



PROSIDING SEMINAR NASIONAL SISFOTEK (Sistem Informasi dan Teknologi)

Padang, 4–5 September 2018

ISSN Media Elektronik 2597-3584

Internet of Things Untuk Mitigasi Bencana Tanah Longsor Studi kasus : Jalan lintas Sumbar Riau

Noviardi^a, Dilson^b

^aTeknik Komputer, STT Payakumbuh, noviardi.mrj@gmail.com

^bTeknik Komputer, STT Payakumbuh, dilsontpyk2013@gmail.com

Abstract

West Sumatra is one of the provinces that is most at risk of landslide, due to the condition of the area which is passed by cluster of hill barisan, there are at least 23 point of slope prone to landslide which is in West Sumatera traffic lane to Riau. Supported by high rainfall, the potential for disaster is very high, in 2016 a landslide occurred in 13 points that resulted in the loss of life and swept away the vehicle. Until now there has been no concrete steps in applying technology in disaster management. Based on Law No. 24 of 2007 on disaster management, where in Article 44 paragraph 1 and 2 stages of disaster management allows integration with the technology of the Internet of Thing (IoT), Smart monitoring System is the application of IoT technology. This technology is used to streamline the observation of landslide disaster symptoms to reduce the risks posed by the disaster. This research uses Desaign Science Reaserch Method (DSRM) method. This research will reveal how appropriate models for the implementation of IoT for landslide mitigation. In this study found that all stages of disaster management can be integrated with IoT Technology

Keywords: internet of thing, IoT, smart monitoring, disaster, landslide

Abstrak

Sumatera Barat adalah salah satu provinsi yang merupakan wilayah paling beresiko terjadinya tanah longsor, karena kondisi daerahnya yang dilalui oleh gugusan bukit barisan, setidaknya terdapat 23 titik lereng rawan longsor yang berada di jalur lalu lintas Sumatera Barat ke Riau. Didukung oleh curah hujan yang tinggi, potensi terjadinya bencana sangat tinggi, pada tahun 2016 terjadi tanah longsor pada 13 titik yang berakibat korban nyawa dan menghanyutkan kendaraan. Sampai saat ini belum ada langkah kongkrit penerapan teknologi dalam pengelolaan bencana tersebut. Berdasarkan Undang-undang Nomor 24 tahun 2007 tentang pengelolaan bencana, dimana pada pasal 44 ayat 1 dan 2 tahapan penanganan bencana memungkinkan diintegrasikan dengan teknologi Internet of Thing (IoT), Smart monitoring System adalah penerapan teknologi IoT. teknologi ini digunakan untuk mengefektifkan pengamatan gejala bencana tanah longsor untuk mengurangi resiko yang timbul akibat bencana tersebut. Penelitian ini menggunakan Metode Desaign Science Reaserch Method (DSRM). Penelitian ini akan mengungkap bagaimana model yang sesuai untuk megimplementasikan IoT untuk mitigasi bencana tanah longsor. Pada penelitian ini ditemukan bahwa semua tahapan penanganan bencana dapat diintegrasikan dengan Teknologi IoT.

Kata kunci: internet of thing, IoT, smart monitoring, bencana, tanah longsor

© 2018 Prosiding SISFOTEK

1. Pendahuluan

Tingginya intensitas curah hujan yang melanda Indonesia menimbulkan beberapa akibat buruk bagi manusia seperti terjadinya bencana hidrometeorologi yaitu banjir dan tanah longsor. Berdasarkan data kejadian bencana yang di rilis oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nasional (BNPB, 2017), sejak Januari sampai dengan bulan Maret 2017 telah terjadi 218 kali bencana tanah longsor, tersebar di 13 Provinsi dan 69 kabupaten/kota diseluruh Indonesia

(Tribun, 2017). Kondisi ini menempatkan Indonesia pada posisi ke 34 untuk negara dengan resiko bencana tertinggi (Reuters, 2016).

Menurut peta indeks rawan bencana indonesia yang di keluarkan oleh BNPB tahun 2012, salah satu provinsi merupakan wilayah paling beresiko terjadinya tanah longsor adalah Sumatera Barat, karena kondisi daerahnya yang dilalui oleh gugusan bukit barisan. Menurut Fitri (2010), terdapat 23 titik lereng rawan longsor yang berada pada jalur lalu lintas Sumatera

Barat – Riau. Hal ini berkaibat bencana tanah longsor yang baru-baru ini terjadi di 13 titik pada jalan lintas Sumatera barat – Riau Kilometer 12 sampai dengan kilometer 17 nagari koto alam, kecamatan pangkalan koto baru. Bencana ini menimbun 8 buah mobil dan menewaskan 8 jiwa

Berkaitan dengan penanganan bencana, pemerintah melalui undang-undang nomor 24 tahun 2007 pasal 44 ayat 1 dan 2 telah berupaya melakukan tindakan cepat dan tepat untuk mengurangi resiko bencana alam serta mempersiapkan tindakan tanggap darurat melalui peringatan dini kebencanaan dengan tahapan sebagai berikut: 1) Pengamatan gejala bencana 2) analisis hasil pengamatan bencana 3) pengambilan keputusan oleh pihak berwenang 4) Penyebarluasan informasi tentang peringatan bencana 5) Pengambilan tindakan oleh masyarakat

Namun pada kenyataannya setelah 10 tahun sejak undang-undang diatas di terapkan belum terlihat langkah efektif yang dilakukan pemerintah dalam menghadapi bencana alam khususnya tanah longsor, pemerintah kesulitan dalam penerapannya seperti di sumatera barat belum ada sistem peringatan dini, sedangkan kondisi geografisnya termasuk zona merah untuk bencana tanah longsor (BNPB 2012) dan hampir setiap tahun terjadi dan menelan korban

Idealnya, untuk penguatan langkah-langkah yang diamankan oleh UU nomor 24 tahun 2017 pada pasal 44 ayat 1 dan 2 perlu dilakukan penelitian dan inovasi pelibatan teknologi informasi yang disebut dengan Internet of Things (IoT) untuk mengefektifkan pelaksanaan 5 (lima) langkah penanganan bencana diatas. Internet of things yang diterapkan dalam kebencanaan merupakan sensor-sensor yang terhubung ke sebuah aplikasi melalui jaringan internet yang dapat digunakan untuk mengambil data, memonitor perubahan lingkungan selama 24 jam untuk kebutuhan pengambilan keputusan, peringatan dini dan tindakan evakuasi bencana [1]. Hal inilah yang disebut dengan Smart Monitoring sistem yang aplikasinya bisa diakses dengan *mobilephone/smartphone* untuk mendapatkan kondisi *realtime* kepada penduduk yang berada pada kawasan rawan bencana [2], maupun kendaraan yang melewati kawasan rawan bencana tanah longsor

Pengamatan gejala bencana pada UU nomor 24 tahun 2007 pasal 44 ayat 2, merupakan tahapan awal pengelolaan bencana tanah longsor. Pelaksanaan tahapan ini perlu langkah-langkah efektif dan komprehensif, supaya kejadian bencana bisa diprediksi dan juga dapat meminimalisir kerugian akibat bencana tersebut. Smart monitoring System merupakan penerapan teknologi *Internet of Things (IoT)* yang digunakan dalam mengefektifkan pengamatan gejala bencana tanah longsor. Penerapan teknologi Jaringan sensor tanpa kabel (*wireless sensor network*) yang ditingkat dengan WSN, terpasang untuk *remote*

monitoring dan mengoleksi data perubahan lingkungan seperti pergerakan tanah, kandungan air pada tanah, tingkat curah hujan, dan titik lokasi bencana [3]. Data perubahan lingkungan yang diperoleh dari sensor-sensor dikirim melalui mikrokontroler untuk diteruskan ke database server yang terhubung dengan sebuah aplikasi internet

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengungkap bagaimana Model Asitektur yang sesuai untuk penerapan Smart Mnitoring System untuk mitigasi bencana tanah longsor sesuai dengan UU nomor 44 Tahun 2017 tentang penanganan Bencana Alam di Indonesia.

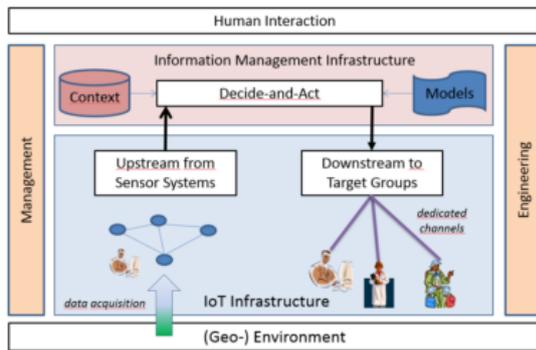
2. Tinjauan Pustaka

Internet of Things (IoT) di definisikan sebagai jaringan yang menghubungkan segala sesuatunya (things) dengan internet menggunakan RFID, Sensor, GPS dan peripheral lainnya untuk mengidentifikasi object, data, lokasi secara otomatis yang digunakan untuk kebutuhan pengguna [4]. Sedangkan [5] memberikan definisi IoT sebagai jaringan yang terdiri dari sensor, mobile device, bangunan, yang saling terkoneksi dalam sebuah jaringan sehingga memungkinkan mereka terhubung satu sama lain. International Communication Union mendefinisikan IoT sebagai berikut:

“Global infrastructure for the information society, enabling advanced services by interconnecting (physical and virtual) things based on existing and evolving interoperable information and communication technologies. Through the exploitation of identification, data capture, processing and communication capabilities, the IoT makes full use of things to offer services to all kinds of applications, whilst ensuring that security and privacy requirements are fulfilled”

Sedangkan dalam pengelolaan bencana, IoT secara fundamental terbukti mampu dapat menjadi solusi dari berbagai bencana alam [6], [3]. IoT menyediakan platform yang dapat diandalkan untuk menyebarluaskan informasi sejak dini untuk keselamatan publik selama bencana sekaligus membantu otoritas keselamatan publik dapat memulai operasi dalam merehabilitasi daerah dan masyarakat yang terkena bencana [5].

Wächter and Usländer didalam [7] juga menjelaskan bahwa teknologi informasi dan komunikasi (ICT) dapat dimanfaatkan untuk mitigasi bencana, mereka mengilustrasikan penggunaan ICT pada Tsunami Warning System (TWS). Namun [6], mengonsentrasikan lebih spesifik kepada manajemen kebencanaan seperti bencana vulkanik, banjir, kebakaran hutan, tanah longsor, gempa bumi, dan bencana yang terjadi di industri, contohnya yaitu penerapan IoT dalam mitigasi bencana tanah longsor yang terbukti sukses adalah ALARAM’s yang diterapkan di inggris sebagai sistem peringatan dini.



Gambar 1 IoT arsitektur pada manajemen kebencanaan

Arsitektur diatas dapat dilihat bagian bagian penting yang saling terhubung satu sama lainnya. Namun secara garis besar dapat dibagi kepada 3 layer [8], yaitu Sensor/information layer layer, Transporter/network layer dan application layer. Sedangkan menurut [9] Arsitektur IoT terdiri dari : Sensing layer, Network layer dan Application layer

Selanjutnya, dari dua hasil penelitian tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut :

2.1 Sensor/information layer

[8] didalam [4] menjelaskan pada bagian pengambilan data dari lingkungan terdapat perangkat fisik yang bertugas mengumpulkan perubahan informasi, dimana informasinya berupa data yang diperoleh dari lingkungan dan objek sekitar. [4] menegaskan perangkat fisik tersebut adalah berupa sensor-sensor, GPS, sensor gateway, sensor network dan RFID.

Sensor digunakan untuk memonitoring keadaan lingkungan sekitar seperti curah hujan, kelembaban udara, temperatur, dan lain sebagainya [10]. Pengembangan penggunaan sensor pada IoT telah beralih kepada teknologi Wireless sensor network (WSN). Dimana WSN adalah kumpulan node sensor yang diatur dalam sebuah jaringan yang dimanfaatkan untuk memonitor objek fisik dan lingkungan. [11] [10]. Beberapa topology yang digunakan dalam teknologi WSN yaitu: Bush Topology, mesh topology, Tree topology, Star topology, Ring topology, Circular Topology, dan Grid topology, (Mildorf & Charvat, n.d. 2012), [11], [13], [14].

2.2 Transporter/Network Layer-

Bagian Transporter/network berfungsi sebagai kanal transmisi dan komunikasi data yang diperoleh dari bagian sensor ragam layer. Pada perangkat IoT, network layer diimplementasikan menggunakan beragam teknologi komunikasi seperti Wi-fi, Zig-be,

Bluetooth, cellular network dll. [9], sedangkan [15] menggunakan wemos D1 Mini wifi board berbasis ESP8266EX.11 sebagai teknologi komunikasinya.

Selain itu [16] menyatakan bahwa modul Wireless ESP 01 yang diproduksi oleh AI Thingker, yang diproduksi oleh Espressif Chinese Manufacturer yang memiliki firmware bawaan pabrik dan mendukung perintah AT-Command. Jadi pada bagian ini lebih kepada network physical object yang menggunakan IP Address untuk koneksi ke internet [2].

2.3 Application Layer

Pada bagian ini, Ovidu vermesan (2015) didalam [4] menyatakan bahwa fungsi application layer yaitu menganalisa dan memproses informasi yang diteruskan oleh bagian network layer sehingga dapat dimanfaatkan oleh pengguna. Pengguna dapat terhubung dengan sistem untuk mendapatkan informasi sesuai dengan yang dibutuhkannya. Tentu saja pada bagian ini membutuhkan data dan aplikasi platform [2]. Seiring dengan itu perkembangan aplikasi mobile berbasis android memungkinkan pengguna berinteraksi dengan sistem melalui aplikasi yang dirancang, sehingga sistem dapat diakses dengan mudah.

Beberapa contoh aplikasi dengan platform android yaitu e-Quake (Earthquake Alert) yang berfungsi untuk early warning system bencana gempa. Juga Aplikasi ANSIM milik korea selatan yang menyediakan layanan informasi curah hujan dan tanah longsor, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2. Aplikasi mobile berbasis IoT
a) Earthquake alert b) EWS Tanah longsor
(<https://play.google.com/store/apps>)

3. Metodologi Penelitian

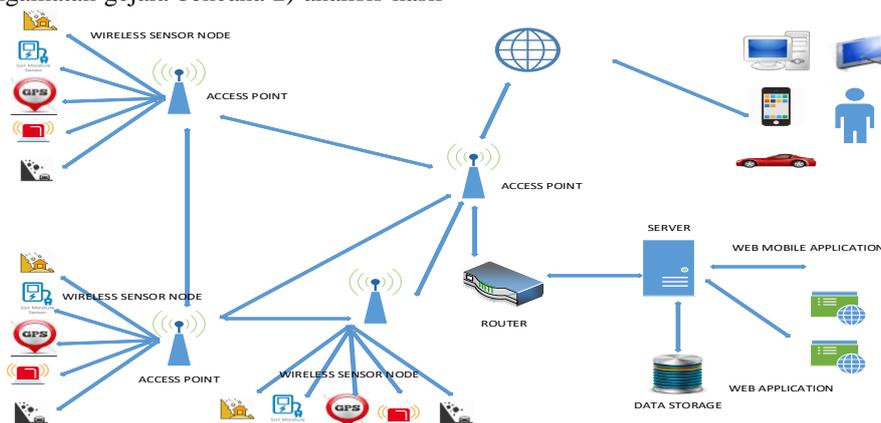
Metode penelitian yang dipakai dalam penulisan ini mengacu kepada Desain Sience Researc Methode (DSRM), Menurut Dilson dan Lilik didalam [17] tahapan DSRM terdiri dari 6 (enam) tahapan, yaitu identifikasi masalah, penetapan tujuan, perancangan,

studi kasus, evaluasi dan komunikasi namun pada penelitian ini hanya sebatas perancangan model arsitektur dimana tahapannya yang lebih spesifik dimulai dari identifikasi masalah dengan melakukan survei studi literature, mengembangkan solusi dengan menganalisis masalah dan Pembuatan model arsitektur berdasarkan UU nomor 24 tahun 2007 tentang penanganan bencana terutama pasal 44 ayat 1 dan 2. Selanjutnya juga ditekankan terhadap perancangan Use case diagram.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil

Berdasarkan tujuan penelitian diatas, maka pada bagian ini akan dideskripsikan hasil penelitian untuk menemukan bagaimana Model Arsitektur yang dirancang sesuai dengan Undang-undang Nomor 24 tahun 2007 pasal 44 ayat 1 dan 2 tentang tahapan penanganan bencana. Arsitektur yang dirancang diupayakan untuk memberikan kontribusi dalam 5 tahapan penanganan bencana sesuai dengan undang-undang tersebut. Adapun tahapan tersebut sebagai berikut: 1) Pengamatan gejala bencana 2) analisis hasil



Gambar 3. Arsitektur model Smart Monitring System bencana tanah longsor

Semua sensor yang dibutuhkan dalam sistem di koneksikan dengan Modul ESP8266 Wemos D1 mini, modul ini merupakan modul Mikrokontroler yang dilengkapi dengan Wifi yang bisa diprogram ulang dengan menggunakan aplikasi arduino IDE, karena arduino IDE telah dapat digunakan untuk modul ESP 8266. Karena modul ini juga sebagai mikro kontroler, maka dapat juga dikoneksikan dengan perangkat input dan output seperti sensor-sensor, GPS, alarm dan sirene.

Pengambilan data dari objek-objek yang di pantau untuk mitigasi bencana tanah longsor adalah:

- Data pergerakan tanah dalam satuan cm/m
- Data kandungan air tanah dalam persen
- Data lokasi pergerakan tanah berbasis posisi dari GPS.

pengamatan bencana 3) pengambilan keputusan oleh pihak berwenang 4) Penyebarluasan informasi tentang peringatan bencana 5) Pengambilan tindakan oleh masyarakat.

Perancangan model mengadopsi hasil penelitian Chandini. K, (2016) dan Sikder et al.,(2018). Selain itu juga dirancang use case diagram untuk memudahkan pemahaman perancangan sistem. Arsitektur model dan use case diagram untuk Smart monitoring tanah longsor dijelaskan lebih lanjut dibawah ini

4.1.1 Sensor Layer

Sensor layer merupakan bagian yang bertugas untuk mengumpulkan data dan informasi dari semua objek yang dibutuhkan dalam sistem Smart monitoring tanah longsor. Berdasarkan analisa kebutuhan sistem maka di dapat kebutuhan objek sebagai berikut:

- Pendeteksi pergerakan tanah
- Pendeteksi kandungan air dalam pada tanah di lokasi rawan tanah longsor
- Pendeteksi jumlah kendaraan di shelter evakuasi
- Pendeteksi curah hujan
- GPS

- Data jumlah kapasitas kendaraan pada setiap shelter

Datayang diperoleh dari sensor dirobah menjadi informasi yang cocok untuk disimpan, dan diproses ditingkat yang lebih tinggi. Selanjutnya seluruh data yang diperoleh diteruskan ke modul ESP8266 untuk dilanjutkan ke bagian Network layer.

4.1.2 Network Layer

Bagian network layer bertugas untuk mengkoneksikan seluruh objek yang telah di deteksi oleh keseluruhan sensor-sensor. Dalam hal ini dibutuhkan beberapa *device* seperti berikut:

- Access Point
- Gateway Device
- Jaringan Internet

4.1.3 Application Layer

Pada bagian Aplikasi, bertugas menganalisa dan memproses informasi yang diteruskan oleh bagian *network layer* sehingga dapat dimanfaatkan oleh pengguna. Berdasarkan analisis berdasarkan kebutuhan pengguna, maka diperlukan sebuah aplikasi mobile yang melayani: 1) *Early Warning System* (EWS), 2) evakuasi system di daerah rawan longsor, baik itu di area lalu lintas rawan longsor maupun di area hunian penduduk yang dilengkapi dengan alarm/sirine maupun *emergency light*.

4.2 Pembahasan

Selanjutnya pada bagian ini akan dijelaskan korelasi antara UU nomor 24 tahun 2007 dengan Model yang telah dirancang, dimana ada 5 tahapan yang akan didiskusikan lebih lanjut

4.2.1 Pengamatan gejala bencana

Sesuai dengan arsitektur yang dirancang maka pengamatan gejala bencana dilakukan secara elektronik dengan memanfaatkan sensor sebagai media pendeteksi perubahan alam dan lingkungan, iklim dan cuaca. Setiap perubahan yang terjadi dari setiap objek pengamatan akan *ter-update* dan terkirim secara *realtime* melalui teknologi *Wireless Sensor Network* yang saling terhubung satu sama lain dalam sebuah jaringan internet.

4.2.2 Analisis hasil pengamatan gejala bencana

Data dan informasi dari hasil pengamatan gejala bencana akan di analisis oleh sistem yang bertugas sebagai sistem pakar elektronik. Bagian ini merupakan tugas dari *Application layer* yang melakukan analisis data yang dikirim oleh sensor-sensor yang terpasang dalam sistem. Pada bagian ini, data baru berupa ab

4.2.3 Pengambilan keputusan oleh pihak berwenang

Pengambilan keputusan secara elektronik juga tugas dari *application layer*. Hasil analisis data dari tahapan sebelumnya ini dijadikan sebagai dasar pengambilan keputusan oleh pihak berwenang.

4.2.4 Penyebarluasan informasi tentang peringatan bencana

Penyebarluasan informasi tentang peringatan dini bencana yang disebut *Early Warning System* (EWS) memberikan informasi kepada pemerintah dan penduduk yang berada di area rawan sebelum terjadinya bencana, sistem ini meningkatkan kewaspadaan masyarakat terhadap bencana yang bisa saja terjadi setiap saat. Dengan adanya EWS dapat mengurangi jatuhnya korban. EWS bekerja berdasarkan data curah hujan, data kandungan air pada tanah, serta data pergerakan tanah di daerah rawan. Alarm serta sirene diperintahkan bekerja oleh Modul

ESP8266 yang bertindak sebagai alat kontrol terintegrasi. Sejalan dengan itu perluasan informasi bukan hanya kepada masyarakat yang menghadapi bencana, namun disebarluaskan secara elektronik ke seluruh lapisan masyarakat melalui aplikasi web berbasis *mobile*

4.2.5 Pengambilan tindakan oleh masyarakat

Tindakan yang diambil oleh masyarakat tentu saja dalam bentuk evakuasi. Sistem evakuasi digunakan untuk memberikan kemudahan evakuasi saat kejadian bencana. Sistem mengarahkan masyarakat ke lokasi shelter dengan bantuan peta elektronik dengan menggunakan *Google map* sebagai penunjuk jalan. Bagi masyarakat pada saat bencana yang berada pada jalur lalu lintas juga di arahkan ke shelter yang terdekat, jika kapasitas kendaraan sudah penuh, maka diarahkan ke shelter lain yang memungkinkan.

5. Kesimpulan

5.1 Simpulan

Penelitian ini telah mengungkap bagaimana model arsitektur IoT dalam pengelolaan bencana di Indonesia, khususnya Sumatera Barat. IoT dapat dimanfaatkan dalam mengurangi resiko bencana tanah longsor sesuai dengan tuntutan UU nomor 44 tahun 2007 tentang penanganan bencana alam yang disimpulkan bahwa Pengamatan gejala bencana dapat memanfaatkan *Wireless Sensor Network* yang merupakan bagian dari IoT, Sedangkan analisis data hasil pengamatan gejala bencana, pengambilan keputusan oleh pihak berwenang dan penyebarluasan informasi serta pengambilan tindakan oleh masyarakat merupakan bagian *application layer* pada IoT. Pada penelitian berikutnya akan dikaji lebih dalam bagaimana perancangan sistem untuk aplikasi bencana tanah longsor.

5.2 Saran

Penulis memberikan saran kepada pihak berwenang dalam hal ini pemerintah khususnya pemerintah daerah di Sumatera Barat agar menyusun langkah kongkrit untuk penanganan bencana dan mengintegrasikan Teknologi informasi khususnya bencana tanah longsor

Daftar Rujukan

- [1] GSMA, "Smart city resilience: learning from the emergency response and coordination in Japan," p. 5, 2013.
- [2] DIAG, "Internet of Things (IoT) for Effective Disaster Management," New Delhi, 2016.
- [3] C. S. Ryu, "IoT-based intelligent for fire emergency response systems," *Int. J. Smart Home*, vol. 9, no. 3, pp. 161–168, 2015.
- [4] Noviardi and Dilson, "Internet Of Things (IoT) Reference Models Dalam membangun Smart Agriculture di Indonesia," *Isbn -978-979-98691-9-7*, vol. 14, no. 3, pp. 1–30, 2016.
- [5] A. Rauniyar *et al.*, "Crowdsourcing-based Disaster Management using Fog Computing in Internet of Things Paradigm," *Proc. - 2016 IEEE 2nd Int. Conf. Collab. Internet*

- Comput. IEEE CIC 2016*, pp. 490–494, 2016.
- [6] P. P. Ray, M. Mukherjee, and L. Shu, “Internet of Things for Disaster Management: State-of-the-Art and Prospects,” *IEEE Access*, vol. 5, no. i, pp. 18818–18835, 2017.
- [7] T. Usländer, “The trend towards the Internet of Things: what does it help in Disaster and Risk Management?,” *Planet@Risk*, vol. 3, no. 1, pp. 140–145, 2015.
- [8] Chandini. K, “A Literature Study on Agricultural Production System Using IoT as Inclusive Technology,” *Int. J. Innov. Technol. Res.*, vol. 4, no. 1, pp. 2727–2731, 2016.
- [9] A. K. Sikder, G. Petracca, H. Aksu, T. Jaeger, and A. S. Uluagac, “A Survey on Sensor-based Threats to Internet-of-Things (IoT) Devices and Applications,” no. February, 2018.
- [10] A. Mangla, A. K. Bindal, and D. Prasad, “Disaster Management in Wireless Sensor Networks: a Survey Report,” *Int. J. Comput. Corp. Res. ISSN (Online)*, vol. 6, no. 3, pp. 2249–54, 2016.
- [11] D. Sharma, S. Verma, and K. Sharma, “Network Topologies in Wireless Sensor Networks: A Review,” *Int. J. Electron. Commun. Technol.*, vol. 4, pp. 93–97, 2013.
- [12] T. Mildorf and K. 2012 Charvat, *ICT FOR AGRICULTURE , RURAL DEVELOPMENT Where we are ? Where we will go ?* .
- [13] H. Garg, “Fast Data Collection in Ring Based Wireless Sensor Network ISSN : 2231-2803,” vol. 20, no. 2, pp. 74–77, 2015.
- [14] E. Aguirre, P. Lopez-Iturri, L. Azpilicueta, J. Astrain, J. Villadangos, and F. Falcone, “Analysis of Wireless Sensor Network Topology and Estimation of Optimal Network Deployment by Deterministic Radio Channel Characterization,” *Sensors*, vol. 15, no. 2, pp. 3766–3788, 2015.
- [15] S. Rukhmode, G. Vyavhare, S. Banot, and A. Narad, “IOT Based Agriculture Monitoring System Using Wemos,” no. March, pp. 14–19, 2017.
- [16] I. Dinata and R. Kurniawan, “Rancang Bangun Prototype Sistem Smart Parking berbasis Arduino dan Pemantauan Smartphone,” *J. Ecotipe*, vol. 4, no. 2, pp. 14–20, 2017.
- [17] Dilson and Noviardi, “Metode DSRM Dalam Pengembangan Aplikasi Penggunaan Alokasi Dana Desa,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 1, no. 3, pp. 217–225, 2017.