

# Perancangan *Early Warning System* pada Bencana Alam Berbasis IoT dengan *Standalone Global Positioning System*

<sup>1</sup>Delliar Khafid Nur Fahmi, <sup>2</sup>Zulfatman, <sup>3</sup>Widianto

<sup>1,2,3</sup> Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang

<sup>1</sup>delliarfahmi@gmail.com, <sup>2</sup>zulfatman@umm.ac.id, <sup>3</sup>widianto@umm.ac.id

**Abstract** — This study discusses the design of an early warning system for natural disasters like forest fires and landslides. This early warning system is designed using the ESP8266 module which is connected with fire, temperature and smoke sensors as a fire detector and humidity and heavy sensors as a detector for landslides and GPS as a determinant of disaster location points and evacuation routes to be used. This system can be monitored in real time on an android application. With 3 warning levels "AMAN", "WASPADA" and "BAHAYA". Test result show if the detection device can send disasters information to an android application in real time with information delivery time in less than 5 minutes at a great distance. As well as the location of the occurrence of a disaster can be shown on a google maps accurately. Thus, it is expected that this Early Warning System can help the community and related parties to minimize losses due to disasters that occur with information obtained from this early warning detector.

**Keywords** — *Early warning, IoT, Android, Forest Fire, Landslide, GPS*

**Abstrak** — Penelitian ini membahas tentang perancangan sistem peringatan dini pada bencana alam berupa kebakaran hutan dan tanah longsor. Sistem peringatan dini ini dirancang menggunakan modul ESP8266 yang terhubung dengan sensor api, suhu dan asap sebagai pendeteksi kebakaran dan sensor kelembaban tanah, berat sebagai pendeteksi tanah longsor serta disematkan GPS sebagai penentu titik lokasi bencana dan jalur evakuasi yang akan digunakan. Sistem ini dapat dipantau secara real time pada aplikasi android. Dengan 3 level peringatan yaitu "AMAN", "WASPADA" dan "BAHAYA". Hasil pengujian menunjukkan jika alat pendeteksi dapat mengirimkan informasi bencana ke aplikasi android secara real time dengan waktu pengiriman informasi kurang dari 5 menit dengan jarak yang jauh. Serta lokasi terjadinya bencana dapat ditunjukkan pada peta google maps secara akurat. Dengan demikian, diharapkan Early Warning System ini dapat membantu masyarakat serta pihak terkait untuk meminimalisir kerugian akibat bencana yang terjadi dengan informasi

yang didapat dari alat peringatan dini pendeteksi bencana ini.

**Kata kunci** — *Peringatan dini, IoT, Android, Kebakaran Hutan, Tanah Longsor, GPS*

## I. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang sering mengalami bencana alam, menurut data *United Nations Office for Disaster Risk Reduction* (UNISDR) Indonesia berada di urutan ke-36 dunia dengan indeks resiko sebesar 10,36% [1]. Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menyebutkan sudah terjadi 93 kali kebakaran hutan dan 281 kali tanah longsor dari 374 kejadian pada tahun 2018. Hal tersebut tentunya menimbulkan kerugian baik berupa materi maupun jatuhnya korban jiwa.

Maka dari itu pentingnya mitigasi bencana alam yang harus dilakukan. Mitigasi bencana adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana [2]. Salah satu bentuk dari mitigasi sendiri adalah *Early Warning System* (EWS) terhadap bencana, IoT (*Internet of Things*) dirasa bisa menjadi solusi dalam peringatan dini bencana alam. Sistem IoT sendiri memiliki banyak kelebihan diantaranya bisa bekerja otomatis dan dapat bekerja secara *real time* [3]. Akan tetapi bentuk peringatan dini saat ini dinilai lamban dalam merespon bencana yang terjadi hal itu akibat teknologi yang digunakan untuk peringatan terlalu usang dan hanya mengandalkan informasi secara manual.

Sistem peringatan dini menjadi topik yang banyak diteliti mengingat perannya yang vital, Sudibyo dalam penelitiannya menjelaskan bahwa masih perlunya pengembangan untuk sensitifitas dan keakuratan sensor pada penelitiannya [4]. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Sasmoko menjelaskan tentang kelebihan IoT untuk monitoring melalui internet sehingga kendala jarak dan lokasi tidak berpengaruh asalkan sensor dapat mendeteksi perubahan yang terjadi [5]. Pada penelitian lainnya

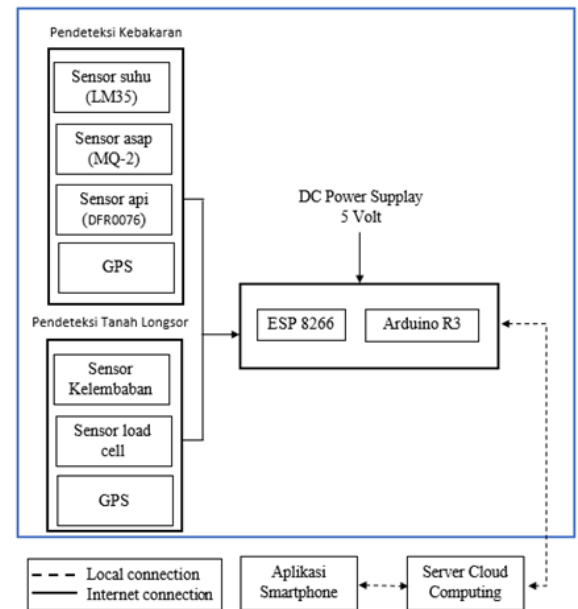
menjelaskan tentang monitoring pendeteksi bencana menggunakan *bluetooth* akan tetapi monitoring tersebut terkendala jangkauan jarak yang hanya 20 m di tempat terbuka [6].

Perancangan *Early Warning System* bencana alam berbasis IoT dengan *standalone* GPS adalah gagasan yang ditawarkan oleh penulis. Dengan pengombinasian dua monitoring tersebut diharapkan mampu meningkatkan efisiensi dalam monitoring di satu tempat sekaligus. Juga tingkat kecepatan penyampaian informasi melalui aplikasi android yang memungkinkan integrasi antara model sistem peringatan dini dan teknologi informasi. Dengan sistem yang saling terintegrasi ini diharapkan informasi tentang peringatan dini bencana dapat diterima masyarakat dengan cepat. Sehingga dapat meminimalisir kerugian yang timbul akibat bencana alam

## II. Metode Penelitian

### A. Blok Diagram Sistem

Desain perancangan monitoring *early warning system* pada bencana alam berbasis IoT menggunakan *global positioning system standalone* ini dibagi 5 subsistem diantaranya bagian catu daya, kontroler, *input*, *input output* dan *output*. Perancangan sistem *hardware* meliputi beberapa hal diantaranya bagian *input*, kontroler, *input output*, dan *output*. Pada bagian *input* terdiri dari sensor suhu tipe LM35, sensor api tipe DFR0076, sensor asap MQ-2, sensor *load cell* TAL220, sensor kelembaban tanah YL-69, modul Hx711, GPS *module* dengan tipe Ublox NEO 6m sebagai pemancar sinyal GPS. Dibandingkan dengan sistem dan metode penentuan posisi lainnya, GPS mempunyai banyak kelebihan dan menawarkan lebih banyak keuntungan baik dari segi operasional maupun keakuratan posisi yang diberikan [7] dan sistem android sebagai interfacenya. Serta menggunakan Arduino dan ESP8266 sebagai mikrokontrolernya dengan kemampuan *on-board processing* yang memungkinkan *chip* tersebut untuk diintegrasikan dengan sensor-sensor melalui pin *input* dan *output* hanya dengan pemrograman yang singkat [8]. Data yang diolah pada ESP 8266 tadi nantinya akan diolah menjadi informasi yang akan ditampilkan ke sistem android. Pada Gambar 1 menjelaskan blok diagram dari sistem.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

### B. Perancangan User Interface Aplikasi Android

Rancangan *user interface* pada aplikasi android sebagai media, dengan sistem *open source* yang digunakan memungkinkan para pengembang untuk menciptakan dan mengembangkan beragam aplikasi yang menarik yang dapat dinikmati oleh para penggunanya [9] seperti aplikasi pemantauan kondisi bencana secara *real time* apakah terjadi bencana berupa kebakaran atau tanah longsor. Tampilan *user* terdiri dari halaman *login* sebagai identifikasi pengguna, halaman pemantauan yang menyajikan tampilan informasi berupa kondisi api, asap dan suhu terkini serta lokasi kebakaran saat itu dan juga kondisi tanah apakah berpotensi tanah longsor atau tidak. Rancangan *user interface* pada aplikasi android juga menampilkan tingkat status atas kondisi yang terjadi.

Ada lima informasi yang di tampilkan yang pertama informasi ada atau tidaknya api, yang kedua informasi ada atau tidaknya asap, yang ketiga suhu udara yang terdeteksi pada saat itu, kondisi kelembaban tanah saat itu dan informasi tentang berat tanah yang terdeteksi load cell.

1. Kondisi pertama jika sensor mendeteksi asap bersamaan dengan sensor api maka tampilan status pada aplikasi berubah menjadi “BAHAYA !!!”
2. Kondisi kedua jika sensor mendeteksi asap bersamaan dengan sensor suhu maka tampilan status pada aplikasi berubah menjadi “WASPADA”
3. Kondisi ketiga jika sensor hanya mendeteksi asap dengan suhu normal maka tampilan status pada aplikasi berubah menjadi “AMAN ”

4. Kondisi ke empat jika sensor mendeteksi berat tanah yang menyentuh load cell serta kondisi kelembaban tanah seperti pada Tabel 1

Tabel 1. Kriteria Tanah dan Status Bencana

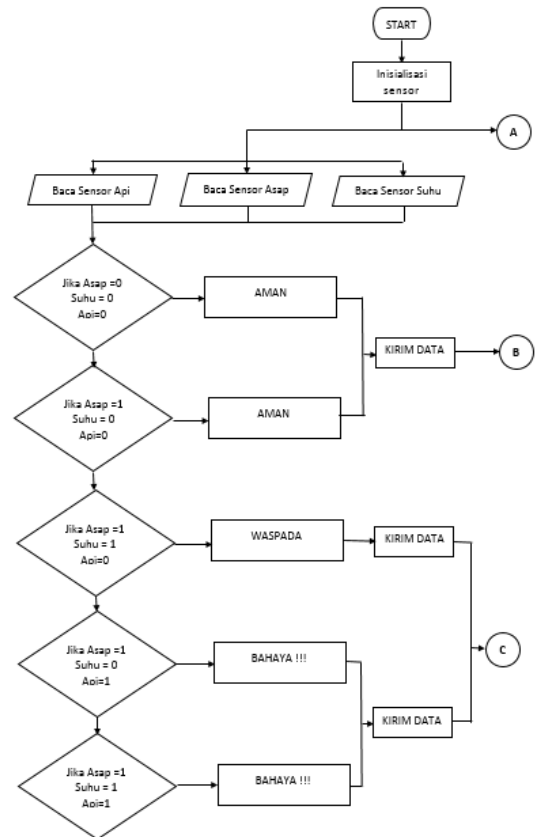
Berat Tanah	Kelembaban Tanah	Status
1 kg – 3 kg	> 50 %	AMAN
4 kg – 6 kg	50% - 79%	WASPADA
7 kg – 10 kg	80%>	BAHAYA !!!

Pada keempat kondisi tersebut aplikasi akan menampilkan juga lokasi sesuai dengan sinyal yang dikirim modul GPS dimana terjadi kebakaran dan tanah longsor tersebut sesuai dengan sensor yang bekerja, serta jalur evakuasi sesuai dengan titik aman yang telah ditentukan. Gambar 2 menjelaskan jalur evakuasi yang ditunjukkan pada peta berupa rute berwarna biru serta tampilan aplikasi ketika terjadi kebakaran dan tanah longsor.

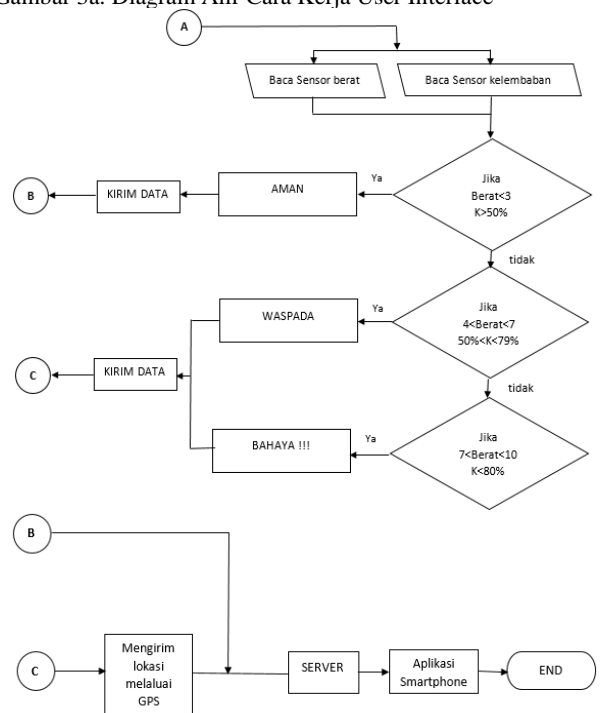


Gambar 2. Desain Tampilan Aplikasi Pada Saat Terjadi Bencana

Pada Gambar 3a menjelaskan flowchart diagram alir cara kerja user interface, ketika kelima sensor bekerja sesuai parameter masing masing maka aplikasi akan menampilkan status bencana sesuai kondisi yang ditetapkan. Untuk kondisi status aman maka akan dikirim data ke server yang kemudian diteruskan ke aplikasi. Sedangkan untuk kondisi status waspada dan bahaya maka akan menampilkan lokasi melalui GPS sesuai dengan sensor yang aktif. Sedangkan Gambar 3b adalah lanjutan dari diagram alir 3a



Gambar 3a. Diagram Alir Cara Kerja User Interface



Gambar 3b. Diagram Alir Cara Kerja User Interface

### III. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dan analisa dilakukan dengan menguji masing masing bagian dari keseluruhan sistem dan mengintegrasikan antara alat Early Warning System dengan aplikasi android sebagai media untuk menampilkan informasi bencana. Bentuk dari alat Early Warning system di tunjukan pada Gambar 4.



Gambar 4. Alat Early Warning System untuk Pendeteksi Bencana Alam

#### A. Hasil dan Analisa Pengujian Modul ESP8266

Pengujian modul ini berfungsi untuk mengetahui apakah ESP8266 berfungsi dan berjalan dengan baik. Serta mengetahui koneksi wifi yang ada pada modul ESP8266 dapat berjalan sebagaimana mestinya. Hasil pengujian sensor suhu oleh ESP8266 ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Pengiriman Data Sensor Suhu Oleh ESP8266

Data 5 kali Pengujian	Data Temperatur rata-rata		Waktu pengiriman (detik)
	Dikirim ESP	Diterima server	
	39.4	39.4	

Dari data pada Tabel 2 dapat dianalisa bahwa modul ESP8266 dapat bekerja dengan baik, pengiriman data ke server stabil dan juga mempunyai tingkat akurasi tinggi dengan waktu pengiriman yang cepat.

#### B. Hasil dan Analisa Pengujian Flame Sensor

Pada pengujian flame sensor ini bertujuan untuk mengetahui apakah flame sensor bekerja dengan baik. Flame sensor dengan 5 channels ini akan diuji dengan cara meletakkan titik api berupa lilin yang telah dinyalakan di depan sensor dengan jarak yang telah ditentukan. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Flame Sensor

Data 5 kali Pengujian	Jarak titik api (cm)	LED Merah

	20 - 100	ON
--	----------	----

#### C. Pengujian Sensor Asap

Pada pengujian sensor asap ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor bekerja dengan baik. Sensor asap diuji dengan meletakkan sumber asap di depan sensor dengan jarak yang telah ditentukan serta dianalisa berapa waktu yang dibutuhkan sensor untuk aktif dan mendeteksi adanya asap. Tabel 4 menunjukkan hasil dari pengujian sensor.

Tabel 4 Data Hasil Pengujian Sensor Asap

Data 5 kali Pengujian	Jarak titik asap (cm)	Waktu aktif sensor (s)	Error/OK
	20 - 100	5	OK

#### D. Pengujian Sensor Suhu

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui suhu yang dihasilkan akibat adanya kebakaran. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan suhu yang terbaca sensor dengan suhu yang tertera pada termometer digital. Data hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Sensor Suhu

Data 5 Kali Pengujian	Data Rata-Rata Suhu (°C)		Rata-rata Error
	Terbaca Sensor	Terbaca thermometer	
	40.82	40.82	

#### E. Pengujian Sensor Loadcell dan Modul HX711

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan beban kepada sensor dengan cara memberikan beban berupa tanah yang sudah di kelompokkan sesuai berat yang ditentukan menggunakan kantong plastik. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Sensor Berat

Jumlah Kantong Plastik berisi tanah	Data Berat (kg)		Error (%)
	Terbaca Timbangan digital	Terbaca Load cell	
1	1	1,1	0,1%
3	3	3	0%
5	5	5	0%
7	7,2	7.1	1.3%

**F. Hasil dan Analisa Pengujian GPS Neo6M U-Blox**

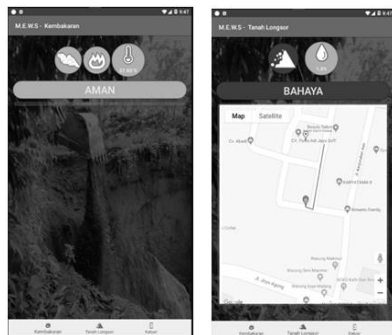
Pengujian GPS yang berupa nilai latitude dan longitude yang didapatkan dari pembacaan GPS yang akan di konversi menjadi sebuah peta pada google maps seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Latitude dan Longitude yang Dikirim Modul GPS dan Ditampilkan pada Google Maps

**G. Hasil dan Analisa Pengujian Sistem Pada Aplikasi**

Pada saat membuka aplikasi pertama kali maka akan muncul tampilan berupa beranda. Pada halaman beranda terdapat data informasi berupa konektivitas sensor api, asap, suhu, kelembaban tanah dan pergeseran tanah serta tampilan lokasi berupa titik koordinat GPS pada saat sensor aktif dan pada saat penentuan jalur evakuasi. Pada Gambar 6 ditunjukkan tampilan aplikasi Early Warning System.



Gambar 6. Tampilan Halaman Aplikasi Early Warning System

Pada halaman beranda juga terdapat informasi tentang status bencana berupa peringatan dengan klasifikasi kondisi “AMAN”, “WASPADA” dan “BAHAYA” serta terdapat info titik lokasi bencana dan jalur evakuasi yang ditampilkan. Tampilan berupa peta koordinat titik bencana dan jalur evakuasi dari titik bencana ke lokasi yang aman pada google maps.

**H. Pengujian Early Warning System saat Kebakaran**

Pengujian dilakukan dengan membuat setup simulasi bencana kebakaran hutan. Yang sebelumnya sudah disiapkan alat pendeteksi kebakaran hutan sebagai alat

Early Warning System yang diletakan di dekat titik api. Simulasi kebakaran di tunjukan pada Gambar 7.



Gambar 7. Set Up Simulasi Bencana Kebakaran Hutan

Ketika sensor- sensor bekerja akibat kebakaran yang terjadi, maka aplikasi android pada smartphone akan memperoleh informasi Kemudian alat pendeteksi akan mengirimkan informasi ke server dan server akan menyimpan data informasi tersebut yang nantinya akan digunakan oleh android. Pada aplikasi juga diperlihatkan titik lokasi bencana serta jalur evakuasi. Pada Gambar 8 (a) ditunjukkan tampilan saat aplikasi menginformasikan bahwa status AMAN. Pada Gambar 8 (b) ditunjukkan tampilan saat aplikasi menginformasikan bahwa status WASPADA dan pada Gambar 8 (c) ditunjukkan tampilan aplikasi pada saat status BAHAYA. Pada Gambar 8 (b) dan (c) akan muncul titik lokasi kebakaran sesuai dengan aktifnya sensor pada saat status WASPADA dan BAHAYA selain itu akan muncul juga informasi jalur evakuasi pada peta dari titik bencana ke titik yang lebih aman.



Gambar 8. Tampilan Aplikasi Android dengan kondisi (a) AMAN (b) WASPADA (c) BAHAYA pada BerandaKebakaran

**I. Pengujian Early Warning System saat Tanah Longsor**

Pengujian dilakukan dengan membuat set up simulasi bencana tanah longsor sesuai dengan perancangan yang telah di tentukan. Yang sebelumnya sudah disiapkan alat pendeteksi tanah longsor sebagai Early Warning System yang diletakan pada bidang miring. Bidang miring yang digunakan dalam pengujian memiliki kemiringan sekitar 50° sesuai dengan klasifikasi Van Zuidam yang telah dibakukan. Dengan sudut 70 – 140% yang memiliki

karakteristik curam, proses denudasional intensif, erosi dan gerakan tanah sering terjadi [10] Set up simulasi tanah longsor ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Set Up Simulasi Bencana Tanah Longsor

Ketika sensor- sensor bekerja akibat tanah longsor yang terjadi, maka aplikasi android pada smartphone akan memperoleh informasi yang berisi informasi ada atau tidaknya longsor tanah dan kelembaban tanah pada saat terjadi tanah longsor. Kemudian alat pendeteksi akan mengirimkan informasi ke server dan server akan menyimpan data informasi tersebut yang nantinya akan digunakan oleh android. Pada aplikasi juga diperlihatkan titik lokasi bencana serta jalur evakuasi. Pada Gambar 10 (a) ditunjukkan tampilan saat aplikasi menginformasikan bahwa status AMAN. Pada Gambar 10 (b) ditunjukkan tampilan saat aplikasi menginformasikan bahwa status WASPADA dan pada Gambar 10 (c) ditunjukkan tampilan aplikasi pada saat status BAHAYA. Pada Gambar 10 (b) dan (c) akan muncul titik lokasi kebakaran sesuai dengan aktifnya sensor pada saat status WASPADA dan BAHAYA selain itu akan muncul juga informasi jalur evakuasi pada peta dari titik bencana ke titik yang lebih aman.



Gambar 10. Tampilan Aplikasi Android dengan kondisi (a) AMAN (b) WASPADA (c) BAHAYA pada Beranda Tanah Longsor

#### IV. Kesimpulan

*Early Warning System* pada bencana alam ini telah berhasil dirancang. Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem maka didapatkan kesimpulan:

1. *Early Warning System* ini dapat memberikan informasi yang lebih kompleks dari penelitian sebelumnya dengan memberikan tiga level peringatan yaitu “AMAN”, “WASPADA” dan “BAHAYA”. Serta menampilkan info titik lokasi bencana beserta jalur untuk evakuasi.
2. Kecepatan pengiriman informasi < 5 menit selama alat dan pengguna terjangkau oleh jangkauan internet.
3. Saran untuk pengembangan penelitian ini kedepannya agar menambahkan sensor yang memiliki tingkat sensitifitas tinggi dan jangkauan yang luas. Serta perlindungan terhadap alat pendeteksi untuk menghindari kerusakan ketika terjadi bencana.

#### V. Daftar Pustaka

- [1] Azzahra, Rizqia. “Pengaruh Bencana Banjir 20 September 2016 Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Penduduk di Kecamatan Tarong Kidul Kabupaten Garut”. Repository UPI, 2017.
- [2] Paimin, dkk. “Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor”. ISBN 978-976-3145-46-4. Tropenbos Internasional Indonesia Programme. 2009.
- [3] Pasha, Sharmad. “Thingspeak Based Sensing and Monitoring System for IoT with Matlab Analysis”. IJNTR. ISSN: 2454-4116. Vol 2. Issue 6. 2016.
- [4] Sudiby, N.H. “Pendeteksi Tanah Longsor Menggunakan Sensor Cahaya”. Jurnal TIM Darmajaya ISSN 2442-5567. Vol. 01 No.02. 2015.
- [5] Sasmoko, Dani. “Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis IOT dan SMS Gateway Menggunakan Arduino”. Jurnal SIMETRIS, Vol 8 No. 2. 2017.
- [6] Hasan, Maulana. “Detektor Dini Kebakaran Multisensor Terintegrasi Android Menggunakan Komunikasi Bluetooth”. Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, 6(2). 2018.
- [7] Tegar, Muhammad. “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Kendaraan Pengirim Barang Menggunakan GPS Berbasis WEBGIS”. JTIFST Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. 2013.
- [8] Roihan, Ahmad. “Monitoring Kebocoran Gas Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno dan ESP8266 Berbasis Internet Of Things”
- [9] Giyartono, Andik. “Aplikasi Android Pengendali Lampu Rumah Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328”. Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Jurnal FTUMJ. ISSN : 2407 -1846. 2015.
- [10] Nafi, Faiz. “Indikasi Potensi Bahaya Longsor Berdasarkan Klasifikasi Lereng dan Litologi Penyusun Lereng, Desa Paningkaban, Kecamatan Lumbir, Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah”. Seminar Nasional Cendekiawan. ISSN : 2460-8696. 2017.