

Rancang Bangun Sistem Berbasis Sensor *Passive Infrared* untuk Mendeteksi Manusia yang Terkubur di Bawah Reruntuhan Pasca Gempabumi

Rima Suhartinah, Wildian

Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 8 Oktober 2019
Direvisi: 15 Oktober 2019
Diterima: 18 Oktober 2019

Kata kunci:

Infrared
Passive Infrared (PIR)
HC-SR501
reruntuhan
evakuasi

Keywords:

Infrared
Passive Infrared (PIR)
HC-SR501
ruins
evacuation.

Penulis Korespondensi:

Rima Suhartinah
Email: rimasuhartinah@gmail.com

ABSTRAK

Telah dirancang suatu alat pendeteksi keberadaan manusia dalam reruntuhan bangunan akibat gempabumi dengan menggunakan sensor *Passive Infrared* (PIR) HC-SR501. Sistem bekerja berdasarkan prinsip penginderaan radiasi *infrared* yang dipancarkan objek. Radiasi *infrared* yang didera sensor PIR HC-SR501 diubah menjadi sinyal listrik. Sinyal kemudian diolah mikrokontroler yang ada di modul Arduino Uno R3 dengan bahasa pemrograman IDE Arduino. Hasilnya berupa pengaktifan *buzzer* sebagai alarm dan peringatan berupa tulisan “Infrared detected Any Human” pada LCD (*liquid crystal display*) ketika ada manusia dideteksi. Alat berupa tongkat akan dimasukkan pada celah-celah bangunan yang runtuh untuk mengetahui posisi korban dalam reruntuhan. Hal ini dapat mengurangi risiko korban meninggal akibat evakuasi korban dengan alat berat. Berdasarkan pengujian terhadap alat yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat dapat mendeteksi korban yang bergerak dengan rentang jarak manusia ke sensor adalah 1 m hingga 7 m. Pendeteksi manusia yang tidak bergerak hanya bisa sejauh 30 cm, besar sudut deteksinya 60°, lebar celah minimum yang dapat dideteksi adalah 1,5 cm. Sensor juga tidak dapat mendeteksi manusia apabila ada material yang menghalangi sensor, hal ini dipengaruhi oleh ketebalan dan jenis penghalang. Selain itu, sensor juga dapat mendeteksi objek selain manusia tapi dalam jangkauan jarak yang lebih pendek.

It has been designed a detection tool of human existence in ruins of building due to earthquake by using sensor PIR (Passive Infrared) HC-SR501. The system works based on the principle of sensing infrared radiation emitted by the object. The infrared radiation of the HC-SR501 PIR sensor is converted into an electrical signal. The signal is processed by the microcontroller in the Arduino Uno R3 module with the Arduino IDE programming language. The result is the activation of the buzzer as an alarm and notifying by writing “Infrared Detected Any Human” on LCD (liquid crystal Display) when human detected by sensor. The form of a stick, it will be inserted in the gaps of the collapsed building to determine the victim's position in the ruins. This is hopefully be able reducing the risk of death victims due to victim evacuation with heavy equipment. Based on the testing of the equipment, it can be concluded that the tool can detect a moving victim with a human distance range to the sensor is 1 m to 7 m. Detecting a man who does not move is only 30 cm, the large of detection angle is 60°, the minimum slit width that can be detected is 1.5 cm. It can't detect human when sensor is cover by thing, it is influenced by thickness and type of barrier. It can also detect other object than human but within a shorter range of distances.

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

1. PENDAHULUAN

Gempabumi (*earthquakes*) merupakan bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia, mulai dari gempabumi berskala kecil hingga besar. Beberapa gempabumi besar yang pernah terjadi di Indonesia antara lain di Aceh (2004), Nias (2005), Pangandaran (2006), Bengkulu (2007), Padang (2009), Aceh (2012), Mentawai (2016), Lombok (2018), dan Palu (2018). Gempa dapat merusak dan merobohkan bangunan hingga menyebabkan banyak korban tertimpa reruntuhan bangunan. Korban yang tertimpa reruntuhan bangunan sulit untuk ditemukan hingga akhirnya meninggal karena terlambat mendapatkan pertolongan.

Evakuasi korban gempabumi biasanya dilakukan dengan mengerahkan alat berat, anjing pelacak, dan tim SAR gabungan. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menyebutkan bahwa penggunaan alat berat cukup berbahaya jika digunakan untuk mencari korban yang masih hidup karena penggunaannya harus ekstra hati-hati agar tidak semakin memperparah keadaan korban yang akan diselamatkan. Bantuan anjing pelacak membutuhkan waktu yang lama dalam proses menemukan korban dalam reruntuhan bangunan karena keterbatasan mengetahui dengan akurat keberadaan korban yang masih hidup begitu juga dengan tim SAR.

Gauri dan Badnerkar (2011) telah membuat sebuah sistem deteksi tanda-tanda kehidupan menggunakan *microwave* untuk pencarian dan penyelamatan manusia yang terperangkap di bawah reruntuhan bangunan yang roboh saat gempa atau bencana lainnya. Sistem yang dibangun menggunakan frekuensi *L-band* yang mampu mendeteksi pernapasan dan fluktuasi jantung. Prinsip kerjanya didasarkan pada pergeseran Doppler frekuensi gelombang elektromagnetik yang dipantulkan dari manusia yang terkubur.

Penelitian lainnya telah dilakukan Karthikeyan (2016) dengan membuat sebuah sistem *tracking* manusia untuk memberikan informasi dan data kepada tim penyelamatan agar dapat menyelamatkan manusia di bawah reruntuhan. Sistem ini dibuat dalam bentuk robot beroda menggunakan sensor *Passive Infrared* (PIR). Sistem ini terdiri dari empat sensor PIR yang diberi nomor 1, 2, 3 dan 4. Sistem ini dapat berjalan ke segala arah. Jika sensor 1 mendeteksi manusia layar menampilkan sensor 1 yang artinya sensor 1 ada manusia, jika sensor 2 mendeteksi manusia maka layar menampilkan 2, begitu selanjutnya. Sistem terdiri dari empat *switch*, *switch* pertama digunakan untuk memulai, *switch* kedua untuk memilih sistem untuk menjalankan arah kiri, *switch* ketiga adalah untuk meningkatkan waktu berjalan dari sistem dan *switch* keempat digunakan untuk mengurangi waktu berjalan.

Sistem deteksi kehidupan dengan *microwave* yang telah dilakukan sebelumnya membutuhkan biaya yang besar, sedangkan dalam proses pencarian korban dibutuhkan alat yang cukup banyak agar dapat digunakan secara serentak di beberapa titik lokasi reruntuhan bangunan untuk mengurangi korban yang meninggal dunia. Robot pendeteksi sudah menggunakan sensor yang terbilang murah yaitu sensor PIR, tetapi robot beroda ini sulit diterapkan pada kondisi nyata di lapangan karena medan reruntuhan yang tidak rata.

Menurut Wildian dan Marnita (2013), sensor PIR dapat mendeteksi objek dalam rentang sudut 60° , yaitu 30° ke kanan dan -30° ke kiri pada arah horizontal. Begitu pula arah vertikal, yaitu 30° ke atas dan -30° ke arah bawah bidang horizontal sensor. Sensor dapat mendeteksi objek sejauh 4 meter pada sudut 0° sedangkan pada sudut 30° sensor hanya mampu mendeteksi objek pada jarak 2 meter. Daya tembus radiasi *infrared* sangat mempengaruhi kerja sensor. Runtuhan bangunan merupakan bahan yang tidak dapat ditembus radiasi *infrared* sehingga celah antar puing bangunan digunakan sebagai jalur deteksi radiasi *infrared*.

Berdasarkan uraian di atas, penulis merancang bangun sebuah sistem yang dapat mendeteksi keberadaan manusia yang terkubur di bawah reruntuhan bangunan akibat bencana gempabumi. Sistem dirancang dalam bentuk tongkat sepanjang kurang lebih 1 meter dengan menempatkan sebuah sensor PIR di ujungnya. Sistem dilengkapi *buzzer* sebagai alarm saat sensor mendeteksi manusia dalam reruntuhan bangunan. *Board* mikrokontroler Arduino Uno digunakan sebagai pengontrol sistem.

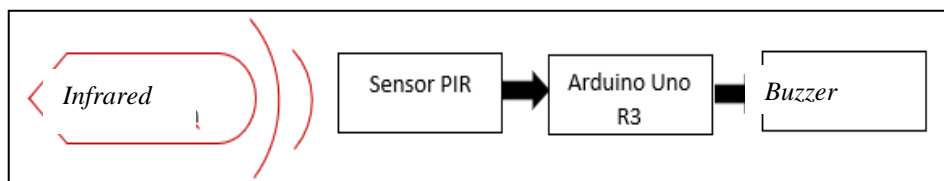
Dalam penerapannya di lapangan, *detektor* berbasis sensor PIR ini dijulurkan ke dalam ruang reruntuhan bangunan melalui celah sempit yang tak dapat dimasuki manusia. Apabila alat mendeteksi

adanya radiasi *infrared* yang terpancar dari manusia yang berada di bawah reruntuhan, maka alarm akan berbunyi. Dengan mengetahui lokasi keberadaan korban, maka alat berat dapat dioperasikan secara lebih hati-hati dan teliti.

2. METODE

2.1 Perancangan Diagram Blok Sistem

Perancangan diagram blok sistem bertujuan untuk memudahkan dalam memahami hubungan antara satu komponen dengan komponen lainnya. Diagram blok penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Sensor PIR dirangkai dengan pada Arduino Uno R3 dan *buzzer*. Prinsip kerja rancangan perangkat keras ini diawali dengan adanya radiasi *infrared* yang diindra oleh sensor PIR kemudian diproses oleh Arduino Uno R3 yang akan mengaktifkan *buzzer* sebagai bentuk *output* nya.

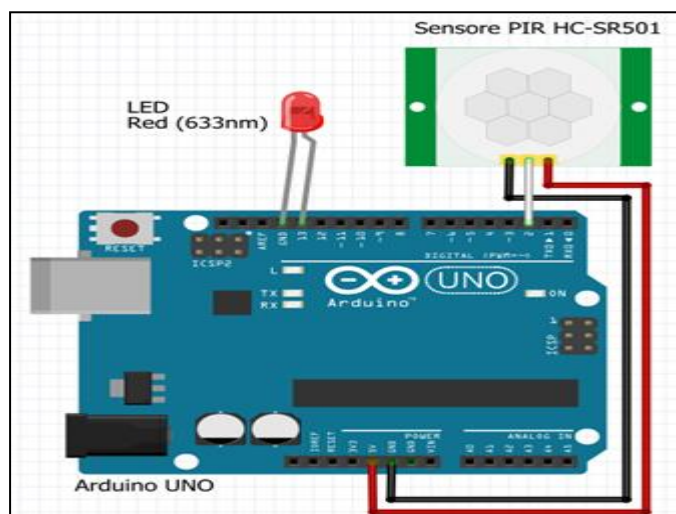


Gambar 1 Perancangan Diagram Blok Sistem

2.2 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dilakukan dengan mengkarakterisasi Sensor PIR HC-SR501. Mengkarakterisasi sensor dilakukan dengan berbagai pengujian. Pengujian sensor PIR dilakukan dengan menggunakan satu sensor PIR yang dihubungkan dengan Arduino Uno R3. Kemampuan sensor PIR yang dibutuhkan adalah respon sensor terhadap kehadiran objek pada sudut dan jarak tertentu dari posisi sensor. Respon untuk karakterisasi ini berupa keluaran dari pin digital pada layar monitor PC, jika ada objek maka respon ditunjukkan dengan angka 1, jika tidak ada objek maka menunjukkan angka 0. Rangkaian ini berguna untuk mendeteksi radiasi *infrared* yang memiliki panjang gelombang 5,5 μm hingga 14 μm .

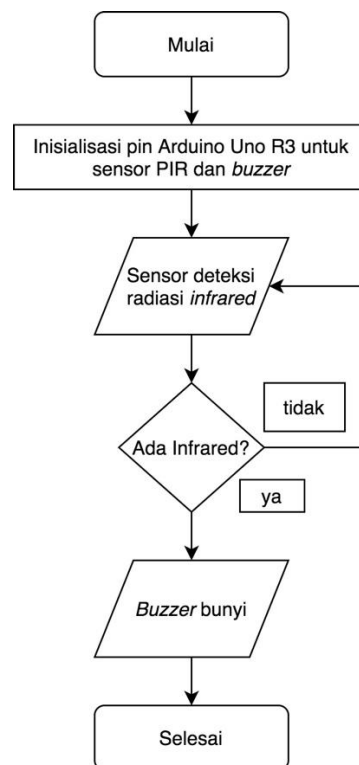
Langkah perancangan sensor dengan menghubungkan Arduino Uno R3 dengan sensor PIR yang memiliki 3 pin yaitu Vin, Vout dan GND. Pin Vin dihubungkan dengan 5V pada Arduino Uno R3, GND dihubungkan dengan GND pada Arduino Uno R3, dan Vout dihubungkan pada pin 2 digital pada Arduino Uno R3. Gambar rangkaian karakteristik sensor PIR dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Rangkaian Karakteristik Sensor PIR

2.3 Perancangan Perangkat Lunak Sistem

Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan membuat program yang akan ditanamkan pada Arduino Uno R3 untuk menjalankan perintah sesuai dengan alat yang akan dibuat. Program pendeteksi korban reruntuhan bangunan ini ditulis dalam bahasa pemrograman IDE Arduino. Perancangannya dimulai dari pembuatan diagram alir yang disesuaikan dengan prinsip setiap komponen yang digunakan. Berdasarkan prinsip kerja sistem yang direncanakan maka *flowchart* program dapat dilihat pada Gambar 3.

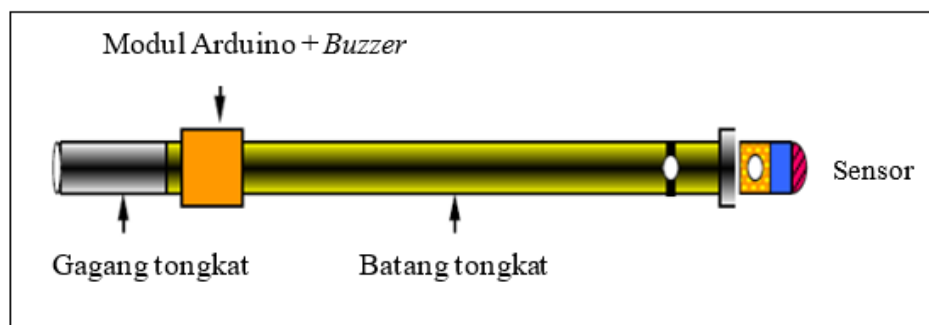


Gambar 3 *Flowchart* program sistem pendeteksian

Program diawali dengan inisialisasi pin Arduino Uno R3 untuk sensor PIR dan *buzzer*. Sistem akan memproses radiasi *infrared*, apabila tidak mendeteksi adanya radiasi *infrared* maka sistem akan memproses lagi, apabila sistem mendeteksi adanya radiasi *infrared* maka sistem akan membunyikan *buzzer*.

2.4 Perancangan Rangkaian Keseluruhan dan Bentuk Fisik Alat

Alat pelacak korban gempabumi dirancang dalam bentuk tongkat yang dilengkapi dengan sensor PIR dan komponen lain. Pada perancangan bentuk fisik alat, sensor PIR yang digunakan 1 buah sensor pada ujung tongkat yang panjangnya 1 meter, sedangkan mikrokontroler dan alarm diposisikan pada bagian atas tongkat agar tidak terganggu saat tongkat diselipkan pada celah bangunan. Sumber tegangan yang digunakan pada alat pelacak ini yaitu baterai. Bentuk fisik alat yang direncanakan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Bentuk fisik alat yang direncanakan.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hasil karakterisasi sensor PIR HC-SR501 dengan variasi jarak

Karakterisasi sensor PIR HC-SR501 dilakukan dengan variasi jarak sensor terhadap objek mulai dari 1 m sampai 8 m. Tujuannya untuk mengetahui pengaruh jarak terhadap tegangan dan jauh maksimal manusia yang dapat dideteksi oleh sensor. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai tegangan yang dideteksi sensor adalah sama untuk setiap penambahan jarak, sedangkan jauh maksimal sensor untuk mendeteksi manusia adalah 7 m seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pengujian sensor PIR HC-SR501 pada jarak 1 m sampai 8 m

Jarak sensor-objek (m)	Hasil Deteksi (Ya/Tidak)	Buzzer (Berbunyi/Tidak berbunyi)	Nilai Tegangan (V)
1	Ya	Berbunyi	3,28
2	Ya	Berbunyi	3,28
3	Ya	Berbunyi	3,28
4	Ya	Berbunyi	3,28
5	Ya	Berbunyi	3,28
6	Ya	Berbunyi	3,28
7	Ya	Berbunyi	3,28
8	Tidak	Tidak berbunyi	0

Tabel 1 memperlihatkan hasil pengujian sensor PIR HC-SR501 bahwa sensor dapat mendeteksi objek/manusia dari jarak 1 m hingga jarak maksimal 7 m. Manusia yang dapat dideteksi dalam rentang jarak tersebut harus dalam keadaan bergerak. Sensor juga diuji untuk manusia dalam keadaan diam, namun hanya mampu mendeteksi manusia dalam keadaan diam pada jarak maksimal 30 cm. Manusia pada jarak 50 cm dari sensor harus melakukan sedikit gerakan agar bisa dideteksi oleh sensor. Manusia yang dapat dideteksi dalam rentang jarak tersebut harus dalam keadaan bergerak, karena manusia yang bergerak dapat menghasilkan panjang gelombang yang bervariasi dari sinyal *infrared* yang dihasilkan sehingga sensor dapat dengan mudah mendeteksi sinyal tersebut.

3.2 Karakterisasi sensor PIR HC-SR501 dengan variasi sudut deteksi

Karakterisasi sudut deteksi sensor PIR HC-SR501 diperlukan untuk mengetahui rentang lebar sudut untuk objek sehingga sensor dapat mendeteksinya. Variasi sudut deteksi sensor dilakukan dengan mengukur besar sudut terhadap objek pada arah horizontal dan vertikal sensor. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan besar sudut antara sensor dengan objeknya dengan besar sudut 0° , 10° , 20° , 30° , 40° , -40° , -30° , -20° , dan -10° untuk arah horizontal dan vertikal. Objek ditempatkan pada 1 m pada arah horizontal maupun vertikal kemudian diuji. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil karakterisasi sensor PIR HC_SR501 dengan variasi sudut deteksi

Jarak sensor-objek (m)	Kemampuan deteksi pada bidang	
	Horizontal (Terdeteksi/Tak-terdeteksi)	Vertikal (Terdeteksi/Tak-terdeteksi)
0 ⁰	Terdeteksi	Terdeteksi
10 ⁰	Terdeteksi	Terdeteksi
20 ⁰	Terdeteksi	Terdeteksi
30 ⁰	Terdeteksi	Terdeteksi
40 ⁰	Tak-terdeteksi	Tak-terdeteksi
-10 ⁰	Terdeteksi	Terdeteksi
-20 ⁰	Terdeteksi	Terdeteksi
-30 ⁰	Terdeteksi	Terdeteksi
-40 ⁰	Tak-terdeteksi	Tak-terdeteksi

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada pengujian besar sudut sensor untuk arah horizontal, sensor dapat mendeteksi objek pada sudut 0⁰, 10⁰, 20⁰, 30⁰, -30⁰, -20⁰, dan -10⁰, sedangkan pada sudut 40⁰ sensor tidak dapat mendeteksi objek. Begitupun dengan arah vertikal, sensor dapat mendeteksi manusia pada sudut 0⁰, 10⁰, 20⁰, 30⁰, -30⁰, -20⁰, dan -10⁰, sedangkan pada sudut 40⁰ sensor tidak dapat mendeteksi objek. Pengujian tersebut menunjukkan bahwa objek dapat dideteksi oleh sensor dengan rentang sudut 60⁰ baik objek ditempatkan pada arah horizontal maupun pada arah vertikal sensor. Sensor sedang mendeteksi objek ditandai dengan bunyi yang berasal dari *buzzer*.

3.3 Pengujian daya tembus sensor PIR HC-SR501 mendeteksi objek saat ada penghalang

Pengujian daya tembus deteksi objek terhadap penghalang dilakukan dengan cara meletakkan berbagai macam penghalang di depan sensor dengan objek berjarak 30 cm dari sensor. Hasil pengujian ini diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian kemampuan sensor PIR HC-SR501 mendeteksi objek saat ada penghalang

No.	Jenis Penghalang	Buzzer (Berbunyi/Tidak berbunyi)
1	Kantong plastik	Berbunyi
2	Gelas plastik	Berbunyi
3	Kaca	Tidak berbunyi
4	Kertas HVS	Berbunyi
5	Kertas buku	Berbunyi
6	Kardus	Tidak berbunyi
7	Akrilik	Tidak berbunyi
8	Kayu	Tidak berbunyi
9	Kain parasut	Berbunyi
10	Kain kanvas	Berbunyi

Tabel 3 menunjukkan bahwa tidak semua jenis penghalang dapat ditembus oleh radiasi *infrared* manusia. Daya tembus radiasi *infrared* terhadap penghalang dipengaruhi oleh ketebalan dan jenis penghalang. Alarm berbunyi disaat sensor diberi penghalang berupa plastik, kain, dan kertas. Hal ini berarti ketiga bahan ini mampu ditembus oleh radiasi *infrared*. Alarm tidak berbunyi ketika diberi penghalang yang bahannya lebih tebal seperti akrilik, kaca, kardus dan kayu.

3.4 Hasil pengujian jarak sensor PIR HC-SR501 mendeteksi selain manusia

Objek selain manusia yang diuji pada penelitian ini adalah kucing. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor dapat mendeteksi kucing namun jarak yang dapat dideteksi sensor tidak sejauh jarak jangkauan sensor terhadap manusia. Pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pengujian Jarak Sensor PIR HC-SR501 mendeteksi selain manusia

Jarak sensor-objek (m)	Hasil Deteksi (Ya/Tidak)	Buzzer (Berbunyi/Tidak berbunyi)
1	Ya	Berbunyi
2	Ya	Berbunyi
3	Ya	Berbunyi
4	Tidak	Tidak Berbunyi

Tabel 4 menunjukkan bahwa jarak terjauh yang dapat dideteksi oleh kucing adalah sejauh 3 m, untuk jarak 4 m dan seterusnya sensor tidak dapat mendeteksi karena radiasi *infrared* yang dipancarkan oleh kucing tidak cukup besar untuk dideteksi oleh sensor sehingga jarak jangkanya lebih pendek daripada mendeteksi manusia.

3.5 Hasil pengujian sensor PIR HC-SR501 mendeteksi melalui celah sempit

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan sensor ketika mendeteksi suatu manusia melalui celah sempit. Lebar celah divariasikan 1 cm hingga 3 cm sedangkan panjang celah diabaikan. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Hasil pengujian sensor PIR HC-SR501 dengan variasi lebar celah sempit

Lebar celah sempit (cm)	Hasil Deteksi (Ya/Tidak)	Buzzer (Berbunyi/Tidak Berbunyi)
1	Tidak	Tidak berbunyi
1,5	Ya	Berbunyi
2	Ya	Berbunyi
2,0	Ya	Berbunyi
3	Ya	Berbunyi

Sensor memiliki diameter 2,5 cm dengan kotak tempat diletakkannya memiliki lebar 4 cm. Jarak manusia dengan sensor ditetapkan yaitu 30 cm. Sensor sudah dapat mendeteksi manusia pada lebar celah lebih dari 1,5 cm dengan menempelkan sensor pada celah. Sensor tidak dapat mendeteksi pada celah terkecil yaitu 1 cm karena sensor tidak dapat mendeteksi sinyal *infrared* secara presisi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penelitian telah berhasil dalam rancang-bangun alat pendeteksi keberadaan manusia dalam reruntuhan bangunan menggunakan sensor PIR HC-SR501 mikrokontroler pada Arduino Uno R3 sebagai pemroses. Sensor PIR HC-SR501 tidak dapat mendeteksi jarak manusia atau objek karena hasil keluaran tegangannya sama untuk setiap manusia yang berada pada variasi jarak dari sensor yaitu 3,2 volt. Alat mampu mendeteksi manusia tidak bergerak dengan jarak 30 cm, dan manusia yang bergerak dengan jarak maksimal 7 m dengan ditandai dengan bunyi dari *buzzer* dan tampilan LCD yang menuliskan "*Infrared Detected Any Human*". Apabila sensor tidak mendeteksi ada manusia atau objek maka *buzzer* tidak berbunyi dan akan menampilkan "*Infrared not Detected No Human*" pada LCD. Sensor dapat mendeteksi objek selain manusia tetapi jarak objek yang dapat dideteksinya tidak sejauh mendeteksi manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Gauri, Z. dan Badnerkar, S., A Modern Microwave Life Detection System for Human Being Buried Under Rubble, *International Journal of Advanced Engineering Research and Studies*, **1**(1), hal. 69-77, 2011.
- Karthikeyan, S., Karthick, C., dan Shibu, P. S. V., Human Tracking System for Victims Trapped from Collapsed Building, *Journal of Engineering and Applied Sciences*, **11**(1), hal. 492-496, 2016.

Suhartinah dan Wildian: Rancang Bangun Sistem Berbasis Sensor *Passive Infrared* untuk Mendeteksi Manusia yang Terkubur di Bawah Reruntuhan Pasca Gempabumi

Wildian dan Marnita, O., Sistem Penginformasian Keberadaan Orang Di Dalam Ruang Tertutup Dengan Running Text Berbasis Mikrokontroler dan sensor PIR (Passive Infrared), *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, Lampung, 2013.