

Prototype Sistem Peringatan Gempa Bumi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno

Wisnu Broto^{1*}, Duta Widhya²

¹Jurusan Teknik Elektronika Diploma Tiga, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

²Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

Abstrak. Indonesia sebagai negara kepulauan yang memiliki 3 (tiga) jalur lempeng tektonik, pergerakan lempeng tektonik ini sering menimbulkan gempa tektonik. Minimnya alat pendeteksi gempa bumi di Indonesia menjadi salah satu faktor banyaknya jatuh korban akibat gempa bumi di Indonesia. Dari kondisi tersebut, penulis berusaha merancang prototype sebuah sistem peringatan gempa bumi dengan berbasis mikrokontroler Arduino Uno dengan menggunakan sensor getar tipe SW-420. Mikrokontroler Arduino Uno dipilih sebagai modul utama dalam rangkaian prototype sistem peringatan gempa bumi, karena penggunaan praktis, baik dalam perancangan sistem elektronik, maupun sistem pemrograman datanya. Mikrokontroler merupakan salah satu chip berupa IC (Intergrated Circuit) yang dapat menerima sinyal masukan dari sensor elektronik, mengolah sinyal dalam sistem data digital dan mengeluarkan sinyal ke perangkat output, Komponen output dari prototype sistem peringatan gempa bumi diantaranya display matrik LCD, indikator cahaya LED, serta indikator suara buzzer yang akan memberikan kondisi peringatan gempa, sesuai masukan dari sinyal getaran yang diterima oleh sensor getar SW-420. Dengan dirancangnya prototype sistem peringatan gempa bumi ini, penulis berharap dapat diimplementasikan dan berguna bagi masyarakat Indonesia, khususnya yang berada di wilayah rawan bencana gempa bumi.

Kata kunci: gempa bumi, arduino uno, sensor getar sw-420

1. PENDAHULUAN

Kepulauan Indonesia rawan kondisi gempa bumi, karena pertemuan 3(tiga) jalur lempeng tektonik, yaitu Australia, Filipina, dan Eurasia. Kepulauan Indonesia memiliki banya gunung berapai yang masih aktif, disebut juga dilalui oleh Cincin Api Pasifik atau *Ring of Fire*, dan dilingkari oleh jalur gempa teraktif di dunia, *Alpide Belt*. Tercatat pada tahun 2018 Indonesia mengalami gempa bumi lebih dari lima kali dengan kekuatan diatas 4 SR [1],[2].

Namun, meskipun Indonesia termasuk negara rawan gempa, tidak serta merta menjadikan masyarakat Indonesia menjadi peka dan siaga terhadap bencana gempa bumi. Dalam segi penyediaan pendeteksi gempa bumi pun, pemerintah Indonesia masih sangat tertinggal jauh. Untuk itu dibutuhkan sebuah sistem peringatan gempa bumi jenis tektonik yang bekerja dengan cara mendeteksi getaran yang berada didalam tanah atau kerak bumi. Rancang bangun ini berguna sebagai peringatan atau *alarm* dini yang sangat berguna bagi masyarakat Indonesia.

Saat ini sistem pemantauan gempabumi yang dilakukan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) hanya merekam gempabumi yang sedang atau telah terjadi sehingga sulit untuk menekan jatuhnya korban dan kerusakan akibat kurang siap siaga untuk menghadapi gempabumi [3].

Kecepatan pengiriman informasi dari sistem pendeteksi gempa, mengingat bencana gempa bumi sering terjadi di Indonesia dan terjadi dalam waktu yang sangat cepat [4].

Indonesia termasuk daerah rawan bencana gempabumi karena Indonesia terletak di antara tiga lempeng tektonik yaitu di sebelah Barat Laut Lempeng Eurasia, di sebelah Selatan Lempeng Indo- Australia, dan di sebelah Timur Lempeng Pasifik [5].

Perancangan Alat Pendeteksi Gempa Menggunakan Sensor Accelerometer Dan Sensor Getar [6]. Metode klasifikasi untuk membedakan antara tweet yang mengandung informasi gempa yang sesungguhnya (gempa positif) dan tweet yang mengandung informasi gempa namun memiliki arti lain (gempa negatif) [4]. Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gempa Bumi dengan Ayunan Bandul Berbasis Mikrokontroler ATmega328 [7], [8].

* Corresponding author: wisnubroto@univpancasila.ac.id

2. LANDASAN TEORI

A. Arduino Uno

Type Arduino Uno yang dipilih adalah mikrokontroler dengan modul ATmega328. Arduino Uno modul ATmega328 memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah *header* ICSP, dan sebuah tombol *reset*. Arduino Uno menggunakan modul ATmega328 yang dapat di *flash* program sebagai *USB to serial converter* untuk komunikasi serial ke komputer melalui *port* USB.

Arduino awal produksi massal dari Italia, maka versi awal Arduino pertama diberi nama "Uno" berarti rilis produksi peluncuran pertama dalam bahasa Italia. Arduino Uno R3 adalah revisi terbaru dari serangkaian produksi Arduino modul yang masih relevan untuk digunakan pada prototype sistem peringatan gempa bumi.

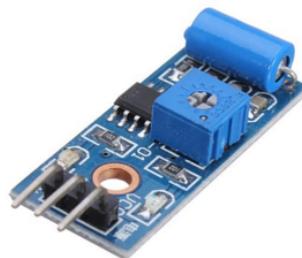


Gambar 1. Arduino Uno

B. Sensor SW-420

Sensor getar menerima data berupa sinyal analog dari getaran lingkungan sensor di tempatkan, kemudian sinyal getaran tersebut di konversi menjadi sinyal digital dalam besaran tegangan listrik atau arus listrik. Jadi sensor getar berkerja menerima masukan data sinyal getaran analog, dan merubahnya menjadi sinyal digital baik dalam besaran tegangan listrik atau besaran arus listrik. Sensor yang digunakan pada prototype ini adalah SW-420.

Sensor-420 dilengkapi dengan *vibrate ball* yang berfungsi sebagai sensor utama dalam mendeteksi getaran. Data sinyal digital keluaran dari modul sensor-420 ini berupa keluaran logika *high* (1) pada saat mendeteksi getaran, dapat diaplikasikan pada sistem keamanan, deteksi gempa atau getaran.



Gambar 2. Sensor SW-420

C. LCD (Liquid Crystal Display)

Display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD (*Liquid Crystal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.



Gambar 3. LCD

D. LED (Light Emitting Diode)

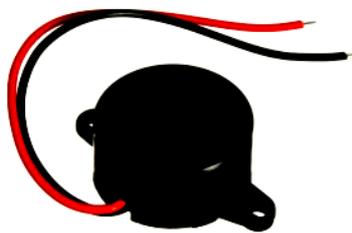
Chip *LED* pada umumnya mempunyai tegangan rusak yang relatif rendah. Bila diberikan tegangan beberapa volt ke arah terbalik, biasanya sifat isolator searah *LED* akan rusak menyebabkan arus dapat mengalir ke arah sebaliknya. Karakteristik chip *LED* pada umumnya adalah sama dengan karakteristik dioda yang hanya memerlukan tegangan tertentu untuk dapat beroperasi. Namun bila diberikan tegangan yang terlalu besar, *LED* akan rusak walaupun tegangan yang diberikan adalah tegangan maju. Tegangan yang diperlukan sebuah dioda untuk dapat beroperasi adalah tegangan maju.



Gambar 4. LED

E. Buzzer

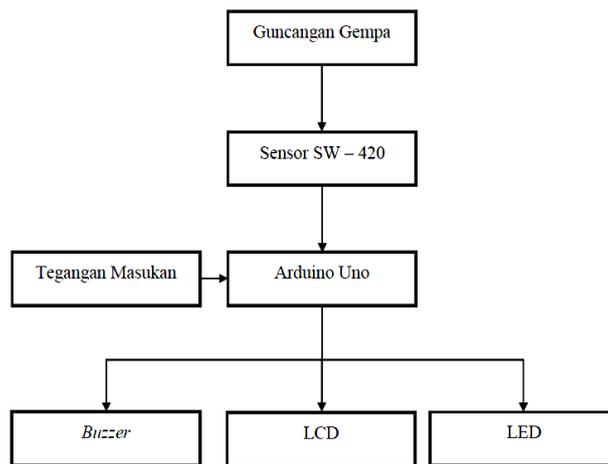
Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loudspeaker, Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Buzzer juga memiliki kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).



Gambar 5. Buzzer

3. PERANCANGAN

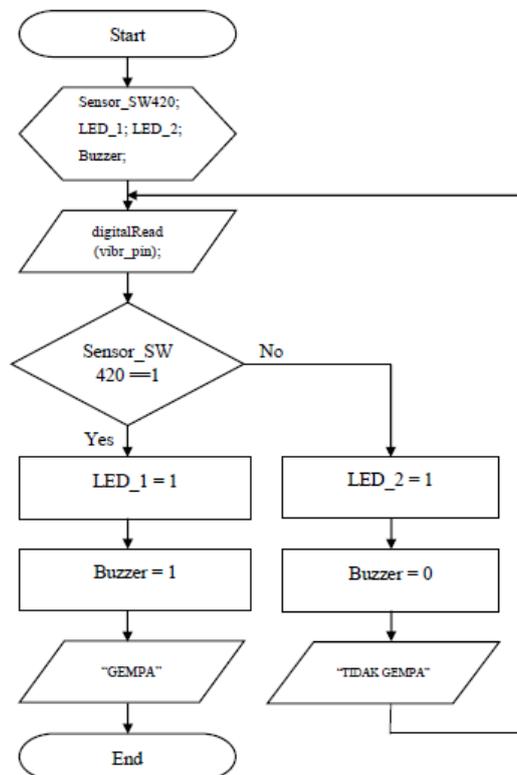
A. Diagram Blok Sistem



Gambar 6. Diagram Blok Sistem

- a. Blok Sensor SW-420 Sebagai pendeteksi adanya getaran.
- b. Blok tegangan masukan sebagai pemberi tegangan ke seluruh sistem.
- c. Blok Arduino Uno sebagai pengolah data.
- d. Blok LCD sebagai pemberitahuan melalui tampilan layar.
- e. Blok LED sebagai indikator pemberitahuan.
- f. Blok *Buzzer* sebagai indikator pemberitahuan melalui suara.

B. Diagram Alir (Flowchart)



Gambar 7. Flowchart

Proses Flowchart

- a). Start
Langkah pertama untuk mengoperasikan sistem prototype alat.
- b). Sensor_SW420; LED_1; LED_2; Buzzer;

Setelah sistem aktif mikrokontroler Arduino Uno akan melakukan fungsinya sebagai kontrol dari semua *input* dan *output*. Mikrokontroler mengaktifkan Sensor SW-420, LED, Buzzer, serta LCD. Setelah aktif, LCD akan menampilkan tulisan ‘Pendeteksi Gempa Bumi’.

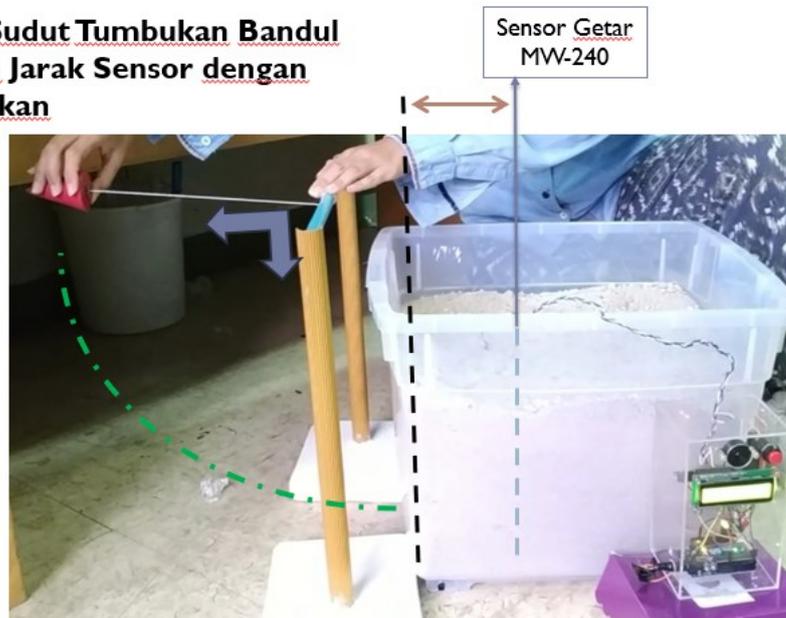
- c). `digitalRead (vibr_pin);`
Sensor SW-420 akan mendeteksi ketika ada getaran. Getaran yang terbaca oleh sensor SW-420 akan diteruskan ke mikrokontroler untuk diolah.
- d). `Sensor_SW420==1`
Fungsi jika diaktifkan. Ketika sensor SW-420 *high* maka LED 1 atau LED merah serta *buzzer* menjadi 1 atau menyala. Ketika sensor SW-420 *low* maka LED 2 atau LED hijau akan *high* serta *buzzer* akan *low*.
- e). “Gempa” dan “Tidak Gempa”
Merupakan indikator yang akan dikeluarkan oleh LCD. Jika Sensor *high* maka indikator yang akan dikeluarkan adalah “Gempa”, sedangkan jika sensor *low* indikator yang akan dikeluarkan adalah “Tidak Gempa” .
- f). End
Merupakan akhir dari seluruh proses pendeteksian getaran gempa bumi .

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Menentukan Gaya Ayunan Bandul

Sebelum melakukan perancangan pada alat, perlu ditentukan terlebih dulu besaran gaya yang terjadi pada ayunan bandul menurut sudut kemiringannya. Dengan panjang tali bandul sebesar 25 cm, tinggi tiang penyangga bandul sebesar 40 cm.

Posisi Sudut Tumbukan Bandul dengan Jarak Sensor dengan Tumbukan



Gambar 8. Posisi Sudut Tumbukan Bandul dengan Jarak Sensor dengan Tumbukan

1) Sudut Kemiringan 30° [9]

$$F = \frac{m \cdot g}{l} (x) \dots\dots\dots (1)$$

$$F = \frac{m \cdot g}{l} (l \cdot \sin \theta) \dots\dots\dots (2)$$

$$= \frac{0,25748 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,25 \text{ m}} (0,25 \text{ m} \cdot \sin 30^\circ)$$

$$= \frac{0,25748 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,25 \text{ m}} (0,25 \text{ m} \cdot 0,5)$$

$$F = 10,09 \text{ kg/s}^2 \cdot 0,125 \text{ m}$$

$$F = 1,26 \text{ N}$$

2) Sudut Kemiringan 45°

$$F = \frac{m \cdot g}{l} (x)$$

$$F = \frac{m \cdot g}{l} (l \cdot \sin \theta)$$

$$= \frac{0,25748 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,25 \text{ m}} (0,25 \text{ m} \cdot \sin 45^\circ)$$

$$= \frac{0,25748 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,25 \text{ m}} (0,25 \text{ m} \cdot 0,7)$$

$$F = 10,09 \text{ kg/s}^2 \cdot 0,175 \text{ m}$$

$$F = 1,765 \text{ N}$$

3) Sudut Kemiringan 60°

$$F = \frac{m \cdot g}{l} (x)$$

$$F = \frac{m \cdot g}{l} (l \cdot \sin \theta)$$

$$= \frac{0,25748 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,25 \text{ m}} (0,25 \text{ m} \cdot \sin 60^\circ)$$

$$= \frac{0,25748 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,25 \text{ m}} (0,25 \text{ m} \cdot 0,86)$$

$$F = 10,09 \text{ kg/s}^2 \cdot 0,215 \text{ m}$$

$$F = 2,169 \text{ N}$$

4) Sudut Kemiringan 90°

$$F = \frac{m \cdot g}{l} (x)$$

$$F = \frac{m \cdot g}{l} (l \cdot \sin \theta)$$

$$= \frac{0,25748 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,25 \text{ m}} (0,25 \text{ m} \cdot \sin 90^\circ)$$

$$= \frac{0,25748 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2}{0,25 \text{ m}} (0,25 \text{ m} \cdot 1)$$

$$F = 10,09 \text{ kg/s}^2 \cdot 0,25 \text{ m}$$

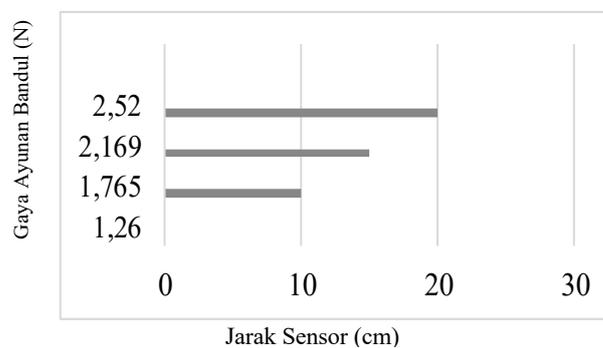
$$F = 2,52 \text{ N}$$

B. Data Hasil Pengujian

Dari uji coba yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa gaya ayunan bandul berpengaruh dengan pendeteksian sensor gempa bumi, berikut merupakan data hubungan jarak dengan deteksi sensor:

Tabel 1. Jarak terjauh sensor mendeteksi getaran

No	Gaya Ayunan Bandul (N)	Jarak Terjauh (cm)
1	1,26 N	0 cm
2	1,765 N	10 cm
3	2,169 N	15 cm
4	2,52 N	20 cm



Gambar 9. Diagram Hubungan Antara Gaya Ayunan Bandul dan Jarak Sensor

Gaya ayunan bandul digunakan sebagai acuan dari sumber getaran yang digunakan untuk menguji tingkat kesensitivitasan dari sensor getar SW-420. Dalam diagram dapat dilihat bahwa sensor SW-420 pada gaya sebesar 1,26 N tidak dapat mendeteksi getaran dari jarak 5 cm sampai seterusnya. Pada gaya bandul sebesar 1,765 N sensor SW-420 hanya mampu mendeteksi getaran sampai pada jarak maksimum 10 cm antara sensor dengan sumber getaran. Pada gaya bandul sebesar 2,169 N sensor SW-420 hanya dapat mendeteksi getaran sampai pada jarak maksimum 15 cm antara sensor dengan sumber getaran. Pada gaya bandul sebesar 2,52 N sensor SW-420 mampu mendeteksi getaran hanya sampai pada jarak maksimum 20 cm antara sensor dengan sumber getaran. Sedangkan pada jarak diatas 25 cm sensor SW-420 tidak dapat mendeteksi getaran yang berasal dari tumbukan antara bandul dengan dinding kotak simulasi. Hal ini dikarenakan gaya yang dihasilkan oleh bandul tidak cukup kuat untuk menghasilkan getaran yang dapat dideteksi oleh sensor SW-420.

5. KESIMPULAN

Setelah melalui tahap perencanaan, perancangan, realisasi rangkaian, serta pengujian yang telah dilakukan pada prototype ini maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Sensor SW-420 baru dapat mendeteksi getaran dengan gaya sebesar 1,765 N, pada jarak 10 cm.
2. Sensor SW-420 hanya dapat mendeteksi getaran sampai dengan jarak 20 cm dengan gaya bandul maksimum 2,52 N.
3. Pada jarak 25 cm dan 30 cm, sensor SW-420 tidak dapat mendeteksi getaran dikarenakan besar gaya yang tidak mencukupi untuk dideteksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] magma.esdm.go.id, “Tanggapan Kejadian Gempa Bumi Lombok Timur Tanggal 19 Agustus 2018,” *20 Agustus 2018*, no. 5, pp. 30–32, 2018, [Online]. Available: <https://magma.esdm.go.id/v1/press-release/167?signature=c86290f8a93c126f0fc87edd16115c596e8aa173405a803b04e11813af5c8cb9>
- [2] BMKG, “Gempa Bumi Terkini. Januari 10, 2019,” 2019, *BMKG, Indonesia*. [Online]. Available: <https://www.bmkg.go.id/berita/?p=kamis-sore-10-januari-2019-terjadi-aktivitas-gempa-beruntun-di-selat-sunda-tidak-berpotensi-tsunami&lang=ID&tag=gempa#:~:text=Pada hari Kamis%2C 10 Januari,WIB - 18.35 WIB. Aktivitas gempa>
- [3] M. A. Novianta, “Sistem Deteksi Dini Gempa Dengan Dengan Piezo Elektrik Berbasis Mikrokontroler At89C51,” *Simp. Nas. RAPI XI FT UMS - 2012*, vol. 136, no. 5, p. S126, 2012, [Online]. Available: <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/xmlui/bitstream/handle/11617/3925/E14.pdf?sequence=1>
- [4] R. Dwi Lingga P., C. Faticah, and D. Purwitasari, “Deteksi Gempa Berdasarkan Data Twitter Menggunakan Decision Tree, Random Forest, dan SVM,” *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 1, pp. 1–2, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i1.22037.
- [5] S. Husein and D. Karnawati, “Kontrol Geologi terhadap Respon Lahan dalam Gempabumi Yogyakarta 27 Mei 2006: upaya pembuatan peta zonasi mikro di daerah Bantul South Makassar Basin Research View project Sunda Oroclines View project,” *Proceeding Semin. Nas. 2007 Geotech. Earthq. Eng.*, no. April, pp. 1–9, 2007, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Salahuddin-Husein/publication/282945905_Kontrol_Geologi_terhadap_Respon_Lahan_dalam_Gempabumi_Yogyakarta_27_Mei_2006_upaya_pembuatan_peta_zonasi_mikro_di_daerah_Bantul/links/5623b4d608aea35f2686856c/Kontrol-Geologi-ter
- [6] A. Ghifari, M. A. Murti, and R. Nugraha, “Perancangan Alat Pendeteksi Gempa Menggunakan Sensor Accelerometer Dan Sensor Getar,” *Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 4028–4035, 2018, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/8134/8030>
- [7] A. C. Nasution, S. Sudaryanto, and J. Arifin, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gempa Bumi dengan Ayunan Bandul Berbasis Mikrokontroler ATmega328,” *JET (Journal Electr. ...)*, vol. 3, no. 1, pp. 40–44, 2018, [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/294%0Ahttps://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/download/294/319>
- [8] J. Purdum, *Beginning C for Arduino*. TECHNOLOGY IN ACTION, 2015. doi: 10.1007/978-1-4842-0940-0.
- [9] P. . Abott, “Natural Disasters. 4th ed. Boston, McGraw Hill Higher Education.pdf,” 2004.