

PROTOTYPE SISTEM DETEKSI GEMPA BUMI DAN KEBAKARAN BERBASIS MIKROKONTROLER PADA BANGUNAN GEDUNG

Muchlis Nurrachman

Teknik Elektro

Universitas Ibn Khaldun Bogor

email: nurrachmanmuchlis28@gmail.com

Suratun

Teknik Elektro

Universitas Ibn Khaldun Bogor

email: suratun@ft.uika-bogor.ac.id

Abstract – Indonesia termasuk daerah yang banyak terjadi gempa bumi. Penanggulangan ketika terjadi gempa sangatlah diperlukan. Sistem peringatan dini yang tidak dipersiapkan dengan baik berpotensi untuk memperbesar resiko jatuhnya korban jiwa ketika terjadi gempa bumi khususnya pada bangunan gedung. Maka dibuatlah prototipe sistem deteksi gempa bumi dan kebakaran berbasis mikrokontroler pada bangunan gedung yang berfungsi untuk mempercepat pemberian informasi serta peringatan mengenai jenis bencana yang terjadi. Tujuan penelitian ini yaitu; (i) mengetahui apakah rancangan prototipe sistem deteksi gempa bumi dan kebakaran berbasis mikrokontroler pada bangunan gedung tersebut dapat memberikan informasi mengenai jenis bencana yang terjadi dan; (ii) memperoleh hasil rancangan prototipe sistem deteksi gempa bumi dan kebakaran berbasis mikrokontroler pada bangunan gedung ketika terjadi bencana. Berdasarkan analisa hasil dan pembahasan dari serangkaian pengujian pada Prototipe Sistem Deteksi Gempa Bumi dan Kebakaran yang menggunakan replika bangunan gedung berukuran P=50cm, L=30cm, dan T=20cm yang terbuat dari bahan akrilik, diperoleh hasil waktu rata-rata tercepat sensor api dalam mendeteksi adanya api adalah 2,85 detik, waktu rata-rata tercepat sensor asap dalam mendeteksi adanya asap adalah 6,41 detik, dan getaran berkekuatan 4,8 MMI (*Modified Mercalli Intensity*) dalam jarak 10-150cm dari prototipe untuk mengaktifkan alarm ketika terjadi keadaan darurat gempa bumi dan kebakaran. Semua sensor dan komponen dapat merespon dengan baik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kinerja Prototipe Sistem Deteksi Gempa Bumi dan Kebakaran pada Bangunan Gedung berfungsi dengan baik.

Keywords: Prototipe, Deteksi, Arduino UNO

I. LATAR BELAKANG

Keadaan darurat adalah suatu keadaan tidak normal, tidak terkendali, yang berpotensi menimbulkan korban jiwa atau kerusakan yang meliputi kebakaran, kecelakaan, gangguan teknis, gempa bumi dan bencana lainnya sehingga dapat menimbulkan bahaya atau dapat mengancam jiwa dan memerlukan tindakan yang cepat untuk melindungi orang-orang, bangunan, peralatan, dan lingkungan dari segala

kerusakan [1]. Keadaan darurat dapat diakibatkan oleh bencana alam ataupun bencana akibat kesalahan manusia, bencana yang diakibatkan oleh kesalahan manusia dapat berupa kebakaran dan bencana yang diakibatkan oleh aktivitas alam dapat berupa gempa bumi [2-3]. Gempa bumi adalah bergetarnya bumi karena peristiwa pelepasan energi regangan elastis batuan di dalam bumi yang disebabkan oleh patahan atau pergeseran lempeng bumi [3-4]. Sementara itu, kebakaran adalah suatu nyala api, baik kecil atau besar pada tempat yang tidak kita kehendaki, merugikan, dan pada umumnya sukar dikendalikan [5].

Tahun 2022 baru memasuki pekan ketiga. Namun, Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) mencatat 726 gempa bumi terjadi di Indonesia pada 1-20 Januari 2022 [7]. Dinas Pemadam Kebakaran dan Penanggulangan Bencana Kota Bandung mencatat ada sebanyak 116 kasus selama 2022 ini, dari Januari sampai 23 mei 2022 [8]. Sebagai bentuk penanggulangan bencana alam pada bangunan gedung dipasang sistem peringatan dini. Sistem peringatan dini yang tidak dipersiapkan dengan baik berpotensi untuk memperbesar resiko jatuhnya korban jiwa serta kerugian materi saat terjadi keadaan darurat gempa bumi dan kebakaran khususnya pada bangunan gedung [1-2].

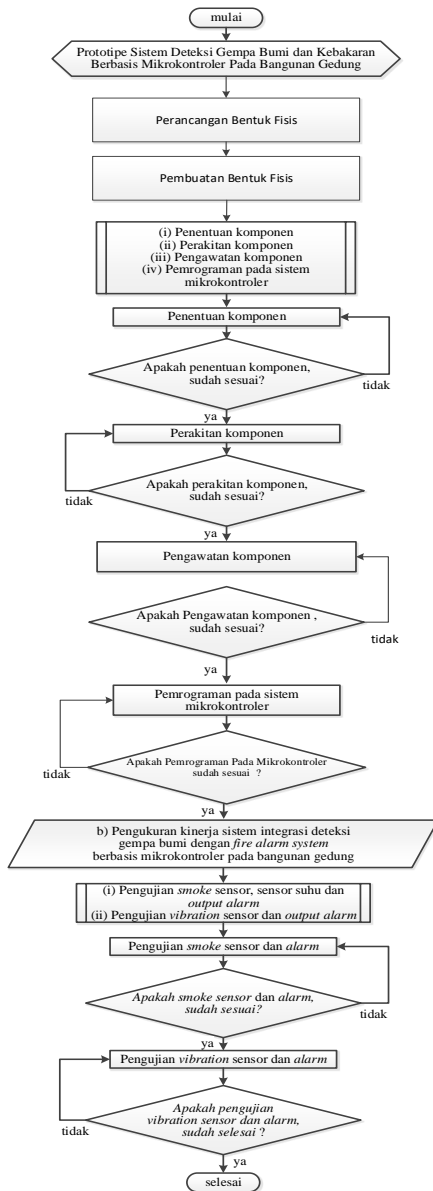
Sistem peringatan dini pada bangunan gedung saat ini terbatas hanya pada sistem deteksi kebakaran atau *fire alarm system* sebagai indikasi bahwa kondisi darurat kebakaran sedang terjadi [6]. Sedangkan sistem pendeteksi gempa bumi pada bangunan gedung masih terbilang minim digunakan [4].

Prototipe Sistem Deteksi Gempa Bumi dan Kebakaran Berbasis Mikrokontroler pada Bangunan Gedung dibuat untuk melengkapi kekurangan sistem alat pendeteksi saat ini, karna dilengkapi dengan sensor getaran, sensor asap, serta sensor dengan output berupa suara alarm yang akan terus menerus berbunyi sebagai tanda adanya bencana alam serta menampilkan jenis bencana, dan lampu *Light Emitting Diode* (LED) sebagai penunjuk jalur evakuasi [9]. Berdasarkan penjelasan di atas, maka dari itu untuk maksimalkan pendeteksi bencana yang sudah ada saat ini pada gedung bangunan dibuatlah Prototipe Sistem Deteksi Gempa Bumi dan Kebakaran Berbasis Mikrokontroler pada Bangunan Gedung.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi dan Sistem Tenaga Listrik, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun (UIKA) Bogor, yang beralamatkan di Jl. K.H. Sholeh Iskandar KM. 2, Rt. 01/Rw. 10, Kedung Badak, Tanah Sareal, Kota Bogor, Jawa Barat, Indonesia. Waktu penelitian direncanakan selama tiga bulan, terhitung setelah pelaksanaan seminar proposal dan penetapan dosen pembimbing utama.

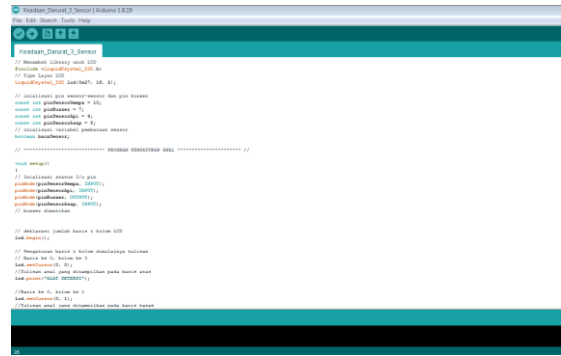
Metode penelitian merupakan langkah-langkah untuk pencapaian tujuan penelitian berdasarkan batasan masalah. Diagram alir metode penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Flowchart Metode Penelitian

Berdasarkan Gambar 2.1 dapat dijelaskan bahwa metode penelitian berisi tahapan-tapan pada proses pembuatan prototipe, yaitu; (i) perancangan dan pembuatan bentuk fisis prototype sistem deteksi gempa bumi dan kebakaran berbasis mikrokontroler; (ii) penentuan dan pengawatan komponen elektronik; (iii) pemrograman mikrokontroler; (iv) pemasangan komponen utama dan komponen pendukung lainnya; (v) pengukuran

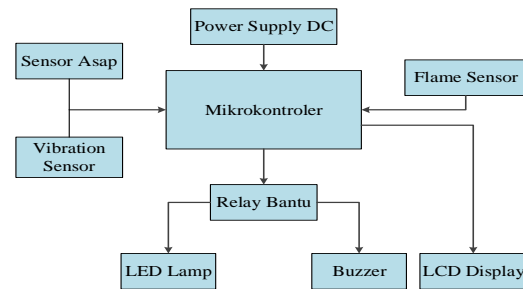
kinerja prototype sistem deteksi gempa bumi dan kebakaran berbasis mikrokontroler.



Gambar 2.2 Software program

Pada gambar 2.2 menjelaskan bahwa pembuatan program pada mikrokontroler Arduino UNO R3 dilakukan dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Pemrograman dilakukan setelah pengawatan mikrokontroler, sensor-sensor input, perangkat output, dan *power supply*. Software Arduino IDE adalah software khusus yang digunakan dalam pembuatan program untuk penelitian yang dilakukan.

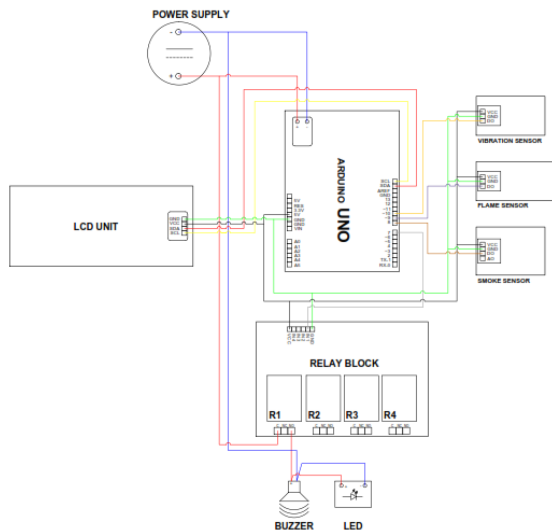
Perancangan bentuk fisik dan sistem pendukung prototipe sistem deteksi gempa bumi dan kebakaran berbasis mikrokontroler pada bangunan gedung ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Diagram konsep dasar

Berdasarkan Gambar 2.3 dapat dijelaskan bahwa mikrokontroler berfungsi sebagai pengendali inti yang akan ditanamkan algoritma pengendali. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno R3, dan akan mendapat masukan dari pembacaan sensor getaran, sensor asap, dan *flame sensor*. Untuk dapat menampilkan data hasil dari pembacaan sensor maka digunakan LCD 16x2 yang mampu menampilkan data sebanyak 16 karakter dalam 2 baris. Apabila ada bencana yang terdeteksi maka buzzer akan berbunyi memberi peringatan dan *Liquid Crystal Display* (LCD) akan menampilkan jenis bencana tersebut. Untuk menyuplai kebutuhan listrik prototipe, *power supply DC* digunakan sebagai konverter tegangan listrik bertegangan 220 VAC ke 12 VDC.

Sistem kerja prototipe deteksi gempa bumi dan kebakaran berbasis mikrokontroler sepenuhnya kendali ada pada mikrokontroler, maka dari itu seluruh komponen pendukung yang terpasang terhubung dengan mikrokontroler sebagai pengendali utama dalam sistem deteksi ini.



Gambar 2. 4 Diagram pengawatan

Pada gambar 2.4 diatas menjelaskan bahwa pengawatan prototipe sistem deteksi kebakaran dan gempa bumi berbasis mikrokontroler pada bangunan gedung menggunakan Arduino UNO R3 sebagai kontroler utama. Sensor *vibration*, *flame sensor*, dan *smoke sensor* terhubung dengan mikrokontroler digunakan sebagai pemberi sinyal inputan. *Liquid Crystal Display* dan *Relay Block* digunakan sebagai output dari prototipe. *Relay block* digunakan untuk mengaktifkan *buzzer alarm* dan *lampu indikator LED* berdasarkan sinyal input yang diterima dari keluaran mikrokontroler.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Pengujian Sensor Api

Dalam pengujian sensor api dilakukan pada replika bangunan gedung yang dindingnya terbuat dari material akrilik transparan dengan tebal 3mm. Percobaan dilakukan sebanyak tiga untuk pengukuran kinerja sensor tersebut. Waktu dan jarak menjadi parameter dalam melakukan pengujian sensor api, pengujian dilakukan sebanyak tiga kali percobaan dengan selisih jarak kelipatan 10cm, pengujian dilakukan sampai sensor tidak lagi sensitiv dalam pembacaan titik api yaitu kisaran pada jarak 150cm (1.5 meter). Hasil pengujian sensor api ditunjukkan dalam tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Pengujian sensor api

Jarak (cm)	Response Time (Second)			Rata-rata (Second)
	Percobaan			
	I	II	III	
10	2,95	3	2,85	2,93
20	3	2,94	2,95	2,96
30	2,83	2,88	2,88	2,86
40	2,73	2,96	2,97	2,89
50	2,89	2,97	2,99	2,95
60	2,72	2,83	3	2,85
70	3	3,04	2,99	3,01
80	2,82	3,38	4,47	3,56
90	3,02	3,28	4,02	3,44

100	3,83	3,39	3,6	3,61
110	3,44	3,19	3,4	3,34
120	3,08	3,05	3,56	3,23
130	3,58	3,75	3,17	3,50
140	3,34	3,47	3,52	3,44
150	3,44	3,5	3,02	3,32

Pada tabel 3.1 dapat dijelaskan bahwa respon rata-rata waktu tercepat terdeteksi api oleh sensor adalah 2,85 detik, dan rata-rata waktu terlama adalah 3,61 detik dalam jarak 10 hingga 150cm. Tampilan pada layar LCD saat terdeteksi adanya api pada bagian dalam replika bangunan gedung dengan dinding akrilik transparan, layar LCD menampilkan tulisan “Kebakaran Terdeteksi”.

b. Hasil Pengujian Sensor Asap

Dalam pengujian sensor asap sama dengan sensor api dilakukan tiga kali percobaan untuk pengukuran kinerja sensor tersebut. Pengujian sensor asap parameter yang diukur adalah tingkat kesensitivitas sensor yaitu apabila ada asap terbakar sensor membutuhkan waktu berapa lama untuk melakukan pembacaan. Hasil pengujian sensor asap ditunjukkan pada tabel 3.2.

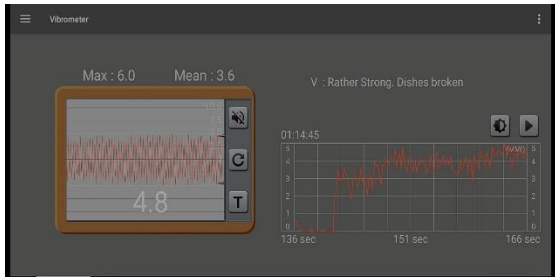
Tabel 3. 2 Pengujian sensor asap

Area	Response Time (Second)			Rata-rata (Second)
	Percobaan			
	I	II	III	
Ruang 1	13,58	13,88	13,72	13,73
Ruang 2	6,56	6,43	6,24	6,41
Ruang 3	12,92	13,03	15,4	13,78

Pengujian dilakukan dengan asap dari pembakaran kertas pada tiap-tiap ruangan bangunan gedung. Berdasarkan data pada tabel 4.2, sensor dapat mendeteksi adanya asap lebih cepat pada ruangan 2 dengan rata-rata waktu 6,41 detik. Hal ini dikarenakan sumber asap lebih dekat dengan sensor asap yang hanya terdapat pada ruang 2.

c. Hasil Pengujian Sensor Getaran

Pengujian terhadap sensor getaran dilakukan dengan memberikan getaran secara bertahap kepada area disekitar replika bangunan gedung hingga sensor getaran aktif. Pemberian getaran di asumsikan sebagai terjadinya bencana gempa bumi. Besar kekuatan getaran yang diberikan pada saat pengujian prototipe diukur menggunakan aplikasi bernama *Vibrometer* pada ponsel *Android*.



Gambar 3. 1 Pengukuran pada aplikasi *Vibrometer*

Gambar 3.1 diatas merupakan tampilan pengukuran kekuatan getaran pada prototipe menggunakan aplikasi *Vibrometer* pada ponsel *Android*. Setelah dilakukan pengujian, didapati hasil pengukuran pada 4.8 *Modified Mercalli Intensity (MMI)* mengaktifkan pembacaan *vibration sensor* untuk mengirimkan sinyal input kepada mikrokontroler.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisa, maka dapat ditarik kesimpulan sesuai tujuan penelitian:

Telah berhasil dilakukan pembuatan prototipe sistem deteksi gempa bumi dan kebakaran berbasis mikrokontroler pada gedung. Dikendalikan dengan mikrokontroler sebagai pengendali utama dan dibantu dengan sensor api, sensor asap, dan sensor getaran sebagai pemberi sinyal masukan kepada mikrokontroler. Secara keseluruhan sistem deteksi ini sudah berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diinginkan namun masih terdapat beberapa kekurangan.

Penyampaian dan penyebaran informasi mengenai evakuasi ketika terjadi bencana kebakaran atau gempa bumi pada replika bangunan gedung berukuran $P = 50\text{cm}$, $L = 30\text{cm}$, dan $T = 20\text{cm}$ yang terbuat dari bahan akrilik bening setebal 3mm dapat dilaksanakan dalam waktu rata-rata tercepat 2,85 detik untuk mendeteksi adanya sumber api, 6,41 detik dalam mendeteksi adanya asap, serta kekuatan getaran gempa dengan nilai 4,8 *MMI (Modified Mercalli Intensity)* dalam jarak 10-150cm untuk mengaktifkan alarm ketika terjadi keadaan darurat gempa bumi dan kebakaran.

V. REFERENCES

- [1] Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2016). *Panduan Penanganan Kondisi Gawat Darurat*. [Online]. Tersedia : https://www.litbang.pertanian.go.id/profil/SOS/panduan_penanganan_darurat.pdf
- [2] Naryanto, HS (2012). Analisis Potensi Kegempaan dan Tsunami di Kawasan Pantai Barat Lampung Kaitannya dengan Mitigasi dan Penataan Kawasan. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. [Online]. Tersedia : <http://103.224.137.161/index.php/JSTI/article/view/797>
- [3] Azkia, L (2020). *Pendidikan Mitigas Bencana Kebakaran Pada Masyarakat Desa Belimbing Baru Kecamatan Sungai Pinang Kabupaten Banjar*. [Online]. Tersedia : <https://repodosen.ulm.ac.id/handle/123456789/20150>
- [4] Rahman, M. N., & Yusfi, M. (2015). Rancang bangun sistem alarm gempa bumi berbasis mikrokontroler avr atmega 16 menggunakan sensor piezoelektrik. *Jurnal Fisika Unand*, 4(4). [Online]. Tersedia : <http://jfu.fmipa.unand.ac.id/index.php/jfu/article/view/170>.
- [5] Pradiptojadi, D., Samopa, F. and Sani, N.A., 2014. Rancang Bangun Peta Virtual 3D Jurusan Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan Unity3D Engine. *Jurnal Teknik ITS*, 3(2), pp.A192-A197.
- [6] Zain, Abdul. "Rancang Bangun Sistem Proteksi Kebakaran Menggunakan Smoke dan Heat Detector." *INTEK: Jurnal Penelitian* 3, no. 1 (2016): 36-42.
- [7] M, Fithri, and T. Ramadhan. "Rancang Bangun Generator Portable Fluks Aksial Magnet Permanen Jenis Neodymium (NdFeB)." *JUTEKS* 3, no. 2 (2016): 23.
- [8] A. Ananta. (2019). Rancang bangun Instalasi Lampu Petunjuk Arah Jalur Sistem Evakuasi Kebakaran Berbasis PLC Mitsubitsi FX3G. Prodi: Teknik Elektro. Universitas Ibn Khaldun Bogor.
- [9] M. Buldan. "Pengujian Teknik Korelasi Untuk Deteksi Pengaruh Aktivitas Gempa Bumi Besar Pada Ionosfer [Examination of Correlation Technique For Detecting The influence Of Great Earthquake Activities on Ionosphere]." *Jurnal Sains Dirgantara* 12, no. 2 (2015).
- [10] NFS, Ahmad. "Simulasi Perancangan Alat Deteksi Gempa Bumi Menggunakan Vibration Sensor Berbasis Mikrokontroler." PhD diss., Universitas Sumatera Utara, 2016.