01	5.02	5.01	5.01	5.03	5.01 Vdc
3	Sensor (MLX90614)	Vin	5.02	5.03	5.03	5.03	5.03	5.02 Vdc
4	Sensor Suara	Vin	5.02	5.03	5.02	5.02	5.02	5.02 Vdc

No	Posisi Pengukuran	Titik Ukur	Percobaan Hasil Pengukuran					Rata-rata
			Ke 1	Ke 2	Ke 3	Ke 4	Ke 5	
		Suara ada	1.65	1.64	1.67	1.69	1.70	1.67 Vdc
		Suara tidak ada	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07 Vdc
5	SIM 800L 1	V _{in}	4.97	4.95	4.94	4.78	4.87	4.90 Vdc
	SIM 800L 2	V _{in}	4.96	4.95	4.87	4.77	4.88	4.88 Vdc
6	Relay 1 channel	V _{in}	5.02	5.04	5.05	5.03	5.04	5.03 Vdc
		High	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01 Vdc
		Low	3.78	3.77	3.79	3.78	3.79	3.78 Vdc

3.3 Hasil Perhitungan

a. Perhitungan (Power supply/Catudaya)

Tegangan dioda Bridge sebelum difilter oleh kapasitor dapat diketahui nilainya dengan menggunakan persamaan :

$$V_m = V_{rms} \cdot \sqrt{2} \dots\dots\dots(4.2)$$

Dimana: $V_m = V_{max}$

V_{rms} = tegangan trafo sekunder = 12.01 Vac (lihat tabel 4. 1)

$$V_m = (12.01) \sqrt{2} = 16.98 \text{ V}$$

Dioda yang digunakan merupakan diode bridge jenis silicon sehingga memiliki tegangan 0,7 V,

Maka Vdc adalah :

$$\begin{aligned} V_{dc} &= 0,636 \cdot (V_m - 2 \text{ VT}) \dots\dots\dots(4.3) \\ &= 0,636 \cdot (16.98 - 2 \cdot 0,7) \\ &= 0,636 (16.98 - 1,4) \\ &= 0,636 (15.58) \\ &= 9.90 \text{ Vdc} \end{aligned}$$

Besarnya ripple tegangan sebelum kapasitor pada penyearah gelombang penuh dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_r (\text{rms}) &= 0,308 \cdot V_m \dots\dots\dots(4.4) \\ &= 0,308 (16.98) \\ &= 5.22 \text{ V} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Vdc2

Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap output tegangan diode bridge yang telah melewati kapasitor (2200µF) sebagai filter untuk memperkecil tegangan riak (ripple). Perhitungan pada TP 3 dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_{dc2} &= V_m - (4,17 \cdot I_{dc}) / C \dots\dots\dots(4.5) \\ &= 16.98 - (4,17 \cdot 0,00044) / 0,0022 \\ &= 16.98 - 0,0018 / 0,0022 \end{aligned}$$

$$= 16.98 - 0,8181$$

$$= 16.16 \text{ V}$$

Besarnya ripple tegangan pada TP 3 setelah melewati kapasitor dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} & V_{r2(\text{rms})} \\ & = (2,8867 \cdot I_{dc}) / C \cdot V_{dc2} / V_m \dots \dots \dots (4.6) \\ & = 2,8867 \cdot 0,44 / 2200 \cdot 16.16 / 16.98 \\ & = 0,57 \times 10^{-3} (0,95) \\ & = 0,54 \text{ mV} \end{aligned}$$

Tegangan V_{dc2} setelah ripple adalah :
 $V_{dc2} = 16.16 \text{ V} - 0,00054 \text{ V} = 16.15 \text{ V}$

c. Perhitungan V_{dc3}

Tegangan diode bridge pada yang telah melewati kapasitor (2200 μ F)) dan ditambah resistor (220 Ω) sebagai tahanannya.

Besarnya ripple tegangan pada TP 3 setelah melewati kapasitor dan ditambah resistor dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} & V_{r3} (\text{rms}) = (2,8867 \cdot V_{dc2}) / (R_L \cdot C) \dots \dots \dots (4.7) \\ & = (2,8867 \cdot 16.16) / ((0,22)(2200)) \\ & = 46.64 / 484 = 96.36 \text{ mV} \end{aligned}$$

Tegangan V_{dc3} setelah ripple adalah :
 $V_{dc3} = 16.15 \text{ V} - 0.0963 \text{ V} = 16.05 \text{ V}$

Tabel 2. Percobaan Hasil Perhitungan dan Persentase Kesalahan

No	Posisi Pengukuran	Titik Ukur	Percobaan Hasil Perhitungan Dan Pengukuran			Kesalahan (%)
			Datasheet (Volt)	Pengukuran (Volt)	Perhitungan (Volt)	
1	Power Supply (catu daya)	Trafo V_{out}	12.00	12.01		0.08%
		Setelah kapasitor	-	15.81	16.05	1.51%
		(V_{out})	5.00	5.04	-	0.8%
2	Arduino 1	V_{in}	5.00	4.97	-	0.6%
		V_{out}		5.02	-	0.4%
	Arduino 2	V_{in}	5.00	4.97	-	0.6%
		V_{out}		5.01	-	0.2%
3	Sensor (MLX90614)	V_{in}	5.00	5.02	-	0.4%
4	Sensor Suara	V_{in}	3.3-5.0	5.02	-	0.4%
		Suara ada	-	1.67	-	-
		Suara tidak ada	-	0.07	-	-
5	SIM 800L 1	V_{in}	3.7-<5.00	4.90	-	*

No	Posisi Pengukuran	Titik Ukur	Percobaan Hasil Perhitungan Dan Pengukuran			Kesalahan (%)
			Datasheet (Volt)	Pengukuran (Volt)	Perhitungan (Volt)	
1	Power Supply (catu daya)	Trafo Vout	12.00	12.01		0.08%
		Setelah kapasitor	-	15.81	16.05	1.51%
		(Vout)	5.00	5.04	-	0.8%
	SIM 800L 2	Vin	3.7-<5.00	4.88	-	*
6	Relay 1 channel	Vin	5.00	5.03	-	0.6%
		High	-	0.01	-	-
		Low	-	3.78	-	-

3.4 Hasil Pengujian Pada Sensor

a. Sensor Suhu Tubuh (MLX90614)

Sensor suhu tubuh (MLX90614) merupakan salah satu *trigger* yang digunakan pada *prototype* alat yang dibuat. *Trigger* yang dimaksud adalah *trigger* ketika suhu yang diatur sesuai dengan batasan suhu yang diinginkan yaitu $>37^{\circ}\text{C}$.

Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan lampu pijar berkekuatan 20 watt untuk memberikan efek keluaran suhu panas berkisar $37-38^{\circ}\text{C}$ agar mirip dengan suhu tubuh manusia. Berdasarkan beberapa kali percobaan, didapatkan hasil seperti dibawah ini:

Hasil deteksi dari sensor MLX90614 ini juga dapat kita monitor melalui aplikasi *ThinkSpeak* yang ada di *smartphone* kita dan akan memberikan notifikasi nada dering apabila suhu $>37^{\circ}\text{C}$ yang menandakan bayinya dalam kondisi tidak sehat.

Tabel 3 Pengukuran Jarak Deteksi Suhu

No	Suhu	Jarak	Keterangan Modul SIM 800L
1		10 cm	Aktif
2	$>37^{\circ}$	15 cm	Aktif
3		>25 cm	Tidak Aktif

b. Sensor Suara

Sensor suara ini merupakan modul sensor yang digunakan untuk mendeteksi apabila terdapat *trigger* berupa suara pada *prototype* alat yang dibuat. Modul sensor suara ini merupakan sensor digital yang akan menghasilkan nilai 0 ketika mendeteksi suara dan nilai 1 jika tidak ada suara. Modul sensor suara akan mengaktifkan modul SIM 800L apabila suara yang dalam hal ini merupakan tangisan bayi mencapai range yang telah ditentukan. Berdasarkan dari buku Fisika kelas XII SMA yang terdapat pada bab 2 menyebutkan jika tangisan bayi mencapai 115 dB.

Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan rekaman tangisan bayi yang diambil dari *Youtube* yang ketika diukur menggunakan desibel meter mencapai angka 85 dB. Hasil tersebut akan memengaruhi aktif atau tidaknya modul SIM 800L yang kemudian akan memberikan sinyal notifikasi berupa nada dering pada *user*

Tabel 4. Pengukuran Jarak Deteksi Suara

No	Besar Suara	Jarak	Keterangan Modul SIM 800L	Waktu Aktif
1		10-20 cm	Aktif	+/- 10 detik
2	85 dB	20-30 cm	Aktif	+/- 15 detik
3		>35 cm	Tidak Aktif	-

4. ANALISA

- Berdasarkan hasil percobaan tabel 4.3, dapat dianalisa bahwa sensor MLX90614 dapat bekerja dengan baik apabila berada pada radius 10-15 cm. Sensor MLX90614 diatur agar dapat mendeteksi suhu tubuh manusia yang berkisar 37°C. Pada jarak 10-15 cm, sensor akan mendeteksi suhu tubuh berhasil mendeteksi suhu tubuh >37°C kemudian modul SIM 800L akan aktif dan memberikan notifikasi nada dering pada *user* yang menandakan jika bayinya sedang dalam kondisi tidak sehat. Pada saat jarak ukur suhu tubuh diperjauh sejauh 30 cm, *range* suhu tubuh yang ditentukan tidak dapat terdeteksi lagi oleh sensor.
- Pada percobaan sensor suara, *range* suara yang dipakai adalah 85 dB karena percobaan dilakukan menggunakan rekaman dari *Youtube*. Berdasarkan percobaan yang dilakukan, pada jarak 10 - 30 cm sensor dapat mendeteksi suara yang telah mencapai *range* yang ditentukan yaitu 85 dB kemudian sensor suara akan mengaktifkan modul SIM800L untuk memberikan notifikasi berupa nada dering pada *smartphone*. Namun apabila jarak diperjauh, sensor suara tidak dapat mendeteksi suara tangisan lagi.
- Terdapat perbedaan kecepatan penerimaan sinyal dalam melakukan notifikasi panggilan apabila jarak yang dari suara tersebut diperjauh. Pada tabel 4.4 dapat dibaca bahwa, semakin jauh jarak suara maka akan semakin lama pula modul SIM 800L akan aktif dikarenakan sensor suara lambat dalam mendeteksi suara tangisan bayi.

5. KESIMPULAN

Pada hasil akhir yang dapat kita baca dan lihat pada analisa, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Penggunaan Arduino sebagai kontrol dari sensor dan komponen lain berjalan dengan baik sehingga tujuan dari pembuatan prototype ini terpenuhi.
- Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, sensor MLX90614 dapat mendeteksi suhu tubuh dengan baik, akan tetapi kemampuan tersebut dapat dipengaruhi oleh jarak dari suhu yang terdeteksi. Sensor MLX90614 dapat mendeteksi suhu apabila jarak antara sensor dan objek sejauh 10-15 cm. Jika jarak tersebut diperjauh, maka akan sulit sensor mendeteksi suhu
- Sensor suara bekerja dengan baik dan sensitifitasnya juga bekerja dengan baik, akan tetapi sensitifitas sensor suara perlu diatur sehingga hanya mendeteksi range suara yang diinginkan. Sama seperti sensor suhu tubuh MLX90614, kerja sensor suara juga juga dipengaruhi jarak antara suara dan sensor. Pada percobaan yang dalam hal ini menggunakan rekaman suara tangisan bayi dari Youtube, sensor suara akan bekerja dengan baik apabila jarak suara ayng dideteksi 10-30 cm
- Kerja modul SIM 800L juga sangat baik, modul ini menerima dengan cepat sinyal perintah yang dikirimkan oleh sensor apabila telah mencapai range dan jarak yang ditentukan seperti yang telah dilakukan di percobaan sebelumnya
- Prototype menggunakan kedua sensor ini tidak dapat diletakkan di tempat terbuka/luas dikarenakan adanya keterbatasan jarak sensor dalam mendeteksi suara dan suhu tubuh sehingga hanya dapat dipasang pada box bayi berukuran 30 cm dari tubuh bayi

REFERENSI

- [1] Floyd, Thomas. *Electronic Devices 9th Edition*. Prentice Hall. New Jersey, USA.2012
- [2] Bathni, Ismul. *Buku Elektro 3*. 2012. diakses dari <http://www.google.books.com> pada tanggal 3 Januari 2020 pukul 20.30 WIB.
- [3] Hadiwijaya, Bambang; DARJAT, Darjat; ZAHRA, Ajub Ajulian. Perancangan Aplikasi CCTV sebagai Pemantau Ruangan menggunakan IP Camera. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2014, 3.2: 231-236.
- [4] Kharisandy, Wendy, et al. Implementasi Perekaman Otomatis Kamera CCTV Menggunakan Sensor Gerak Berbasis Arduino. *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 2017, 5.2.

- [5] Lukman, Musfirah Putri, et al. Sistem Lampu Otomatis Dengan Sensor Gerak, Sensor Suhu, dan Sensor Suara Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)*, 2018, 1.2: 100-108.
- [6] Putu, Yuni N. Ni, et al. Studi Penerapan Sensor MLX90614 Sebagai Pengukur Suhu Tinggi secara Non-kontak Berbasis Arduino dan Labview. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains*, 2015.
- [7] SAPUTRI, Zaratul Nisa, et al. Aplikasi Pengenalan Suara Sebagai Pengendali Peralatan Listrik Berbasis ArduinoUNO. *Jurnal Mahasiswa TEUB*, 2014, 2.5.
- [8] Sitohang, Ely P.; Mamahit, Dringhuzen J.; Tulung, Novi S. Rancang Bangun Catu Daya DC Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 2018, 7.2: 135-142.
- [9] Sumajouw, Davis F.; Najoan, Meicsy EI; Sompie, Sherwin RUA. Perancangan Sistem Keamanan Rumah Tinggal Terkendali Jarak Jauh. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 2015, 4.3: 44-53.
- [10] Syahidulhaq, Hafidh As; Hafidudin, Hafidudin; Aulia, Suci. Implementasi Alarm Kamera Ip Berbasis Passive Infrared Receiver (Pir) Sensor Dan Sms Gateway. *eProceedings of Applied Science*, 2015, 1.1.