

Perancangan Prototipe Pendeteksi Longsor Menggunakan Sensor Piezoelektrik Berbasis Esp32

Armansah*¹, Zulkarnaen Aspari², Husain³, Arham Arifin⁴

^{1,2}Universitas Dipa Makassar; Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 09 Makassar; 081228221994

³Jurusan Teknik Informatika, Universitas Dipa Makassar

e-mail: *¹Armansyah839@gmail.com, ²Zulkarnaenaspari45@gmail.com,
Husain@undipa.ac.id³, Arhamarifin@undipa.ac.id⁴

Abstrak

Tanah longsor merupakan bencana alam yang dapat terjadi dimanapun dan kapanpun yang dapat menimbulkan kerusakan dan kerugian serta dapat menimbulkan korban jiwa. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan longsor yaitu, Erosi, Lereng dari bebatuan yang lemah, Padatnya arus lalu lintas yang di lintasi oleh kendaraan yang bermuatan lebih, dan aktivitas manusia seperti penebahan pohon & penggalian. Untuk itu, dibutuhkan sistem pendeteksi longsor agar dapat memonitoring jika adanya suatu getaran yang dapat menimbulkan terjadinya longsor. Penelitian ini akan menggunakan beberapa komponen untuk merancang prototipe pendeteksi longsor tersebut yaitu : NodeMCU ESP32 sebagai pusat kontrol, sensor getaran piezoelektrik untuk mendeteksi suatu getaran, aplikasi android dan perangkat android untuk menampilkan status longsor yang dapat memberikan informasi kepada masyarakat yang berada di daerah rawan longsor, informasi tersebut ditampilkan dalam bentuk notifikasi dan alarm pada perangkat android agar masyarakat dapat mengetahui lebih dini jika adanya suatu getaran yang dapat menimbulkan longsor.

Kata kunci—Tanah longsor, NodeMCU ESP32, Sensor Piezoelektrik

Abstract

Landslides are natural disasters that can occur and at any time that can cause damage and loss and can cause casualties. Several factors that can cause landslides, namely, Erosion, Slope of weak rocks, Density of traffic traversed by vehicles that are overloaded, humans such as planting trees & currents. For this reason, a landslide detection system is needed so that it can monitor if there is a vibration that can cause landslides. This study will use several components to design the prototype, namely: NodeMCU ESP32 as a control center, piezoelectric vibration sensor to detect vibration, android application and android device to display landslide status. This study designs a landslide detection prototype that can provide information to people living in landslide-prone areas. This information is displayed in the form of notifications and alarms on android devices so that the public can find out early if there is a vibration that can cause landslides.

Keywords—Landslide, NodeMCU ESP32, Piezoelectric Sensor

1. PENDAHULUAN

Bencana alam menjadi permasalahan yang terjadi di setiap negara di bumi ini, seperti yang terjadi di negara Indonesia. Letak geografis dan bentang alam menjadi salah satu faktor yang membedakan jenis bencana yang terjadi. Letak Indonesia yang berada di pertemuan dua lempeng, benua menjadikan Indonesia sangat rentan terhadap bencana gempa dan tsunami. Keberadaan negara Indonesia di garis katulistiwa menjadikan Indonesia memiliki iklim tropis dengan curah hujan yang tinggi, akibatnya negara ini menjadi sangat rentan terhadap bencana banjir dan longsor.[1].

Dari data Bakornas Penanggulangan Bencana, sejak tahun 1998 hingga pertengahan tahun 2003, tercatat telah terjadi 647 kejadian bencana di Indonesia, dimana 85% dari bencana tersebut merupakan banjir dan longsor[2].

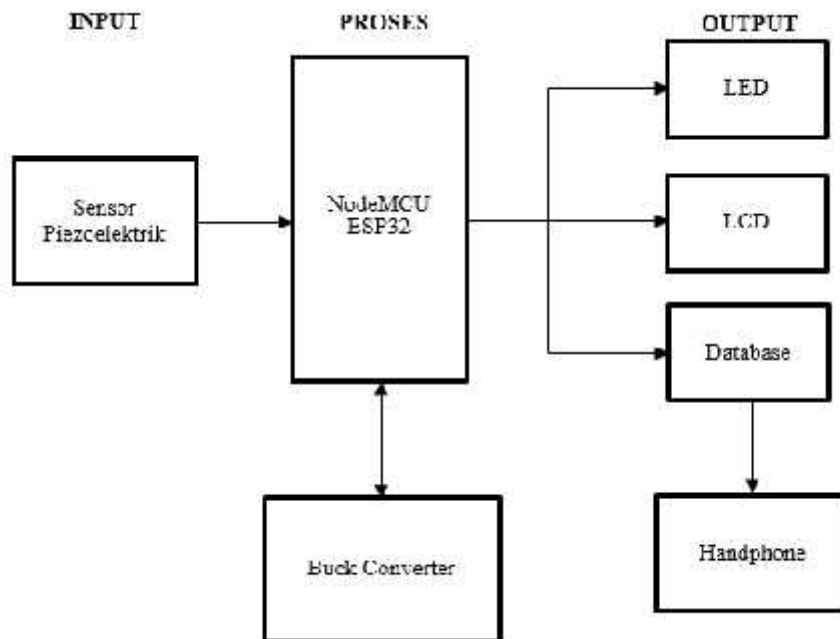
Pada awal tahun 2022, bencana tanah longsor sempat terjadi di beberapa daerah di Provinsi Sulawesi Selatan. Salah satunya di Kabupaten Gowa. Longsor terjadi akibat angin kencang dan curah hujan yang tinggi yang terus mengguyur daerah tersebut. Sehingga tidak hanya tanah longsor yang terjadi di daerah tersebut namun juga pohon tumbang yang terjadi di berbagai lokasi. Akibat dari tanah longsor ini arus lalu lintas menjadi rawan untuk diakses oleh pengguna jalan di daerah tersebut. Kepala Seksi Humas Polres Gowa, AKP Mangatas Tambunan mengatakan salah satu ruas jalan yang sangat rawan untuk dilintas berada di Kecamatan Parangloe KM 56, tepatnya di Dusun Tombongi, Desa Lonjoboko. Panjang material longsor kurang lebih 20 meter dan lebar 5 meter. Bahkan di Dusun Batulapis luar, Kecamatan Tinggimoncong juga terjadi tanah longsor yang mengakibatkan sebagian jalan sudah tertutup karena jalan rayas sudah mengalami pengikisan tanah. Oleh karena itu, untuk menghindari adanya korban, kepolisian setempat mengimbau warga agar menunda perjalanan yang hendak melintas di jalan di daerah longsor tersebut. Dan juga untuk menghindari adanya potensi longsor susulan, kepolisian setempat memasang garis polisi atau *police line* dan juga rambu-rambu di jalan yang terkenal longsor [3].

Karena kurangnya teknologi sistem peringatan dini tanah longsor, kami memiliki inovasi yang dapat dijadikan sebagai solusi untuk menanggulangi terjadinya longsor, yaitu dengan membuat alat pemantauan pendeteksi longsor menggunakan sensor piezoelektrik. Dengan itu masyarakat yang tinggal di daerah Kabupaten Gowa dapat memonitoring dan mengetahui lebih awal jika ada suatu getaran yang dapat berpotensi menyebabkan terjadinya longsor. Sehingga masyarakat dapat melakukan tindakan evakuasi ini agar dapat menghindari adanya korban jiwa.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengumpulan Data

Pada prototipe pendeteksi longsor ini dibagi menjadi tiga kondisi yaitu aman, siaga, dan bahaya untuk menjadi inputan berdasarkan getaran yang di terima oleh sensor piezoelektrik dan mengirimkan notifikasi ke perangkat android.



Gambar 1 Blok Diagram

1. Sensor piezoelektrik : berfungsi sebagai sensor yang mendeteksi jika adanya suatu getaran.
2. Buck converter : berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik.
3. NodeMCU ESP 32 : Berfungsi sebagai pembaca status sensor yang akan mengirimkan status sensor ke output.
4. LCD : berfungsi untuk menampilkan status getaran yang dideteksi oleh sensor piezoelektrik.
5. Lampu LED : berfungsi untuk menampilkan indikator status aman, siaga, dan bahaya sensor.
6. Database : berfungsi untuk menyimpan data getaran yang dikirim oleh Esp32.
7. Perangkat android : berfungsi sebagai perangkat untuk menampilkan notifikasi aman, siaga, dan bahaya sensor.

1. Sensor Piezoelektrik

Piezoelektrik atau biasa disebut juga dengan efek piezoelektrik adalah muatan listrik yang terakumulasi dalam bahan pada tertentu, seperti kristal dan keramik akibat dari *mechanical pressure* (tekanan).

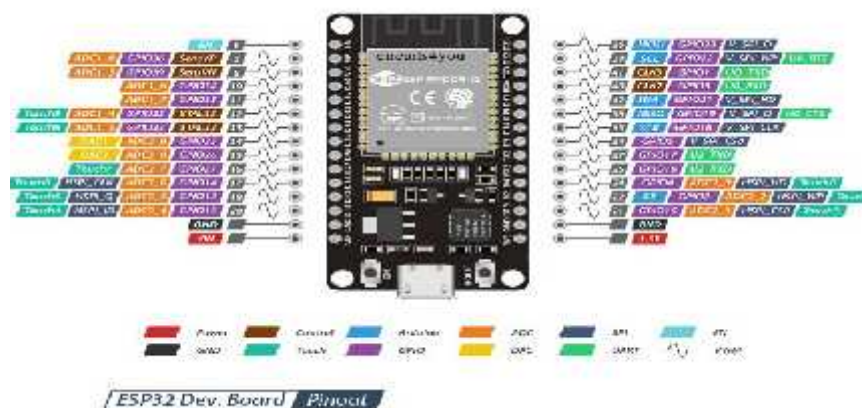
Piezoelektrik sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari, hanya saja kita tidak terlalu sadarkan alat ini. Piezoelektrik digunakan untuk mengukur tekanan, percepatan, regangan, etc. dan biasa digunakan dalam alat-alat seperti mikrofon, jam quartz, pengubah suara menjadi tulisan pada laptop kita, mesin pembakar dalam, printer, oscillator elektronik, hingga bisa dijadikan sebagai sumber energi alternative ditempat keramaian seperti di station ataupun di bandara. Dan ini sedang diterapkan di negara maju seperti Jepang dan Amerika (*New York*) [4].



Gambar 2 Sensor Piezoelektrik

2. NodMCU ESP32

Mikrokontroler ESP-32 diproduksi oleh Espressif Systems, ESP-32 menggunakan seri chip (SoC) dengan menggunakan biaya dan berdaya rendah yang sudah include bluetooth dua mode dan modul Wi-Fi. Keluarga ESP-32 termasuk chip ESP32-S0WD, ESP32-D0WD, ESP32-D2WD, ESP32-D0WDQ6 yang menggunakan sistem (SiP) ESP32-PICO-D4. Mikrokontroler ESP-32 mempunyai mikroprosesor *single core* dan *dual core* yaitu Tensilica Xtensa LX6 dengan clock rate hingga 240 MHz. Alat ini terintegrasi dengan *power management modules, built in antenna switches, power amplifier, filters, low noise receive amplifier and RF balun*[5].



Gambar 3 Pin-Pin Esp32

3. Buck Converter

DC Buck Converter adalah rangkaian elektronika yang berfungsi sebagai penurun tegangan DC ke DC (konverter DC-to-DC atau Choppers) dengan metode *switching*. Secara garis besar rangkaian konverter dc to dc ini memiliki komponen *switching* seperti MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*), thyristor, IGBT untuk mengatur *duty cycle*[6]. Secara umum komponen penyusun DC Chopper Tipe Buck (Buck Converter) antara lain :

1. Rangkaian Kontrol (*Drive Circuit*)
2. Dioda Freewheeling
3. Induktor
4. Kapasitor
5. MOSFET

6. Beban (R)



Gambar 4Buck Converter

4. LED (*Light Emitting Diode*)

LED (*Light Emitting Diode*) merupakan salah satu komponen elektronika yang mengubah energi listrik menjadi energy cahaya. Komponen ini termasuk ke luar jadi karena bahan dasarnya terbuat dari bahan semikonduktor. Warna cahaya yang dipancarkan oleh LED bervariasi warnanya tergantung dari jenis bahan semikonduktor yang dipergunakan dalam pembuatan. Dipasaran ada dijual warnanya merah, hijau, kuning, dan lain-lain. Selain itu terdapat juga jenis tipe LED yang memancarkan sinarnya tidak bisa dilihat oleh mata yaitu LED infrared. Contoh dalam kehidupan sehari-hari yaitu pada remote control TV yang menggunakan jenis tipe LED infrared [7].



Gambar 5 (*Light Emitting Diode*)

5. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walaupun disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi. Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring [8].



Gambar 6 LCD (Liquid Crystal Display)

2.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan oleh dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dan comparative testing, yaitu melakukan perancangan sistem dan alat, kemudian melakukan pengujian pada sistem yang dibangun dan dibandingkan antara hasil pengujian dengan sistem yang diharapkan sudah sesuai atau belum.

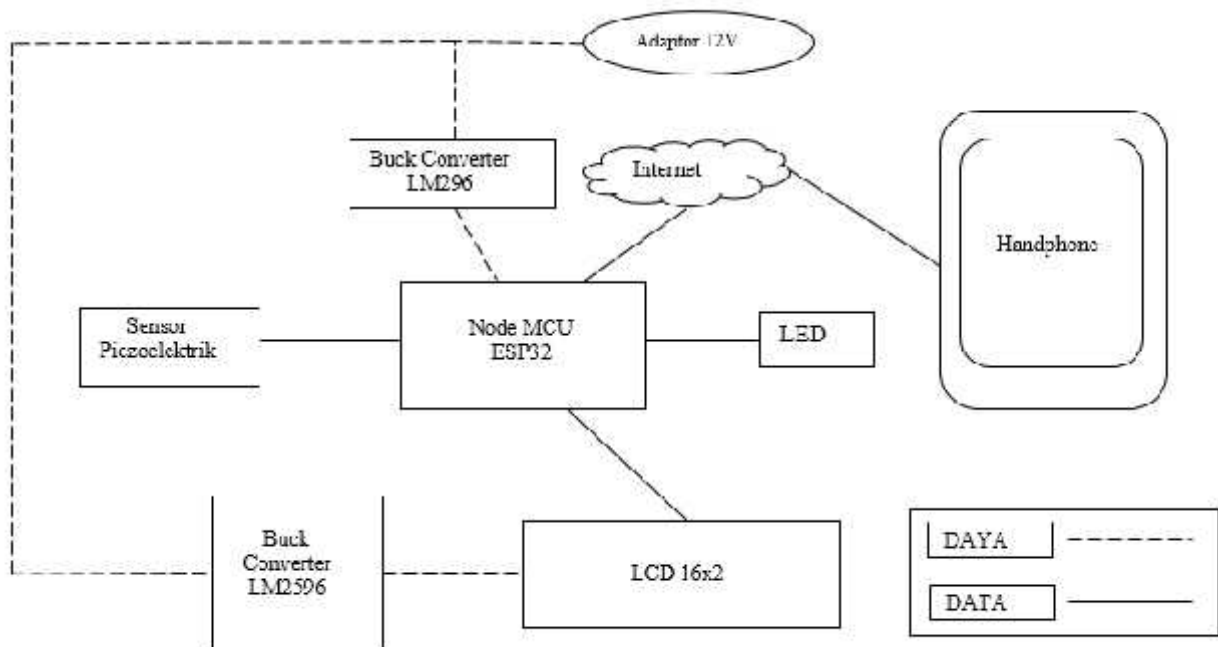
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Solusi

Berikut adalah perancangan solusi untuk menyelesaikan masalah yang dilakukan oleh penulis

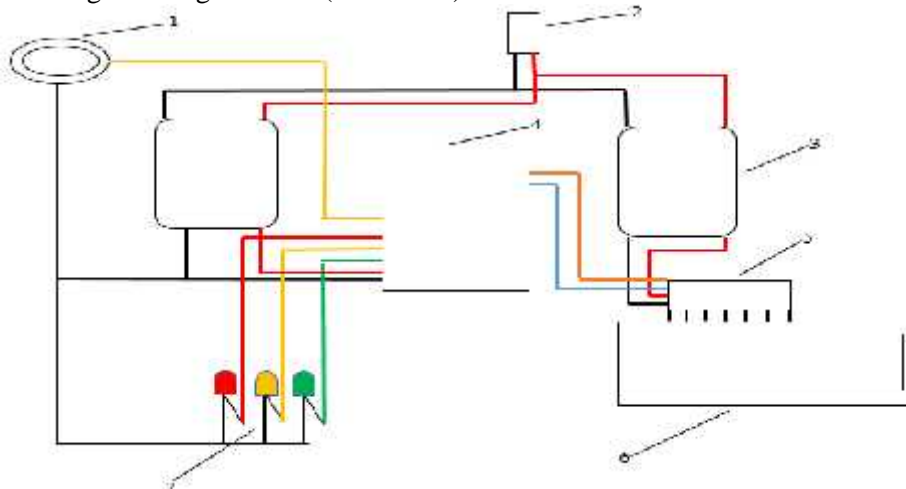
3.1.1 Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras

Untuk memahami perancangan sistem perangkat keras secara keseluruhan, maka dibuat blok diagram seperti pada gambar 4.1 dibawah ini :



Gambar 1 Hasil perancangan perangkat keras

3.1.2 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)



Gambar 2 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Keterangan:

1. Sensor Piezoelektrik berfungsi sebagai sensor yang mendeteksi getaran.
2. Sumber Tegangan (12V) berfungsi sebagai pemberi tegangan ke Esp32 dan keseluruhan komponen.
3. Buck Converter LM2596 berfungsi sebagai penurun tegangan listrik yang akan dibagikan ke seluruh komponen.
4. ESP32 Devkit berfungsi sebagai pusat kontrol.
5. I2C berfungsi untuk memberikan tegangan listrik yang telah diberikan oleh buck converter ke LCD.
6. LCD berfungsi untuk menampilkan status getaran aman, siaga, dan bahaya yang telah dibaca oleh sensor.
7. LED berfungsi sebagai lampu indikator status getaran. Yaitu, Lampu warna hijau merupakan indikator status aman, lampu warna kuning merupakan indikator status siaga, dan lampu warna merah merupakan indikator status bahaya.

Penjelasan Jalur Kabel :

1. Jalur yang berwarna hitam adalah jalur untuk tegangan negative (GND).
2. Jalur yang berwarna merah adalah tegangan positif (VCC).
3. Pada LED jalur merah, kuning dan hijau adalah jalur untuk data masing-masing LED yang dihubungkan dengan pin ESP32
4. Pada I2C LCD ada dua pin yang terhubung dengan ESP32 yaitu jalur yang berwarna biru (SDA) dan jalur berwarna orange (SCL).

5. Pada Sensor Piezoelektrik jalur yang berwarna kuning adalah jalur untuk mengirim data ke ESP32 sekaligus sebagai sumber tegangan positif pada sensor.

3.2 Pengujian perangkat lunak

Pengujian perangkat lunak dilakukan agar dapat mengetahui apakah tiga peringatan kondisi status getaran aman, siaga, dan bahaya dapat tampil di aplikasi dan notifikasi pada perangkat android. Pengujian perangkat lunak akan dibagi menjadi beberapa tahapan pengujian yaitu:

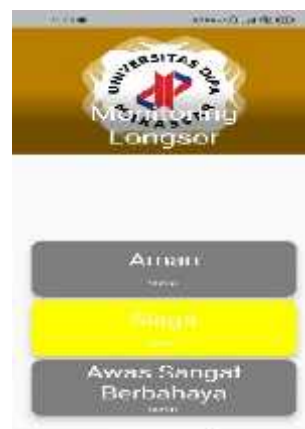
1. Pengujian tampilan status aman pada aplikasi di perangkat android



Gambar 3 Tampilan status aman pada aplikasi di perangkat android

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa pengujian peringatan status getaran aman berhasil tampil pada aplikasi di perangkat android.

2. Tampilan status siaga pada aplikasi di perangkat android



Gambar 4 Tampilan status siaga pada aplikasi di perangkat android

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa pengujian peringatan status getaran siaga berhasil tampil pada aplikasi di perangkat android.

3. Tampilan status bahaya pada aplikasi di perangkat android



Gambar 5 Tampilan status bahaya pada aplikasi di perangkat android

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa pengujian peringatan status getaran bahaya berhasil tampil pada aplikasi di perangkat android.

3.2 Hasil Pengujian Perangkat Lunak

Hasil pengujian perangkat lunak dapat dilihat pada table 1 di bawah ini:

Tabel 1 Hasil Pengujian Perangkat Lunak

<u>Langkah</u>	<u>Tujuan</u>	<u>Keterangan</u>
Menerima data dari database pada tabel data di kolom s1 = 1.	Untuk menerima notifikasi di aplikasi bahwa status longsor Aman.	√
Menerima data dari database pada tabel data di kolom s2 = 1.	Untuk menerima notifikasi di aplikasi bahwa status longsor Siaga.	√
Menerima data dari database pada tabel data di kolom s3 = 1.	Untuk menerima notifikasi di aplikasi bahwa status longsor Bahaya.	√

Pada tabel 1 dapat dilihat bahwa hasil pengujian perangkat lunak telah sesuai dengan apa yang diharapkan oleh peneliti. Terdapat sensor piezoelektrik yang dibuat. Maksud dari nilai database 1 dan 0 adalah jika nilai database bernilai 1 artinya sensor piezoelectric menerima getaran dan getaran ini berupa data analog. Nilai data analog tersebut di berikan kondisi agar bisa dikonversi menjadi angka 0 dan 1. Misalnya data analog bernilai antara 1-200 maka data yang dikirim ke database adalah nilai 1 pada kolom s1 yang menandakan bahwa status longsor aman. Dan jika data analog bernilai antara 201 sampai dengan 500 maka data yang dikirim ke database adalah 1 pada kolom s2 yang menandakan bahwa status longsor siaga. Sedangkan jika data analog sensor sudah melebihi dari 500 maka data yang dikirim ke database adalah nilai 1 pada kolom s3 yang menandakan bahwa status longsor bahaya.

3.3 Hasil Pengujian Perangkat Keras

Hasil pengujian perangkat keras dapat dilihat pada table 2 dibawah ini :

Tabel 2 Hasil Pengujian Perangkat Keras

Pengujian	Skenario Penelitian	Tujuan	Hasil	
			Berhasil	Tidak Berhasil
Sensor piezoelektrik	Memberikan getaran di area sensor piezoelektrik	Untuk mendapatkan data getaran ke ESP32	√	
Buck converter LM2596	Memutar bagian trimpot Buck Converter untuk mendapatkan tegangan tertentu seperti 9V dan 5V	Untuk mendapatkan tegangan tertentu seperti 9V dan 5V	√	
Node MCU ESP32	Menghubungkan Node MCU ESP32 ke jaringan internet	Untuk dapat mengirimkan data yang diterima ESP32 dari sensor ke webserver	√	

Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa pengujian perangkat keras telah sesuai dengan apa yang diharapkan oleh peneliti. Setiap sensor piezoelektrik diberikan getaran pada permukaan sensor yang bertujuan untuk mendapatkan data getaran lalu mengirimkan data tersebut ke ESP32. Kemudian memutar bagian trimpot buck converter untuk mendapatkan tegangan tertentu seperti 9V dan 5V. Dan berhasil menghubungkan node MCU ESP32 ke jaringan internet agar dapat mengirimkan data yang diterima ESP32 dari sensor ke webserver.

3.4 Hasil pengujian sensor getaran

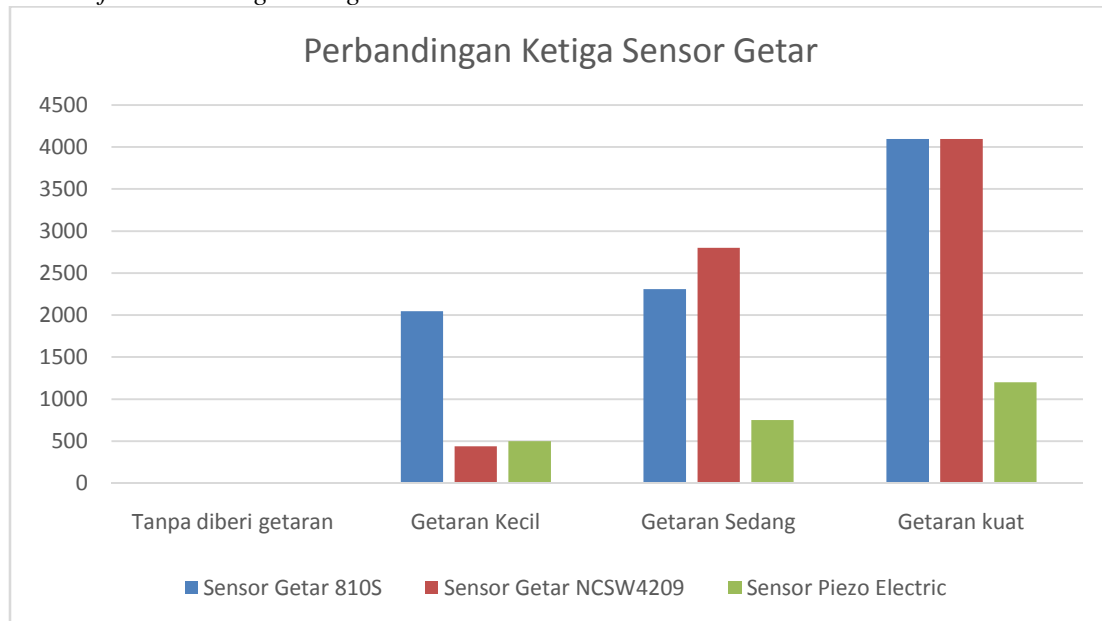
Hasil pengujian sensor getaran dapat dilihat pada tabel 3 :

Tabel 3 Hasil pengujian sensor getaran

Sensor Getar 801S	Sensor Getar NCSW4209	Sensor Piezo Electric	Status Getaran
0	0	0	Aman
2048	440	200 - 250	Siaga
4095	4095	500 - 750	Bahaya

Dari hasil pengujian perbandingan ketiga sensor yaitu sensor getar 801S, sensor getar NCSW4209, dan sensor Piezoelektrik, kami dapat menyimpulkan bahwa sensor piezoelektrik lebih akurat dalam membaca status getaran dibandingkan kedua sensor getar lainnya. Karena sensor getar jenis 801S dan sensor getar jenis NCSW4209 selain dapat membaca getaran langsung kedua sensor getar ini juga dapat membaca getaran yang dihasilkandarifrekuensi suara yang tinggi dan getaran yang bukannya getaran langsung, sedangkan sensor piezoelektrik hanya dapat membaca getaran yang dihasilkandarilongsor saja.

3.5 GrafikPerbandinganKetiga Sensor Getar



Gambar 6 Grafik Perbandingan Ketiga Sensor Getar

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa getaran kecil pada sensor getar jenis 810S = 0 – 2000, sensor getar jenis NCSW4209 = 0 – 499, dan sensor Piezoelectric = 0 – 500. Kemudian getaran sedang pada sensor getar jenis 810S = 2400, sensor getar jenis NCSW4209 =2800, dan sensor Piezoelectric = 560. Dan getaran kuat pada sensor getar jenis 810S = 4100, sensor getar jenis NCSW4209 = 4100 dan sensor piezoelectric = 1400.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan oleh penulis mengenai proses perancangan aplikasi keamanan data ini dengan menggunakan *kriptografi caesar cipher* diperoleh hasil bahwa penulis telah berhasil membuat aplikasi keamanan data menggunakan *kriptografi caesar cipher* dan berhasil menjalankan fungsi *enkripsi* maupun *dekripsi*, juga menguji kecepatan *caesar cipher* ini yang telah diatas telah dijelaskan bahwa hasil pengujian aplikasi keamanan data ini bervariasi dari spesifikasi laptop dan jumlah pengujian yang telah dilakukan sebelumnya.

5. SARAN

Aplikasi ini berdasar pada *kriptograficaesar cipher* yang asli yang dimana hanya memiliki 26 abjad yang dapat digunakan untuk melakukan proses *enkripsi* dan *dekripsi*, penulis menyarankan untuk mengembangkan lagi jumlah karakter yang dapat digunakan yaitu minimal berjumlah 256 karakter dan juga agar keamanan data dapat jauh lebih aman penulis menyarankan untuk menggabungkan *kriptografi* yang lain pada implementasi aplikasi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amirah, A., & Salman, S. (2018). Implementasi Sistem Pendeteksi Air Keruh Menggunakan Mikrokontroler Dengan Sensor Light Dependent Resistor (LDR). *SEMNAS TEKNOLOGI ONLINE*, 6(1), 1-13.
- [2] Amir, H. (2022). *Tanah longsor poros malino*.
<https://makassar.sindonews.com/read/692167/713/tanah-longsor-warga-diimbau-tunda-perjalanan-ke-malino-1645423333>
- [3] Mubekti, F. alhasanah. (2008). *MITIGASI DAERAH RAWAN TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN TEKNIK PEMODELAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS*.
- [4] (Amir, 2022) Amir, H. (2022). *Tanah longsor poros malino*.
<https://makassar.sindonews.com/read/692167/713/tanah-longsor-warga-diimbau-tunda-perjalanan-ke-malino-1645423333>
- [5] (Dadang Haryanto, 2020) Amir, H. (2022). *Tanah longsor poros malino*.
<https://makassar.sindonews.com/read/692167/713/tanah-longsor-warga-diimbau-tunda-perjalanan-ke-malino-1645423333>
- [6] HENDIYANSYAH DIAN PRASTYANA. (2020). ALAT PEMANTAUAN VOLUME INFUS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) MENGGUNAKAN ESP32 DAN RASPBERRY PI. *ALAT PEMANTAUAN VOLUME INFUS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) MENGGUNAKAN ESP32 DAN RASPBERRY PI*, I(11150331000034), 1–147.
- [7] Muhammad Rakha. (2020). *RANCANG BANGUN POWER BACKUP ROUTER LITHIUM BATTERY dengan BUCK CONVERTER STEP DOWN*. 1–62.
- [8] Supegina, F., & Sukindar, D. (2014). Perancangan Robot Pencapit Untuk Penyotir Barang Berdasarkan Warna Led Rgb Dengan Display Lcd Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Elektro*, 5(1), 9–17. <https://doi.org/10.22441/jte.v5i1.758>
- [9] Supegina, F., & Sukindar, D. (2014). Perancangan Robot Pencapit Untuk Penyotir Barang Berdasarkan Warna Led Rgb Dengan Display Lcd Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Elektro*, 5(1), 9–17. <https://doi.org/10.22441/jte.v5i1.758>