

Prototipe Emergency Light untuk Jalur Evakuasi Gedung Berdasarkan Sensor Getaran

R.Ismoyojati¹, Andrian Rakhmantsyah², Sidik Prabowo³

¹²³Fakultas Informatika Telkom University, Bandung

¹radenismoyojati18@gmail.com, ²kangandrian@telkomuniversity.ac.id, ³prabowosidik@gmail.com

Abstrak

Proses evakuasi jika terjadi bencana gempa bumi sampai sekarang masih belum efektif. Ketika bencana gempa bumi terjadi masih sering terjadi kepanikan karena masyarakat tidak mengerti bagaimana prosedur evakuasi gempa terutama ketika terjadi gempa dan masyarakat masih berada di dalam bangunan. Banyak sekali masyarakat ketika terjadi gempa yang masih terjebak di bangunan tidak mengetahui pintu emergency keluar dari bangunan tersebut walaupun sudah disediakan pintu emergency.

Pada Tugas Akhir ini dibangun Prototipe *Emergency Light* yang dapat digunakan untuk jalur evakuasi ketika diasumsikan terjadi gempa. Prototipe ini menggunakan sensor *Accel & Gyro* yang dihubungkan dengan Arduino Uno untuk mengolah data yang didapat dari sensor dan kemudian dikirimkan datanya setelah diolah untuk dikirim melalui *wireless connection* menggunakan ESP Wifi dan data nya dikirim ke Raspberry Pi yang berfungsi menerima data yang sudah diolah dari Arduino Uno dan Raspberry Pi meneruskan data tersebut dengan mengaktifkan 2 aktuator yang terpasang yaitu LED dan *buzzer* yang akan mengeluarkan alarm dan jalur evakuasi ke pintu darurat jika terjadi getaran yang diasumsikan gempa. Prototipe yang dibangun sudah berfungsi sesuai dengan tujuannya.

Kata kunci : *Emergency Light, Accel & Gyro, Raspberry Pi*

Abstract

Evacuation process when earthquake disaster happen until now still not effective. When earthquake happen there is still some panic happen because people don't understand about the earthquake evacuation procedure especially when the earthquake happen and people still in the building. So many people when earthquake happen still stuck in the building and doesn't know the emergency exit door event thought the emergency exit door is exist in the building.

In this final project is built prototype Emergency Light that can be use to give evacuation line when an assumed earthquake happen. This prototype uses sensors Accel & Gyro associated with Arduino Uno to process data that obtained from the sensor and will send its data after being processed from the Arduino to be sent via wifi using ESP Wifi and its data will be sent to the Raspberry Pi which function to receive the data that has been processed from the Arduino Uno and Raspberry Pi will forward the data to enable the two actuators that is LED and buzzer will issue an alarm and evacuation line to the emergency exit in case of vibration that assumed as earthquake. The Prototype that build already work properly that suitable for the purpose.

Keywords: *Emergency Light, Accel & Gyro, Raspberry Pi*

1. Pendahuluan

Gempa bumi merupakan fenomena alam yang tidak mungkin dihindari kedatangannya. Fenomena alam ini terjadi karena pergeseran lempeng tektonik secara tiba-tiba dengan kekuatan ber skala kecil sampai skala yang besar. Salah satu dampak dari bencana gempa bumi adalah kerusakan pada sebuah bangunan karena gelombang pada gempa bumi menyebabkan lapisan tanah bergerak dan menggoyangkan bagunan yang berada di atas tanah dan menghasilkan keruntuhan pada bangunan tersebut. Adapun cara penanggulangan untuk berlindung ketika terjadi gempa yaitu bisa bersembunyi di bawah meja ketika seseorang terjebak di dalam bangunan ketika terjadi gempa. Namun bersembunyi bawah meja sangatlah tidak efektif ketika gempa yang terjadi berskala besar yang membahayakan orang yang berada di dalam

bangunan. Salah satu cara berlindung ketika terjadi gempa berskala besar ketika seseorang berada di dalam bangunan adalah segera keluar dari bangunan tersebut.

Proses evakuasi keluar bangunan tidaklah mudah karena ketika terjadi gempa orang-orang yang berada di dalam bangunan akan mengalami kepanikan yang membuat orang-orang kesulitan untuk mencari pintu evakuasi. Karena itu berdasarkan masalah tersebut dibuat sebuah sistem yang dapat mendeteksi sebuah bencana alam. Harapan adanya sistem pendeteksi bencana alam ini adalah dapat mengurangi pengaruh bencana alam yang terjadi dan dapat memberikan jalur evakuasi ketika bencana itu terjadi.

Pada tugas akhir ini dibuat prototipe yang digunakan untuk memberikan jalur evakuasi keluar dari sebuah bangunan. Prototipe menggunakan sensor getaran *accelerometer & gyro* yang berfungsi untuk

mendeteksi getaran. Sensor yang terpasang dikendalikan oleh *microcontroller*. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino. *Microcontroller* Arduino berfungsi untuk menerima hasil getaran yang ditangkap oleh sensor *accelerometer & gyro*. Kemudian data yang sudah diterima di mikrokontroler diteruskan ke *microprocessor* Raspberry Pi. Data yang diterima oleh *microprocessor* kemudian diolah. Jika data yang diterima mengindikasikan getaran, maka *microprocessor* mengaktifkan aktuator yang berupa *buzzer* untuk mengeluarkan suara alarm dan lampu LED untuk menyalakan lampu jalur evakuasi. Diharapkan prototipe yang dibuat dapat membantu untuk memberikan jalur evakuasi jika terjadi gempa.

2. Landasan Teori

2.1 Arduino

Adalah pengontrol mikro single-board yang bersifat open-source, Dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino adalah kit mikrokontroler yang serba bisa dan sangat mudah penggunaannya. Untuk membuatnya diperlukan chip programmer (untuk menanamkan bootloader Arduino pada chip). Arduino merupakan single board hardware yang open-source dan juga softwarenya dapat digunakan secara opensource juga. Di bagian software Arduino dapat dijalankan di multiplatform, yaitu Linux, Windows, atau juga Mac. Hardware arduino merupakan *microcontroller* yang berbasis AVR dari ATMEL yang didalamnya sudah diberbootloader dan juga sudah terdapat standart pin I/Onya [6].

Saat ini Arduino sudah sangat populer dan sudah banyak dipakai untuk membuat proyek-proyek seperti drum digital, pengontrol LED, web server, MP3 player, pengendali robot, pengendali motor, sensor suhu/kelembaban, pengontrol kamera, dan masih banyak yang lainnya. Arduino terdiri dari hardware berupa Arduino Board dan software berupa Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Arduino dihubungkan dengan komputer melalui koneksi USB. Setelah itu sudah dapat mulai menulis program menggunakan Arduino IDE untuk ditanam pada Arduino Board tersebut.

2.2 Sensor Accelerometer & Gyro

Alat yang dipakai untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran, dan mengukur percepatan akibat gravitasi. Accelerometer & Gyro dapat digunakan untuk mengukur getaran pada mobil, mesin, bangunan, dan instalasi pengamanan. Accelerometer & Gyro juga dapat diaplikasikan pada pengukuran aktivitas gempa bumi dan peralatan-peralatan elektronik, seperti permainan 3 dimensi, mouse komputer, dan telepon. Untuk aplikasi yang

lebih lanjut, sensor ini banyak digunakan untuk keperluan navigasi. Percepatan merupakan suatu keadaan berubahnya kecepatan terhadap waktu. Bertambahnya suatu kecepatan dalam suatu rentang waktu disebut percepatan. Namun jika kecepatan semakin berkurang daripada kecepatan sebelumnya, disebut perlambatan^[2]. Percepatan juga bergantung pada arah/orientasi karena merupakan penurunan kecepatan yang merupakan besaran vektor. Berubahnya arah pergerakan suatu benda akan menimbulkan percepatan pula. Untuk memperoleh data jarak dari sensor *accelerometer & Gyro* diperlukan proses integral ganda terhadap keluaran sensor.

2.3 Raspberry Pi

Raspberry Pi (juga dikenal sebagai RasPi) adalah sebuah SBC (Single Board Computer) seukuran kartu kredit yang dikembangkan oleh Yayasan Raspberry Pi di Inggris (UK) dengan maksud untuk memicu pengajaran ilmu komputer dasar di sekolah-sekolah.

Raspberry Pi bekerja hampir sama dengan komputer, Namun Raspberry Pi hanya memiliki spesifikasi yang rendah dibandingkan dengan komputer umumnya. Kelebihan dari Raspberry Pi dibandingkan dengan komputer biasa adalah ukurannya yang sangat kecil dan hanya membutuhkan sumber listrik yang memiliki daya kecil.

Raspberry Pi menggunakan system on a chip (SoC) dari Broadcom BCM2835, juga sudah termasuk prosesor ARM1176JZF-S 700 MHz, GPU VideoCore IV dan RAM sebesar 256 MB (untuk versi B)^[1]. Tidak menggunakan hard disk, Namun menggunakan SD Card untuk proses booting dan penyimpanan data jangka-panjang.

Raspberry Pi memiliki tambahan di perangkatnya seperti 2 port USB, 1 port HDMI, 1 port RCA yang digunakan untuk penghubung sistem audio atau video, 1 port Audio 3,5mm, 1 port RJ 45 untuk memasang kabel LAN, dan 8 GPIO, UART, SPI BUS.

2.4 MQTT

Merupakan Machine to Machine (M2M) atau IOT (Internet of Things) konektivitas protokol. MQTT dirancang untuk mengirimkan pesan antar Machine dan sangat berguna untuk koneksi dengan bandwidth terbatas terutama untuk skenario *smart application*. Dan sangat ideal untuk aplikasi mobile karena ukurannya yang sangat kecil dan kebutuhan energi yang minimal^[9].

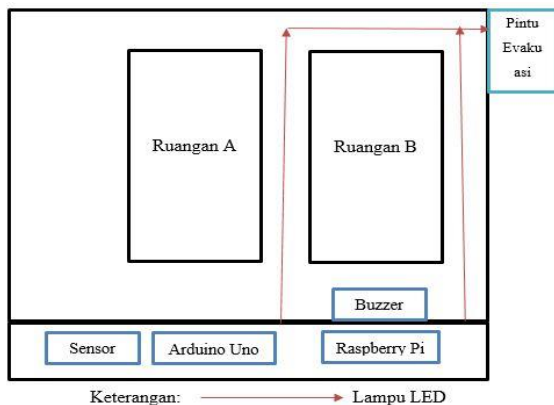
MQTT berbasis *client-server*, Dimana servernya adalah pusat *broker* yang menangani permintaan dan distribusi pesan antara *client*. Protokol yang digunakan menggunakan konsep model *publish/subscribe*. Pusat komunikasi dari MQTT berada di *broker* yang menjadi pusat pengiriman semua pesan diantara pengirim dan penerima pesan tersebut. Model ini akan membuat tiap *client* akan

memberitahukan *broker* untuk memilih *topic* mana yang akan di *subscribe* dan juga menentukan keluarnya *topic* untuk setiap pesan yang dikirimkan ke *broker*. Tiap *client* yang mengirim pesan ke *broker* juga akan memasukkan *topic* pada pesan itu.

2.5 ESP WIFI

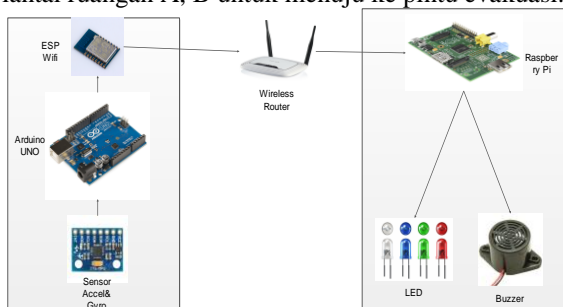
Merupakan sebuah mikrokontroler buatan perusahaan Cina yang bernama Espressif. Microcontroller ini dapat menghubungkan jaringan Wi-Fi dan membuat koneksi TCP/IP sederhana dengan menggunakan perintah Hayes-Style. Karena perangkat ini dilengkapi dengan *microcontroller* dan GPIO, maka bisa dikembangkan firmware yang digunakan agar perangkat ini tanpa tambahan *microcontroller* lainnya. Adapun firmware yang digunakan agar perangkat ini bisa berdiri sendiri yaitu menggunakan Node MCU. Keuntungan menggunakan Node MCU adalah dapat membuat code atau source code dalam bentuk LUA yang membuat GPIO yang terpasang di perangkat ini bisa digunakan sesuai dengan keinginan.

3. Desain dan Implementasi



Gambar 3.1 Desain Maket Prototipe *Emergency Light*

Pada **Gambar 3.1** menjelaskan bagan simulasi maket sebuah gedung dengan menggunakan ukuran 70x60cm untuk maket yang dipakai. Sensor memberikan indikasi gempa ketika sensor disimulasikan sebuah getaran. Ketika getaran terjadi maka sensor mengirimkan indikasi ke Raspberry Pi kemudian *buzzer* akan mengeluarkan suara alarm dan pada LED akan memberikan lintasan evakuasi di lantai ruangan A, B untuk menuju ke pintu evakuasi.



Gambar 3.2 Desain Maket Prototipe *Emergency Light*

Pada arsitektur sistem **Gambar 3.2** sensor *accelerometer & gyro*, Arduino Uno, ESP WIFI dibentuk menjadi satu perangkat dengan menggunakan satu PCB sebagai dasar dari perangkat tersebut. Arduino Uno tersambung ke sensor *accelerometer & gyro* dan ESP WIFI menggunakan *breadboard* yang sudah dipasang beberapa *jump wires*.

Pada bagian Raspberry Pi agar dapat menyalakan aktuator dibutuhkan tambahan perangkat yaitu *relay* dan *power supply*. Raspberry Pi disambungkan pada *relay* menggunakan *jump wires*. Di *relay* tersambung ke LED dan *buzzer*. Sedangkan *power supply* tersambung ke *relay* juga untuk memberikan daya pada *relay* tersebut untuk menghidupkan kedua aktuator.

3.1 Implementasi

Arduino Uno pada pembuatan prototipe ini merupakan perantara antara dua perangkat yaitu sensor *accelerometer & gyro* dan ESP WIFI dan pengolah data yang diterima dari sensor sebelum dikirimkan ke ESP WIFI. Data yang diterima oleh sensor ketika terjadi suatu getaran maka sensor akan mengirim ke Arduino untuk diolah datanya sebelum dikirim ke ESP WIFI. Arduino menggunakan komunikasi I²C untuk berkomunikasi ke sensor *accelerometer & gyro*. Karena pada gempa dinilai dari nilai kemiringan sensor yang dipakai maka pada prototipe ini hanya digunakan sensor *gyro* saja. Pada Arduino diberikan perintah untuk sensor *gyro* agar bisa memberikan batasan nilai untuk dianggap sebagai acuan indikator gempa pada sensor.

Kemudian setelah muncul indikator gempa pada sensor, Maka Arduino akan mengirim data ke ESP WIFI menggunakan komunikasi *digital I/O* untuk memberikan hasil dari sensor tersebut jika nilai indikasi dari sensor menyatakan gempa maka Arduino akan mengirimkan perintah "HIGH" ke pin 13 yang merupakan tempat penyambungan *jump wire* antar Arduino ke ESP WIFI, Jika tidak terjadi indikasi gempa maka Arduino akan mengirimkan perintah "LOW" ke pin 13.

MQTT pada pembuatan prototipe ini digunakan sebagai metode pengiriman pesan antar Arduino ke Raspberry Pi. MQTT memiliki keunggulan yaitu mempunyai konsumsi data yang sangat rendah jadi tidak mempengaruhi proses pengiriman data. Oleh karena itu MQTT dipilih dalam pembuatan prototipe *emergency light*. MQTT memiliki konsep *publish & subscribe* (mengirim dan menerima) *messaging protocol*.

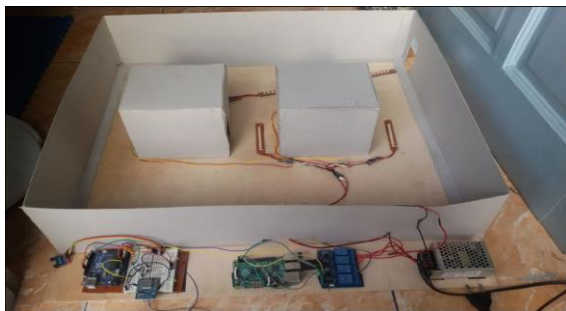
Penempatan penggunaan MQTT pada prototipe ini berada di ESP WIFI yang berperan sebagai *client* pertama yang menerima hasil keluaran dari Arduino untuk menentukan keluaran dari MQTT yang dikirim ke Raspberry Pi. Sedangkan Raspberry Pi disini berperan sebagai *broker* dan *client* kedua dari MQTT.

Di ESP WIFI melakukan proses pengiriman *publish* ke Raspberry Pi. *Topic* yang dikirim bernama “data” yang berisi pesan “alarm” atau “normal” tergantung dari hasil data yang diterima Arduino dari hasil sensor yang sudah diatur di ESP WIFI. Setelah sampai di server MQTT *broker* yang berada di Raspberry Pi juga, Maka *Topic* bernama “data” akan disimpan terlebih dahulu di server. Kemudian Raspberry Pi akan melakukan proses *subscribe* terhadap *topic* “data” yang masih tersimpan di server MQTT *broker* dan selanjutnya MQTT *broker* akan melakukan proses *publish topic* bernama “data” ke Raspberry Pi sesuai dengan pesan yang tersimpan di dalam *topic*.

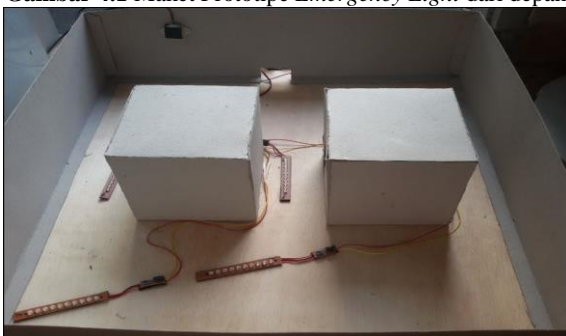
Raspberry Pi pada pembuatan prototipe ini digunakan sebagai perangkat untuk menghidupkan kedua aktuator yaitu LED dan *buzzer* dan menjadi server dari MQTT. Raspberry Pi pertama kali dilakukan proses koneksi ke MQTT server untuk menerima hasil kiriman data dari Arduino yang dikirimkan melalui metode MQTT. Setelah berhasil tersambung ke MQTT server, Maka Raspberry Pi melakukan proses *subscribe* ke MQTT server. Jika mendapatkan indikasi “normal” maka Raspberry Pi mengirimkan perintah ke *relay* untuk tidak menyalakan aktuator. Jika mendapatkan indikasi “alarm” maka Raspberry Pi mengirimkan perintah ke *relay* untuk menyalakan kedua aktuator yaitu LED dan *buzzer* untuk memberikan jalur evakuasi ke pintu darurat dan membunyikan suara alarm dari *buzzer*.

4. Hasil Pengujian

4.1 Pengujian Fungsionalitas Sistem



Gambar 4.1 Maket Prototipe *Emergency Light* dari depan



Gambar 4.2 Maket Prototipe *Emergency Light* dari belakang

Pada Gambar 4.1 dan 4.2 dijelaskan bahwa Pembuatan prototipe ini menggunakan maket yang merupakan sebuah replika dari sebuah lantai yang berada di gedung bertingkat. Maket ini berukuran 60x70 cm untuk bagian dasarnya. Bahan dasar pembuatan maket ini menggunakan triplek untuk bagian dasar maket dan kertas karton ukuran tebal untuk dinding dan ruangan maket. Pada bagian triplek terpasang sensor *accel & gyro*, Arduino Uno, Raspberry Pi, *relay*, Power Supply, dan LED. Sedangkan di dinding dari maket ini terpasang *buzzer* dan terdapat pintu emergency exit.

Pada pengujian fungsionalitas, Akan dibagi dua pengujiannya. Yaitu pengujian terhadap proses pengiriman data dari sensor ke Arduino dan pada pengujian kedua dilakukan pengujian untuk melihat apakah kedua aktuator akan menyala jika terjadi indikasi gempa.

Fungsionalitas Data Transfer dari sensor ke Arduino

Pada pengujian pertama dilakukan pengujian terhadap Sensor dan Arduino nya tanpa menghidupkan Raspberry Pi. Sensor dipicu sebuah getaran yang nantinya data itu terlihat di software Arduino 1.6.0 dengan melakukan perintah Ctrl+Shift+f untuk memunculkan Shift Monitor. Jika berhasil mendeteksi getaran maka di Shift Monitor muncul tulisan “GEMPA”.

Dari hasil pengujian pertama pada pengujian pengiriman data dari Sensor ke Arduino dapat dilihat ketika sensor bergetar sesuai dengan batasan nilai indikasi “Gempa” maka di Shift Monitor yang ada di software Arduino 1.6.0 akan mengeluarkan indikasi “Gempa” selama dilakukan 10 kali percobaan.

Tabel 4.1 Pengujian Pengiriman data dari sensor ke Arduino

No	Sensor	Arduino
1	Bergetar	“Gempa”
2	Bergetar	“Gempa”
3	Bergetar	“Gempa”
4	Bergetar	“Gempa”
5	Bergetar	“Gempa”
6	Bergetar	“Gempa”
7	Bergetar	“Gempa”
8	Bergetar	“Gempa”
9	Bergetar	“Gempa”
10	Bergetar	“Gempa”

Fungsionalitas Akuisi Data Transfer (Menyalakan Aktuator)

Pada pengujian kedua dilakukan pengujian terhadap kedua aktuator yaitu LED dan *buzzer* apakah akan menyala dan memberikan jalur evakuasi ketika terjadi getaran yang diasumsikan gempa.

Pengujiannya dilakukan pengujian lengkap semua perangkat dihidupkan semua.

Dari hasil pengujian kedua pada aktuator LED dan *buzzer* dihasilkan sebanyak 10 kali percobaan ketika disimulasikan sebuah getaran, LED dan *buzzer* selalu menyala untuk memberikan indikasi gempa dan jalur evakuasi.



Gambar 4.3 Capture Pengujian LED dan *buzzer* di maket

Pada **Gambar 4.3** diperlihatkan pengujian terhadap LED dan *buzzer* ketika dilakukan simulasi terhadap prototipe. Dapat dilihat dari pengambilan gambar dari atas maket, Lampu LED menyala sesuai dengan tujuan yaitu memberikan arah jalur evakuasi ke pintu Emergency Exit yang bisa dilihat di gambar.

Tabel 4.2 Pengujian Lampu LED dan Buzzer

No	Sensor	LED dan Buzzer
1	Bergetar	Menyala
2	Bergetar	Menyala
3	Bergetar	Menyala
4	Bergetar	Menyala
5	Bergetar	Menyala
6	Bergetar	Menyala
7	Bergetar	Menyala
8	Bergetar	Menyala
9	Bergetar	Menyala
10	Bergetar	Menyala

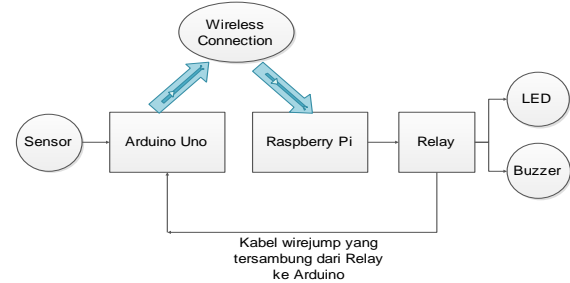
Dari hasil kedua **Tabel 4.1 dan 4.2** membuktikan bahwa fungsionalitas yang ada pada prototipe berjalan dengan baik ketika kondisi 2 aktuator yaitu *buzzer* dan LED berhasil memberikan alarm dan jalur evakuasi ketika terjadi gempa.

4.2 Pengujian Response Time

Skenario ini dilakukan untuk mengetahui berapa *response time* yang terjadi ketika proses pengiriman data dari sensor menuju Raspberry Pi untuk mengaktifkan aktuator yaitu LED dan *buzzer* agar bisa memberikan jalur evakuasi keluar dari gedung.

Pada pengujian skenario ini dilihat nilai *response time* nya menggunakan perintah *millis* pada Arduino.

Perintah *millis* pada Arduino menilai Response Time dari waktu relay menyalakan aktuator dikurangi dengan waktu sensor menyatakan indikasi “GEMPA”. Untuk bisa mendapatkan nilai waktu dari *relay*, Maka disambungkan dua buah kabel dari *relay* yang langsung tersambung ke Arduino.



Gambar 4.6 Alur pengujian *response time* dari Sensor ke Relay yang akan kembali lagi ke Arduino.

Berikut merupakan tabel hasil dari pengujian *response time*:

Nilai satuan yang didapat dari penghitungan *millis* memiliki satuan ms (millisecond). Pada Tabel dibawah ini nilai satuan nya dirubah menjadi detik (second).

Tabel 4.3 Pengujian *response time*

No	Response Time
1	0,910 detik
2	0,909 detik
3	0,809 detik
4	0,808 detik
5	0,606 detik
6	1,01 detik
7	0,909 detik
8	0,808 detik
9	0,909 detik
10	0,606 detik
Average	0,8284 detik

Dari hasil **Tabel 4.3** setelah diujikan percobaan sebanyak 10 kali untuk mendapatkan nilai *response time* menghasilkan nilai rata-rata 0,8284 detik.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari Tugas Akhir ini, Prototipe dapat menghasilkan alarm dan jalur evakuasi ketika terdapat getaran gempa terjadi dengan kondisi dimana sensor *Accel & Gyro* berhasil menangkap getaran yang diasumsikan sebagai gempa kemudian mengirimkan datanya ke Raspberry Pi melalui koneksi Wifi.

Kemudian berdasarkan hasil pengujian *response time* dapat diperoleh informasi bahwa ketika dilakukan pengujian selama 10 kali, *response time* yang didapatkan selalu dibawah 1,5 detik dan didapatkan hasil rata-rata setelah 10 kali pengujian yaitu 0,8284 detik.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat membantu pengembangan Tugas Akhir ini adalah:

1. Menggunakan sensor getaran lebih dari satu agar dapat diujikan pada bangunan asli.
2. Memakai penghitungan skala gempa yang sebenarnya yaitu skala Richter.
3. Mendefinisikan skala getaran yang digunakan adalah skala gempa.

Daftar Pustaka:

- [1] Croston, B. (2012, December 1). General Purpose Input/Output. Raspberry Pi Education Manual
- [2] Eandt.theiet.org. (2013). *Sensor an A to Z*
- [3] Embedded Artist. (2013). *Embedded Artist 2.7 inch E-paper Display Module & Arduino Uno.*
- [4] Faulkner, M. (2011). *The Next Big One: Detecting Earthquake and Other Rare Events from Community Base Sensor.*
- [5] Kawamoto, Yuichi., Nishiyama, Hiroki., Kato, Nei., Yoshimura, Naoko., & Yamamoto, Shinichi. (2014). *Internet of Things (IoT) Present State and Future Prospect.*
- [6] Premeaux, E., & Evans, B. (2011). *Arduino Project to Save the World.* New York, Springer Science.
- [7] Spectrum.ieee.org. (2005). *Earthquake Alarm.*
- [8] Subrahmanyam, N. (2012). *MQTT and Arduino Devices.*
- [9] Ullas, B S., Anush, S., Roopa, J., & Govinda Raju, M. (2014). *Machine to Machine Communication for Smart System using MQTT.*
- [10] Vujović, Vladimir., & Maksimović, Mirjana. (2014). *Raspberry Pi as a Wireless Sensor Node: Performances and Constraints.*