

Penentuan Jenis Evakuasi Gempa Bumi pada Bangunan Bertingkat Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis IoT(Internet of Things)

Qotrunnada Firly Ramadhanty, Sidik Prabowo, S.T., M.T. , Novian Anggis Suwastika, S.T., M.T.

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹qotrunnadaramadhanty@student.telkomuniversity.ac.id, ²pakwowo@telkomuniversity.ac.id,

³anggis@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Gempa bumi merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia. Gempa bumi mengakibatkan keadaan darurat dikarenakan getaran pergeseran lempeng bumi. Dalam keadaan darurat, perlu adanya antisipasi untuk mengurangi jumlah korban pada bencana tersebut. Utamanya pada bangunan bertingkat yang memerlukan waktu untuk mengevakuasi korban. Evakuasi disesuaikan dengan hal yang paling memungkinkan untuk dilakukan oleh korban gempa bumi pada bangunan bertingkat tersebut. Pada tugas akhir ini, dibangun sistem untuk memberikan keputusan evakuasi pada bangunan bertingkat menggunakan accelerometer (MPU 6050) yang membaca titik dari sumbu x dan y. Dalam pengambilan keputusan evakuasi, digunakan metode fuzzy logic yang akan memutuskan berdasarkan nilai skala richter. Hasil dari proses sebelumnya akan ditampilkan pada layar LCD yang diasumsikan berada pada setiap lantai bangunan bertingkat.

Kata kunci : Gempa bumi, evakuasi, fuzzy logic, accelerometer

Abstract

The earthquake is one of the natural disasters that often occurs in Indonesia. Earthquakes result in emergencies due to vibrations of shifting earth plates. In an emergency, anticipation is needed to reduce the number of victims of the disaster. Mainly in multi-story buildings that require time to evacuate victims. Evacuation is tailored to what is most likely to be done by earthquake victims in the multi-story building. In this final project, a system is built to provide evacuation decisions in multi-story buildings using an accelerometer that reads points from the x and y axes. In evacuation decision making, a fuzzy logic method is used which will decide based on the value of the Richter scale. The results of the previous process will be displayed on the LCD screen which is assumed to be located on each floor of a multi-story building.

Keywords: Earthquake, evacuation, fuzzy logic, accelerometer

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Gempa bumi merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia. Hal ini dikarenakan Indonesia berada di tengah-tengah pertemuan lempeng Eurasia dan lempeng Indoaustralia yang terus bergerak mencari keseimbangan. Tingginya potensi gempa di Indonesia mengharuskan warganya untuk lebih waspada apalagi bencana gempa merupakan bencana yang tidak dapat ditentukan dengan pasti waktu dan lokasi kejadiannya[1]. Namun, dikarenakan kurangnya kesadaran masyarakat dalam evakuasi diri pada saat gempa mengakibatkan tingginya angka korban gempa bumi.

Pada bangunan bertingkat, nilai dari respon struktur yaitu perpindahan mengalami penurunan seiring dengan berkurangnya ketinggian struktur lantai bangunan[2]. Dapat dipahami bahwa bangunan bertingkat memiliki respon merambat pada setiap lantainya ketika terjadi gempa bumi. Hal ini mendorong peneliti untuk merancang alat untuk mengirimkan informasi evakuasi yang baik dilakukan berdasarkan efek dari besarnya skala richter.

Alat yang dirancang menggunakan accelerometer (MPU6050) untuk membaca nilai percepatan yang terjadi pada gempa bumi. Accelerometer akan mengirimkan melalui nodeMCU (ESP8266) ke cloud MQTT untuk diproses pemilihan evakuasi menggunakan fuzzy logic. Dari proses fuzzy logic, akan disebarkan hasil nilai yang didapatkan pada tiap lantai dan ditampilkan evakuasi menggunakan LCD berukuran 16x2 sebagai prototipe.

Dari penelitian ini, diharapkan sistem yang dibangun dapat membantu memberikan penentuan evakuasi pada bangunan bertingkat berbasis IoT.

Topik dan Batasannya

Topik yang dibahas pada tugas akhir ini adalah cara dalam menentukan jenis evakuasi menggunakan metode pendukung yaitu fuzzy logic. Selain itu, tugas akhir ini membahas cara dalam memberikan informasi jenis evakuasi pada layar LCD sesuai dengan posisi lantai melalui MQTT.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, terdapat beberapa batasan masalah untuk menyesuaikan permasalahan dalam menentukan jenis evakuasi. Batasan dalam penyusunan ini yaitu diasumsikan bahwa alat selalu memiliki daya listrik. Sistem dibangun menggunakan metode pendukung yaitu fuzzy logic yang akan menentukan jenis evakuasi sesuai dengan batasan yang telah ditentukan. Dalam implementasi alat semua dalam bentuk prototipe sehingga hanya akan mengeluarkan jenis evakuasi pada layar LCD mini berukuran 16x2 cm.

Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini untuk menentukan jenis evakuasi menggunakan metode *fuzzy logic*. Proses ini akan menentukan jenis evakuasi berdasarkan skala richter dan posisi lantai pada bangunan bertingkat dan menampilkan hasil proses *fuzzy logic* pada layar LCD yang terletak pada setiap lantai.

Organisasi Tulisan

Pada penyusunan tugas akhir ini, selanjutnya akan dijelaskan lebih lanjut tentang jurnal-jurnal sebelumnya yang sudah membahas dan menjadi acuan. Selanjutnya dijelaskan mengenai sistem yang dibangun untuk mendapatkan hasil yang diinginkan sesuai rancangan sistem. Topik yang diangkat juga dijelaskan lebih lanjut pada rancangan sistem. Rancangan sistem akan dianalisis untuk dievaluasi hasil yang didapatkan pada tugas akhir ini.

2. Studi Terkait

Pada penelitian[3], dijelaskan bahwa Artificial Intelligence system dapat membuat *Internet of Things (IoT) system* lebih efektif untuk fasilitas evakuasi (diagnosis gempa, perlindungan dan bantuan). Sistem ini didukung dengan adanya sensor untuk mendeteksi bencana yang terjadi. Sensor yang digunakan akan memberikan respon real-time sehingga mendapatkan hasil dari sistem yang real-time. *IoT system* yang dibahas pada penelitian ini, merupakan *IoT system* yang akan diimplementasikan pada *Intelligent house*.

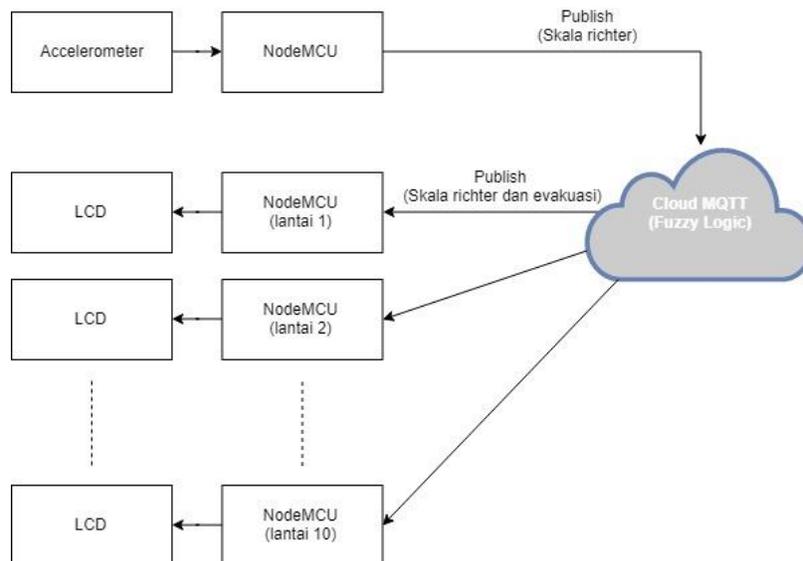
Dari penelitian tersebut [3], dapat disimpulkan bahwa *Artificial Intelligence (AI)* dapat membantu proses pada IoT system untuk mempermudah dalam berbagai hal saat terjadinya bencana. Salah satu hal yang dapat dilakukan yaitu evakuasi. IoT system yang dibangun terintegrasi dengan energi yang tertanam, *power-saving communication* dan *AI analysis*[3]. Fuzzy logic merupakan salah satu cabang Artificial Intelligence untuk meniru cara berfikir manusia dalam melakukan sesuatu. Fuzzy logic juga merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk pengambilan keputusan pada sebuah sistem.

Sistem evakuasi pada bangunan merupakan isu yang hangat dibahas terutama pada bangunan bertingkat dengan setidaknya satu tangga atau eskalator[4]. Terdapat situasi yang dilakukan pada penelitian ini[4], yaitu situasi normal, situasi pintu darurat tertutup dan situasi orang diperbolehkan masuk bangunan. Setiap situasi disesuaikan dengan zona yang ada pada bangunan tersebut.

Selanjutnya juga dijelaskan pada penelitian ini[5], dibangun *smart system* bencana berupa prediksi, deteksi dan respon untuk *smart cities*. Selama bencana, infrastruktur komunikasi mungkin tidak responsif. Sistem ini diusulkan menuntut pengembangan pemrosesan terdistribusi untuk menangani besarnya volume data[5]. Diperlukan *smart sensing* atau sensor yang canggih untuk mendapatkan peringatan mengenai bencana yang terjadi. Sensor yang canggih akan mengirimkan hasil yang telah dibaca dan diubah menggunakan *mathematics computing* untuk diubah menjadi peringatan dalam mengevakuasi korban bencana.

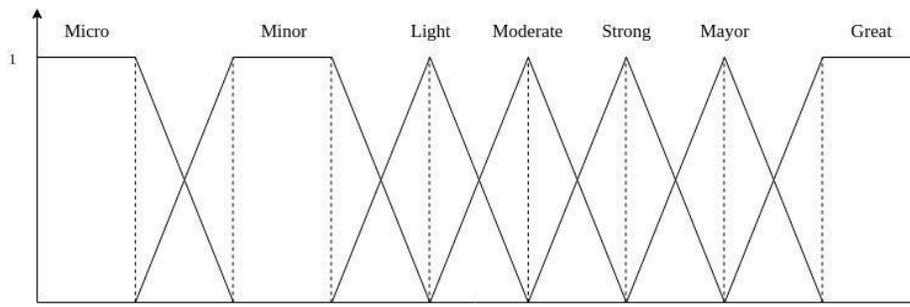
3. Sistem yang Dibangun

Sistem yang dibangun pada tugas akhir ini menggunakan alat untuk mendapatkan hasil jenis evakuasi. Module MPU6050 merupakan sensor getar accelerometer dan gyroscope yang dapat membaca gelombang getaran dari 3 sumbu yaitu sumbu x, sumbu y dan sumbu z. Ketiga nilai tersebut diubah menjadi nilai skala richter. Setelah nilai dari tiap sumbu diubah menjadi skala richter, NodeMCU mengirim nilai skala richter ke *cloud* untuk diproses menggunakan metode *fuzzy logic*. Gambaran dari sistem digambarkan sebagai berikut.



Gambar 1 Sistem yang dibangun

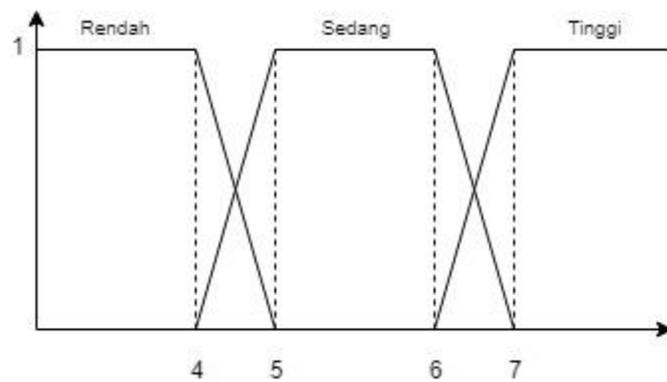
Fuzzy logic yang dibangun untuk menentukan jenis evakuasi melalui tahapan yaitu fuzzifikasi, *inference* dan defuzzifikasi. Proses fuzzifikasi yaitu proses menentukan membership function yang digunakan untuk



Gambar 2 Membership function skala richter

menentukan jenis evakuasi. *Membership function* pada proses fuzzifikasi yaitu nilai skala richter dan posisi lantai bangunan. *Membership function* digambarkan pada grafik berikut :

Selanjutnya, proses inference yaitu proses untuk menentukan *fuzzy rule* dari kedua *membership function* pada gambar 1.1 dan gambar 1.2. Berikut tabel *fuzzy rule* dari kedua *membership function*.



Gambar 3 Membership function lantai

No	Skala Richter	Lantai	Evakuasi
1	Micro	Rendah	Waspada
2	Micro	Sedang	Waspada
3	Micro	Tinggi	Waspada
4	Minor	Rendah	Waspada
5	Minor	Sedang	Waspada
6	Minor	Tinggi	Waspada
7	Light	Rendah	Waspada
8	Light	Sedang	Menuju Jalur Evakuasi
9	Light	Tinggi	Menuju Jalur Evakuasi
10	Moderate	Rendah	Menuju Jalur Evakuasi
11	Moderate	Sedang	Menuju Jalur Evakuasi
12	Moderate	Tinggi	Segera berlindung
13	Strong	Rendah	Menuju Jalur Evakuasi
14	Strong	Sedang	Segera berlindung
15	Strong	Tinggi	Segera berlindung
16	Mayor	Rendah	Segera berlindung
17	Mayor	Sedang	Segera berlindung
18	Mayor	Tinggi	Segera berlindung

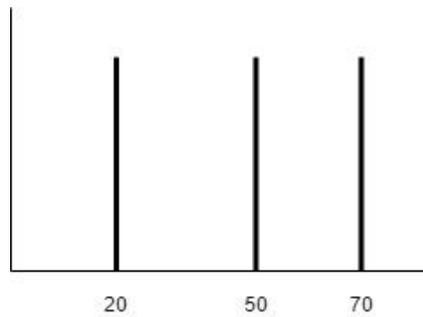
19	Great	Rendah	Segera berlindung
20	Great	Sedang	Segera berlindung
21	Great	Tinggi	Segera berlindung

Tabel 1 Fuzzy rule

Dari tabel diatas, dapat diketahui status yang dihasilkan dari dua *membership function*. Jenis evakuasi ditentukan dengan disesuaikan dengan status gempa dan posisi lantai. Berikut definisi untuk jenis evakuasi :

1. Waspada
2. Menuju Jalur Evakuasi
3. Segera berlindung

Setelah dilakukan *fuzzy inference*, dilakukan defuzzifikasi yaitu menentukan hasil akhir berdasarkan *fuzzy rule*. Kemudian, defuzzifikasi direpresentasikan dalam angka. Berikut grafik defuzzifikasi dari *rule* sebelumnya.



Gambar 4 Defuzzifikasi

4. Evaluasi

4.1 Hasil Pengujian

Dari sistem yang dibangun, dilakukan implementasi menggunakan accelerometer sebagai inputan real-time skala Richter yang dihubungkan menggunakan NodeMCU. Nilai skala Richter yang dihasilkan lalu dikirim menuju cloud untuk diproses menggunakan *fuzzy logic*.

Dari proses fuzzy logic didapatkan sebuah nilai untuk diubah menjadi jenis evakuasi. Pada gambar 3, terdapat tiga nilai yaitu 20, 50 dan 70. Nilai 20 merepresentasikan jenis evakuasi batas akhir kondisi ‘waspada’. Lalu untuk 50 merepresentasikan nilai dengan jenis evakuasi ‘menuju jalur evakuasi’, dan nilai 70 sebagai batas akhir untuk merepresentasikan jenis evakuasi ‘segera berlindung’.

Terdapat beberapa pengujian dengan nilai skala richter yang berbeda-beda. Berikut hasil pengujian yang sudah dilakukan.

Skala Richter	Lantai	Jenis Evakuasi
3.1	Lantai 1	Waspada
	Lantai 5	Waspada
	Lantai 10	Waspada
4.3	Lantai 1	Waspada
	Lantai 5	Menuju jalur evakuasi
	Lantai 10	Menuju jalur evakuasi
6.6	Lantai 1	Menuju jalur evakuasi

	Lantai 5	Segera berlindung
	Lantai 10	Segera berlindung

Tabel 2 Hasil pengujian

4.2 Analisis Hasil Pengujian

Hasil dari pengujian yang dilakukan, accelerometer belum dapat mengirimkan nilai skala Richter > 4 SR. Nilai maksimum yang dapat dikirimkan oleh accelerometer masih < 5 SR. Sehingga, pengujian perlu dilakukan secara manual melalui cloud untuk skala > 4 SR. Namun setelah dilakukan uji dengan nilai skala Richter 3.1 dan 4.3 (Tabel 2), LCD dapat menampilkan jenis evakuasi sesuai dengan *fuzzy rule* yang telah dibangun (Tabel 2).

5. Kesimpulan

Pada penelitian ini, berhasil dilakukan untuk kondisi skala richter < 5 skala richter. Sedangkan untuk nilai skala Richter > 5 , perlu dilakukan secara manual melalui cloud untuk mendapatkan jenis evakuasi lainnya. Jenis evakuasi akan ditampilkan pada LCD dalam waktu kurang lebih 2-3 detik setelah nilai skala Richter dikirimkan pada cloud.

Dari pengujian yang telah dilakukan, diperlukan buzzer diperlukan setelah nilai skala richter dapat ditentukan pada sensor. Guna dari buzzer tersebut sebagai pengingat bahwa terjadi gempa pada Gedung tersebut. Selain itu, perlu diketahui akurasi dari hasil fuzzy logic yang telah dibangun agar jenis evakuasi bias lebih tepat untuk ditampilkan pada LCD. Selain itu, perlu adanya sistem cadangan jika terjadi kondisi tidak terdapat listrik pada saat gempa terjadi menggunakan baterai atau yang lain sebagai cadangan listrik.

Daftar Pustaka

- [1] M. Z. Muttaqin, "Universitas Indonesia SISTEM INFORMASI PERINGATAN DINI TSUNAMI BERBASIS WEB (SIMULASI TSUNAMI BENGKULU) SKRIPSI DEPOK DESEMBER 2008," 2008.
- [2] M. Zulfakar, R. Suryanita, and E. Yuniarto, "Prediksi tingkat kerusakan struktur bangunan beton bertulang berdasarkan riwayat waktu gempa dengan metode jaringan saraf tiruan," *Jom FTEKNIK*, vol. 3, no. 2, pp. 1–15, 2016.
- [3] "Disaster prevention IoT system for disaster prevention , evacuation , and mitigation on urban buildings," p. 80628, 2019.
- [4] Y. Zhou, T. Wu, G. Zhang, and Z. Fan, "A Multistory Building Evacuation Model Based on Multiple-Factor Analysis," *Adv. Civ. Eng.*, vol. 2019, 2019.
- [5] A. Boukerche and R. Coutinho, "Smart Disaster Detection and Response System for Smart Cities," 2018.
- [6] Ghifari, Alif. , "Perancangan Alat Pendeteksi Gempa menggunakan Sensor Getar", 2015
- [7] Riantana, Rio., "Aplikasi Sensor Accelerometer pada Handphone Android sebagai Pencatat Getaran Bumi secara Online", 2015
- [8] Benkhelifa, Imane., Nouali-Taboudjemat, Nadia Moussaoui, Samira, "Disaster management projects using wireless sensor networks: An overview", 2014.
- [9] FEMA, "Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings", Halaman : 1-21, 2000.