

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Keretakan Bangunan

Keretakan bangunan merupakan sebuah anomali atau penyimpangan yang terjadi pada seluruh atau sebagian elemen struktur atau non-struktur pada bangunan berupa retak pada bagian kolom, balok dan lain-lain (Praja, 2020). Keretakan bangunan pada gempa juga dapat terjadi dan tentunya akan semakin parah, bangunan yang mengalami rusak parah rata-rata tidak mengikuti kaidah yang sesuai dengan bangunan tahan gempa.

Kerusakan bangunan akibat gempa biasanya disebabkan oleh kegagalan sambungan kolom dengan balok, kegagalan sambungan ikatan kolom ke pondasi, campuran beton yang kurang baik dan kerusakan dinding (Saputra dan Faizah, 2019). Cara menentukan level kerusakan bangunan dilakukan dengan cara mengukur luas retak. Semakin lebar retakan yang terjadi maka level kerusakan semakin besar (Ariyanto, 2020). Parameter kerusakan bangunan berdasarkan lebar keretakan sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Parameter Kerusakan Bangunan Berdasarkan Lebar Keretakan

Level Kerusakan	Indikator Kerusakan	Lebar Keretakan (mm)
1	Retak kecil yang kurang dari 0,1 mm.	0-0,1
2	Retak mulus, kemungkinan jarang terlihat pada bangunan luar atau memungkinkan penyusutan pada material	0,1-1
3	Retak mudah disusupi, tidak terlihat dari luar	1-5
4	Pintu dan jendela menyatu, gagal adanya perbaikan pipa dalam tembok	5-15
5	Kerangka pintu dan jendela dapat didistorsi, miring nya lantai dan balok kehilangan fungsi	15-25
6	Hilangnya kemampuan kekuatan balok, dinding terlalu miring. Jendela mengalami kerusakan dengan terdistorsi	>25

Sumber : Cook, G.K., & Hinks, A.J. (1992)

Tingkat kerusakan bangunan dapat juga diklasifikasikan menjadi tiga klasifikasi, yaitu kerusakan ringan, kerusakan sedang dan kerusakan berat. Kerusakan bangunan dapat disebabkan oleh penyusutan atau berakhirnya umur bangunan, kelalaian manusia dan bencana alam (Rahmaddi, 2021). Berikut merupakan tabel kerusakan bangunan yang terjadi berdasarkan kategori kerusakan bangunan.

Tabel 2. 2 Parameter Kerusakan Bangunan Berdasarkan Kategori Kerusakan

Kategori Kerusakan	Parameter Kerusakan
Kerusakan Ringan	Cat berkerut, berubah warna, menggelembung dan mengalami retak dengan lebar 5-15 mm
Kerusakan Sedang	Dinding berlumut atau berjamur, cat dan acian mengelupas hingga ke plesteran, retakan dalam hingga pasangan bata terlihat, retak besar pada plesteran 15-25 mm
Kerusakan berat	Retak besar pada pasangan bata, pasangan bata terbelah dan goyang, plesteran dinding rontok hingga pasangan bata terlihat, terjadi retakan >25 mm sehingga pasangan bata lepas dari pasangan dinding

Sumber : Rahmaddi (2021)

2.2 Beton

Beton merupakan hasil dari pencampuran semen seperti semen portland atau jenis semen hidrolisis lainnya, agregat halus, agregat kasar, serta air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*) sesuai dengan standar (SNI-03-2847-2013).

Tahapan awal dalam pembentukan beton melibatkan proses hidrasi antara semen dan air yang menghasilkan pasta semen, kemudian dengan penambahan agregat halus dan agregat kasar akan menjadi beton (Mulyono, 2004). Beton memiliki beberapa jenis, tergantung pada material tambahan yang digunakan, contohnya ketika tulangan baja dicampurkan pada beton maka akan terbentuk beton bertulang.

Beton bertulang adalah hasil dari gabungan antara beton dan tulangan baja, dimana fungsi utama tulangan baja adalah untuk meningkatkan kemampuan beton dalam menahan gaya tarik. Selain itu, tulangan baja juga mampu menahan gaya tekan sehingga dapat digunakan pada struktur bangunan seperti kolom dan pada berbagai kondisi lainnya.

Nilai kuat tarik beton tidak selalu sebanding dengan nilai kuat tekan beton, dimana upaya untuk meningkatkan nilai kuat tekan hanya menghasilkan peningkatan yang sedikit pada nilai kuat tariknya. Umumnya perkiraan kasar nilai kuat tarik beton berkisar antara 9% - 15% kuat tekannya. Keterbatasan kuat tarik ini menjadi salah satu kekurangan beton konvensional. Oleh karena itu, pendekatan yang umum digunakan adalah dengan menggabungkan beton dengan tulangan, dimana bahan ini bertindak sebagai tulangan penguat dalam struktur beton.

2.3 Gempa Bumi

Gempa bumi adalah getaran pada permukaan bumi yang muncul karena pergerakan lempeng tektonik, aktivitas vulkanik, runtuh batuan, atau tumbukan dengan benda langit (Suntoko dan Supartoyo, 2016). Kejadian gempa bumi disebabkan oleh Gerakan lempeng tektonik yang berpindah tempat, menghasilkan energi yang kemudian merambat dalam bentuk gelombang ke segala arah. Dampak dari gelombang ini dapat dirasakan hingga permukaan daratan.

Menurut Teori Elastic Rebound yang diajukan oleh seismolog terkemuka Amerika, yaitu Reid, gempa bumi adalah fenomena tidak normal yang muncul akibat pelepasan energi dari regangan lentur pada batuan. Energi ini muncul karena terjadi perubahan bentuk batuan di lapisan litosfer.

2.3.1 Jenis-jenis gempa bumi

Berdasarkan penyebabnya dapat dikelompokkan menjadi empat jenis, yaitu:

1. Tektonik

Gempa ini terjadi diakibatkan oleh pergeseran lempeng atau kulit bumi (*lithosphere*) yang biasanya terjadi di daerah pertemuan lempeng bumi.

2. Vulkanik

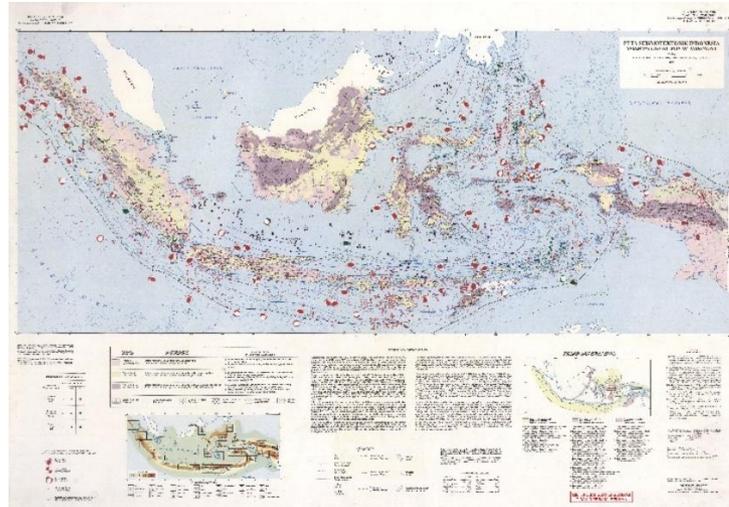
Gempa yang terjadi diakibatkan oleh aktivitas gunung berapi ini biasanya terjadi di sekitar lokasi gunung tersebut.

3. Runtuhan

Gempa bumi pada umumnya terjadi di daerah kapur atau daerah pertambangan yang kondisi tanahnya tidak stabil.

4. Buatan

Gempa ini terjadi karena aktivitas manusia, biasanya terjadi akibat aktivitas berupa ledakan bom, nuklir atau yang lainnya.



Gambar 2. 1 Peta Persebaran Gempa Bumi di Indonesia

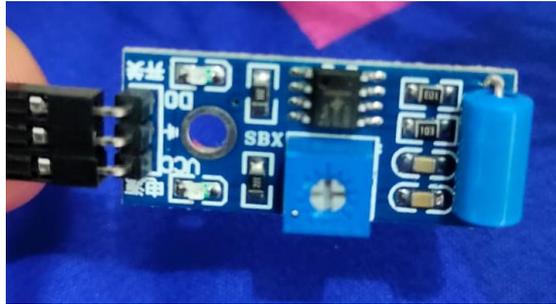
Sumber : esdm.go.id

2.4 Peralatan

Pada alat ini membutuhkan item – item peralatan untuk pembuatan sebuah sistem sebagai penunjang agar sistem tersebut dapat terbentuk.

2.4.1 *Vibration* Sensor

Vibration sensor atau sensor getaran merupakan sensor yang berfungsi sebagai detektor suatu getaran yang sistem kerjanya mengubah dari getaran menjadi listrik. *Vibration* sensor ini mampu mengukur frekuensi getaran yang terdapat dalam sistem, mesin, atau yang lainnya. Hasil pengukuran tersebut dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi anomali atau masalah lain yang kemudian dapat dijadikan prediksi kerusakan di masa yang akan datang. *Vibration* sensor ini terhubung langsung menuju PC atau komputer secara nirkabel setelah itu akan mendeteksi getaran. Cara kerja sensor ini berbanding terbalik dengan speaker. Sensor getar mengubah sinyal getar menjadi sinyal listrik sedangkan speaker mengubah sinyal listrik menjadi getar (Purnamasari, 2017). Sensor yang dipakai pada penelitian ini adalah *vibration* sensor SW420.



Gambar 2. 2 *Vibration* Sensor SW420

Sumber : Peneliti (2023)

2.4.2 Buzzer

Buzzer merupakan bagian elektronika yang berguna untuk merubah sinyal listrik menjadi gelombang suara (Purnamasari, 2017). Pada umumnya cara kerja buzzer mirip dengan speaker. Buzzer terdiri dari gulungan yang dipasang pada rongga dan gulungan tersebut dialiri arus yang kemudian menjadi sinyal elektromagnet, gulungan akan terdorong keluar atau ke dalam, ketika kumparan bergerak maka rongga ikut bergerak karena posisi kumparan yang terletak pada rongga, pergerakan diafragma secara bolak-balik membuat pergetaran pada udara sehingga menimbulkan suara. Penggunaan buzzer dalam sistem detektor ini berguna sebagai indikator alarm.



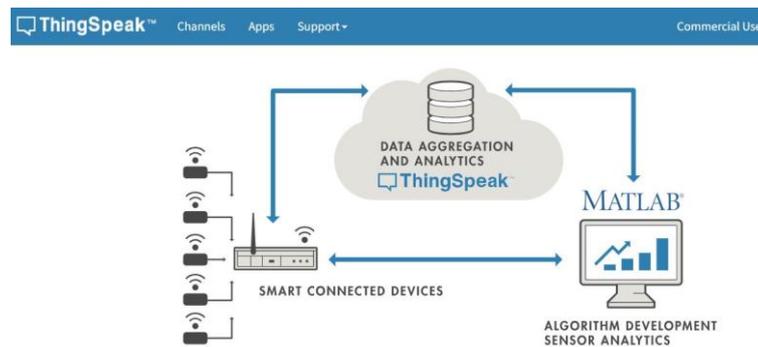
Gambar 2. 3 Buzzer

Sumber : Peneliti (2023)

2.4.3 *ThingSpeak*

ThingSpeak adalah layanan internet yang memberikan sajian untuk mengaplikasikan IoT. *ThingSpeak* adalah aplikasi yang mampu menghubungkan

banyak aplikasi yang bersifat sumber terbuka untuk mengumpulkan dan menyimpan data dari perangkat yang memakai HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) melalui internet atau LAN (*Local Area Network*) (Alfannizar dan Rahayu, 2018).

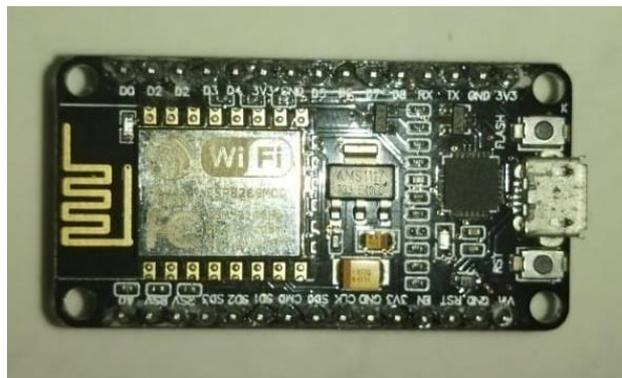


Gambar 2. 4 Thingspeak

Sumber : Peneliti (2023)

2.4.4 NodeMCU (ESP8266)

NodeMCU adalah sebuah layanan berupa *platform* IoT yang sifatnya *open source*. NodeMCU terdiri dari *hardware* berupa *System On Chip* ESP8266 (Satriadi, Wahyudi dan Christiyono, 2019). EPS8266 telah digabungkan oleh NodeMCU ke dalam sebuah papan seperti arduino uno yang berfungsi seperti mikrokontroler yang memiliki kemampuan tambahan berupa akses terhadap wifi yang dapat diprogram hanya menggunakan kabel data mikro USB.

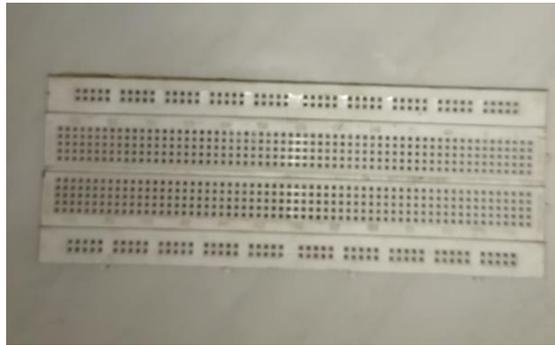


Gambar 2. 5 NodeMCU (ESP8266)

Sumber : Peneliti (2023)

2.4.5 Breadboard

Breadboard merupakan sebuah komponen yang digunakan untuk membuat sebuah prototipe sistem sirkuit elektronik dengan mudah tanpa perlu menyolder (Nur Alfian dan Ramadhan, 2022). Papan *Breadboard* terdiri dari titik kontak atau soket yang berfungsi sebagai penghubung antar komponen, lubang tersebut tersusun dalam baris dan kolom yang terhubung secara elektrik. Setiap lubang pada papan *breadboard* terhubung secara internal di lubang baris yang sama yang sama. Namun, baris tersebut tidak terhubung satu sama lain, kecuali menggunakan kabel *jumper* sebagai tambahan dengan maksud untuk membuat koneksi antar titik papan *breadboard* sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2. 6 *Breadboard*

Sumber : Peneliti (2023)

2.4.6 I2C (*Inter Integrated Circuit*)

I2C (*Inter Integrated Circuit*) merupakan protokol komunikasi serial yang memiliki kelebihan yaitu dapat berkomunikasi dengan LCD dengan meminimalkan jumlah pin dan kompleksitas kabel sehingga mampu menawarkan cara yang sederhana dan efisien. I2C (*Inter Integrated Circuit*) terdiri dari jalur data serial (SDA) dan jalur *clock* serial (SCL) untuk komunikasi (Kusna, Akbar dan Syauqy, 2018). Kedua jalur tersersbut bersifat dua arah dan memungkinkan beberapa perangkat terhubung secara bersamaan. Mode transfer data pada I2C mendukung dua metode transfer data, yaitu mode standar (100 kbit/detik) dan mode cepat (400 kbit/detik). Beberapa perangkat juga mendukung mode kecepatan tinggi (3,4 Mbit/detik). I2C (*Inter Integrated Circuit*) banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti

menghubungkan sensor, chip memori, jam secara *real time*, dan perangkat periferall lainnya ke mikrokontroler dan mikroprosesor.

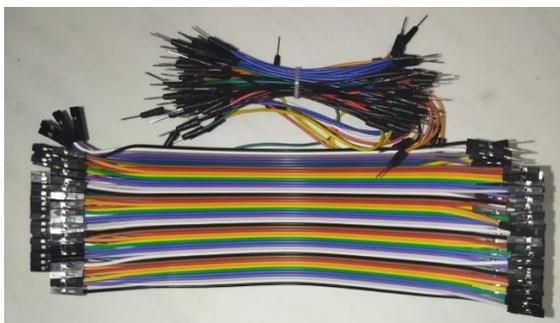


Gambar 2. 7 I2C (*Inter Integrated Circuit*)

Sumber : Peneliti (2023)

2.4.7 Kabel Jumper

Kabel *jumper* merupakan kabel pendek yang digunakan untuk membuat sambungan sementara antara komponen elektronik pada suatu rangkaian khususnya pada papan *breadboard*. Kabel *jumper* yang digunakan pada papan *breadboard* tidak menggunakan teknik solder karena pada dua ujungnya terdapat pin atau soket untuk memudahkan penyisipan dan pelepasan pada papan *breadboard* (Yusuf dan Kartika, 2020). Kabel *jumper* memiliki 3 jenis, yaitu *male to male*, yaitu jenis kabel yang memiliki konektor *male*, seperti pin *header* atau *banana plugs*. Kabel *female to female*, yaitu jenis kabel yang di ujungnya terdapat soket yang berfungsi untuk ditusuk menggunakan kabel jenis *male*. Kabel *male to female*, yaitu jenis kabel yang kedua ujungnya terdapat jenis soket *male* yang berfungsi untuk menusuk dan soket *female* yang berfungsi untuk menusuk.



Gambar 2. 8 Kabel *Jumper*

Sumber : Peneliti (2023)

Kabel *jumper* memiliki ukuran panjang sesuai dengan kebutuhan pada pemasangan rangkaian.

Tabel 2. 3 Ukuran kabel *jumper*

Inchi (In)	Centimeter (cm)
9,8	25
9,4	24
7,8	20
7,7	19,5
6,2	16
5,9	15
5,8	14,7
4,6	11,7
4,3	11

Sumber : Peneliti (2023)

2.4.8 Monitor

Monitor merupakan sebuah papan layar yang berfungsi untuk memvisualisasikan data dari hasil proyek yang dikerjakan. Ada beberapa jenis monitor yang biasa digunakan untuk membuat suatu komponen, yaitu LCD (*Liquid Crystal Display*) yang sangat populer digunakan karena bentuknya yang sederhana dan konsumsi daya yang rendah (Putra dkk., 2022).

OLED (*Organic Light-Emitted Diode*) adalah jenis monitor yang memiliki keunggulan kontras tinggi, warna cerah dan konsumsi daya lebih rendah dibanding LCD dan mampu memberikan visibilitas yang lebih baik dari berbagai sudut. OLED berfungsi untuk menampilkan informasi data yang dikirim oleh mikrokontroler (Suwasono, 2021).

TFT (*Thin-Film Transistor*) berupa layar berwarna yang memberikan kemampuan grafis yang lebih canggih dibandingkan dengan LCD standar, TFT mampu menampilkan gambar, video, dan antarmuka grafis yang kompleks dengan *library* TFT (Cahyono, Afroni dan Sugiono, 2019).



Gambar 2. 9 Monitor

Sumber : Peneliti (2023)

2.4.9 LED (*Light Emitting Diode*)

LED merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi cahaya. LED biasanya digunakan untuk umpan balik visual, status indikator, dan efek pencahayaan. Warna cahaya LED berfluktuasi tergantung jenis bahan yang dipakai dalam perakitannya (Rahman, Pernando dan Indriawan, 2022).



Gambar 2. 10 LED

Sumber : Peneliti (2023)

2.5 Kajian Pustaka

Pemanfaatan *vibration sensor* pada dunia konstruksi khususnya sebagai sistem detektor keretakan bangunan akibat gempa bumi sudah sering dilakukan sejak dahulu, berikut ini adalah penelitian-penelitian terdahulu mengenai pemanfaatan *vibration sensor* pada dunia konstruksi :

Tabel 2. 4 Penelitian terdahulu mengenai pemanfaatan *vibration sensor*

No	Judul	Peneliti	Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
1	Rancang Bangun Sistem Alarm Gempa Bumi Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega 16 Menggunakan Sensor Piezoelektrik	Muhammad Nurul Rahman dan Meqorry Yusfi	2015	Membuat sistem alarm dengan sensor piezoelektrik yang dilengkapi perekam suara untuk memberikan intruksi penyelamatan dini.	Metode yang dipakai adalah ketika terjadi getaran gempa maka dapat mengaktifkan audio. Audio akan aktif selama 5 menit. Saat getaran selesai, maka mikrokontroler secara otomatis akan mengirimkan sinyal menuju <i>relay</i> untuk menonaktifkan saklar.	Sistem alarm gempa bumi ini dapat berjalan sesuai yang diinginkan. hasilnya menunjukkan bahwa sensitivitas sensor sudah tepat dengan nilai koefisien korelasi rata-rata = 0,93. Mp3 sudah berjalan dengan baik dan perangkat akan secara otomatis mati jika arus tegangan mencapai atau melebihi 1 volt dan alat ini mampu aktif dari 2 MMI hingga 12 MMI.
2.	Prototipe Pendeteksi Getaran Gempa Dengan Sensor Getaran Menggunakan Android Berbasis Mikrokontroler	Yulius Yuliono, et al	2019	Untuk mengetahui tingkat efektivitas dan keberhasilan alat dari perhitungan yang didapat.	Metode yang dipakai yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras menggunakan regulator 12 Vac, tegangan 220 Vac masuk ke dalam transformator dan <i>output</i> transformer 12 Vac masuk menuju IC LM7805 yang berguna sebagai	Pengaplikasian mikrokontroler Arduino Uno sebagai proses input sensor getaran yang berfungsi sebagai pengubah getaran menjadi sinyal listrik untuk menghasilkan <i>output</i> layar android dan buzzer. Pada layar android akan menampilkan gelombang gempa dan angka skala richter gempa, untuk buzzer akan berfungsi jika sensor getar

No	Judul	Peneliti	Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
					regulator 5 Vdc dan <i>output</i> nya adalah regulator 5 Vdc.	mendeteksi adanya getaran gempa maka buzzer akan berbunyi.
3.	Penggunaan Sensor Vibration Sebagai Antisipasi Gempa Bumi	Hermansyah Alam, et al	2020	Untuk mengurangi efek gempa bumi maka perlu dibuat sistem pencegahan dini	Metode yang dipakai ketika terjadi gempa maka sensor getar akan membaca getaran kemudian akan mengaktifkan LED dan Buzzer.	Deteksi sinyal getaran mampu mendeteksi getaran 360°, sistem ini mampu mendeteksi getaran yang kecil, penggunaan inverter membuat sistem ini mampu bertahan jika listrik mati.
4.	Penerapan Sensor Pendeteksi Dini Gempa Bumi Pada Bangunan Konstruksi	Budi Witjaksana, Andi Syaiful Amal	2021	Pembuatan dan perancangan sebuah alat atau perangkat yang dapat diterapkan untuk mendeteksi dini adanya gempa pada bangunan gedung bertingkat	Metode yang dipakai adalah memanfaatkan sensor <i>proximity</i> sebagai pendeteksi gempa bumi berupa getaran dengan arah horizontal dan vertikal.	Hasil dari penelitian ini diperoleh alat yang dapat diterapkan pada gedung bertingkat sebagai pendeteksi 4 magnitudo, sehingga pengguna di dalamnya dapat menyelamatkan diri jika terjadi gempa ke tempat yang aman.

Sumber : Peneliti (2023)

Dari *literature review* penggunaan arduino uno yang dikombinasikan menggunakan *vibration* sensor dan buzzer mampu berfungsi dengan baik dan dapat menghasilkan nilai getaran yang ditampilkan pada android (Yuliono, Paramytha dan Fitriani, 2019). Penggunaan *vibration* sensor dengan buzzer dan LED dapat mendeteksi getaran hingga radius 360° (Alam, Kusuma dan Prayogi, 2020). Oleh sebab itu, dilaksanakan penelitian untuk mengetahui manfaat dari penggabungan antara *vibration* sensor, NodeMCU (esp8266), buzzer dan LED untuk mengetahui besaran getaran gempa yang kemudian akan ditransmisikan menuju platform *ThingSpeak* dengan tujuan melihat besaran gempa dan nilai keretakan bangunan yang terjadi.