



COMMUNITY ENGAGEMENT ARTICLE

Sosialisasi Mitigasi Bencana Gempa Bumi dan Simulasi Teknologi *Internet of Things* (IoT) di Sekolah Madrasah Aliyah Negeri 1 Maluku Tengah

Gazali Rachman¹ | Fredrik Manuhutu² | Jamaludin³ | John Rafafy Batlolona^{4*} | Nurmin⁵ | Hatasudji Risahondua⁶

^{1,2,3,4*} Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pattimura, Kota Ambon, Provinsi Maluku, Indonesia.

^{5,6} Madrasah Aliyah Negeri 1 Maluku Tengah, Kota Ambon, Provinsi Maluku, Indonesia.

Correspondence

^{4*} Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pattimura, Kota Ambon, Provinsi Maluku, Indonesia.
Email: johnrafafybatlolona@gmail.com

Funding information

Universitas Pattimura,

Abstract

The problem in Maluku is about earthquake mitigation and the lack of our young generation or students who master Internet of Things (IoT) technology. The reason why this issue should be a major concern is because Maluku is an earthquake-prone area. Providing understanding about earthquakes and earthquake mitigation is carried out through outreach to schools so that it is hoped that teachers and students will become pioneers who can provide understanding or knowledge about earthquakes and earthquake mitigation for each family and in their respective environments. Apart from that, mastery of IoT technology is very important. This is because IoT is the basis for creating the industrial era 4.0. The lack of knowledge about IoT technology among students in Maluku is a concern in increasing students' knowledge about IoT technology. To overcome this problem, socialization and simulation activities were carried out in schools which were partners in the Community Service Program activities in providing IoT training and the application of IoT in the industrial world. It is hoped that mastering the basic knowledge of IoT technology can support innovative IoT-based learning processes. IoT-based learning provides stimulus for students to carry out various experiments that are more innovative, creative, and independent. Earthquake mitigation socialization activities and IoT technology workshop activities will be carried out at MAN 1 School, Central Maluku.

Keywords

Earthquake Mitigation; Seismicity; Internet of Things; Arduino; ESP8266; ESP32.

Abstrak

Permasalahan di Maluku yaitu tentang mitigasi gempa bumi dan minimnya generasi muda kita atau kaum pelajar yang menguasai teknologi Internet of Things (IoT). Menjadi alasan mengapa persoalan tersebut harus menjadi perhatian utama karena Maluku termasuk dalam wilayah yang rawan gempa. Pemberian pemahaman tentang kegempaan dan mitigasi gempa bumi dilakukan melalui sosialisasi kepada sekolah-sekolah sehingga diharapkan guru beserta peserta didik menjadi pelopor yang dapat memberikan pemahaman atau pengetahuan tentang kegempaan maupun mitigasi gempa bumi bagi setiap keluarga maupun di lingkungan mereka masing-masing. Selain itu, penguasaan teknologi IoT sangat penting. Hal karena IoT merupakan dasar terciptanya era industri 4.0. Minimnya pengetahuan tentang teknologi IoT di kalangan peserta didik di Maluku menjadi perhatian dalam meningkatkan pengetahuan bagi peserta didik tentang teknologi IoT. Dalam mengatasi permasalahan ini, maka dilakukan kegiatan sosialisasi dan simulasi di sekolah yang menjadi mitra dalam kegiatan Program Pengabdian dalam memberikan pelatihan IoT serta penerapan IoT dalam dunia industri. Diharapkan dengan menguasai dasar pengetahuan teknologi IoT dapat menunjang proses pembelajaran yang bersifat inovatif berbasis IoT. Pembelajaran yang berbasis IoT memberikan stimulus kepada siswa dalam melakukan berbagai eksperimen yang lebih inovatif, kreatif dan mandiri. Kegiatan sosialisasi mitigasi gempa bumi dan kegiatan workshop teknologi IoT akan dilakukan di Sekolah MAN 1 Maluku Tengah.

Kata Kunci

Mitigasi Gempa Bumi; Kegempaan; Internet of Things; Arduino; ESP8266; ESP32.

1 | PENDAHULUAN

Pemahaman masyarakat tentang kegempaan, mitigasi bencana gempa bumi sangat penting untuk diketahui dengan alasan bahwa Indonesia termasuk sebagai salah satu wilayah yang rawan terjadinya gempa bumi hingga dapat mengakibatkan terjadinya tsunami (Ayuningtyas *et al.*, 2021). Kepulauan Indonesia memiliki 127 gunung berapi aktif, yang tersebar di empat busur berbeda, termasuk Sunda, Banda, Busur Maluku, dan Sulawesi-Sangihe (Saing *et al.*, 2020). Di Indonesia bagian timur, lempeng utama yang menyebabkan tingginya kegempaan adalah lempeng Australia yang bergerak ke utara-timur laut relatif terhadap Eurasia, dan Lempeng Pasifik yang bergerak ke arah barat relatif terhadap Australia (DeMets *et al.*, 2010). Lempeng Laut Maluku, serta lempeng Sangihe dan Halmahera mempunyai tatanan tektonik yang kompleks dan berinteraksi sehingga tercipta Zona Tabrakan Laut Maluku (Rachman *et al.*, 2022). Secara geografis Maluku terletak pada tiga pertemuan lempeng besar yaitu Pasifik, Indo Australia dan Eurasia. Pada tanggal 26 September 2019, gempa bumi berkekuatan Mw 6,5 dengan frekuensi gempa sudah terjadi 1520 kali terjadi 23 km timur laut Kota Ambon, Indonesia, diikuti oleh berbagai rangkaian gempa susulan terkait dengan reaktivasi jaringan sesar yang kompleks di wilayah Ambon dan Seram (Baskara *et al.*, 2023). Oleh sebab itu menjadikan masyarakat Maluku selalu harus waspada, beradaptasi dan harus mampu untuk memahami atau mengenal tentang kegempaan. Pemahaman tentang mitigasi kegempaan wajib harus diketahui oleh seluruh masyarakat Maluku, namun pada kenyataan bahwa masih banyak masyarakat yang belum mengetahui tentang kegempaan, karakteristik kegempaan hingga mitigasi gempa bumi yang diperlukan jika gempa bumi itu terjadi. Untuk mengenal tentang kegempaan, karakteristik kegempaan hingga mitigasi gempa bumi, maka perlu dilakukan sosialisasi salah satunya melalui sekolah-sekolah agar peserta didik teredukasi tentang kegempaan. Kegiatan mitigasi bertujuan untuk meningkatkan kesiapan masyarakat dan pengurangan risiko bencana jangka panjang, mengurangi jumlah korban, dan dilaksanakan semaksimal mungkin meminimalkan dampak yang terjadi (Nurfalah *et al.*, 2022).

Jepang dan Indonesia merupakan dua negara kepulauan dengan populasi lebih dari 100 juta orang. Keduanya adalah juga terletak di sepanjang Cincin Api Pasifik, yang menjadikannya mereka sangat rentan terhadap bencana alam. Selama sejarah mereka, Jepang dan Indonesia pernah temui kehancuran yang luas sebagai akibat dari berbagai hal bencana alam termasuk kedua bencana geofisika tersebut seperti gempa bumi, tsunami, tanah longsor, letusan gunung berapi, dan bencana hidrometeorologi seperti angin topan, hujan badai, banjir, salju lebat, kekeringan, angin kencang dan gelombang panas. Di antara bencana alam tersebut, ada beberapa umum terjadi di Jepang dan Indonesia, yaitu gempa bumi, letusan gunung berapi, dan tsunami. Jepang menghadapi yang tertinggi risiko tsunami, diikuti oleh Indonesia. Paling baru peristiwa tsunami yang memakan banyak korban jiwa dan menimbulkan kerugian kerusakan parah adalah tsunami Besar Jepang Timur tahun 2011 dan tsunami Samudera Hindia tahun 2004 (Parwanto & Oyama, 2014). Menurut laporan BBC (2011), generasi anak-anak Jepang setelah Gempa bumi Kobe tahun 1995 dituntut untuk memahami mitigasi bencana gempa bumi latihan. Setiap kali alarm berbunyi, anak-anak di sekolah diajarkan untuk mencari perlindungan di bawah meja melindungi diri dari jatuhnya puing-puing dan bahan bangunan. Latihan semacam itu sedang dilakukan setiap bulan. Jika berada di luar gedung, mereka diajarkan untuk segera lari ke tempat terbuka untuk menghindari reruntuhan bangunan dan fasilitas kota lainnya. Departemen Pemadam Kebakaran Jepang juga disediakan peralatan simulasi gempa yang bertujuan untuk mengenalkan anak sekolah sensasi gempa bumi sehingga mereka lebih peka dalam melakukan tindakan penyelamatan diri. Dengan demikian, pemerintah Jepang dapat memastikan bahwa seluruh sekolah di negara tersebut adalah Sekolah Aman Bencana (Al Fayed *et al.*, 2023). Kondisi yang terjadi di Jepang juga dilakukan di Amerika Serikat, dimana selain kurikulum akademis, sekolah menawarkan kurikulum reguler latihan untuk melatih kaum muda dan staf dewasa tentang apa yang harus dilakukan lakukan dalam keadaan darurat atau bencana. Latihan gempa di Amerika Serikat saat ini merekomendasikan tindakan perlindungan “jatuhkan, tutupi, dan tahan” jika terjadi guncangan (Adams *et al.*, 2022). Selain itu, Turki merupakan salah satu negara yang rentan terhadap gempa bumi karena struktur geografisnya. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengambil tindakan yang tepat dan meningkatkan kesadaran masyarakat untuk mengurangi bahaya potensi gempa bumi (Çoban & Göktas, 2022).

Di antara para pionir dalam manajemen bencana, Jepang memegang posisi terdepan, setelah mengalami beberapa bencana dahsyat sepanjang sejarahnya yang diakibatkan oleh akumulasi pengalaman bencana besar, praktik Manajemen Bencana yang sedang berlangsung, dan kebijakan Disaster Management and Disaster Risk Reduction (DRR) yang diterapkan (Mavroulis, *et al.*, 2022). Melalui edukasi kegempaan ini para siswa mampu dalam pengambilan keputusan serta tindakan yang perlu diambil secara cepat saat terjadinya bencana gempa (Özer, 2023). Sosialisasi melalui para peserta didik juga sangat penting sehingga mereka diharapkan dapat menjadi pelopor yang dapat memberikan pemahaman atau pengetahuan tentang kegempaan bagi setiap keluarga maupun di lingkungan mereka masing-masing (Song *et al.*, 2019). Permasalahan lain yang dihadapi khususnya oleh kaum pelajar di Maluku

adalah terlambatnya penyesuaian diri dalam mengikuti perkembangan teknologi berbasis IoT yang berkembang begitu cepat. Kurangnya akses informasi, fasilitas dan ketersediaan sumber daya guru-guru yang sangat minim dalam penguasaan teknologi IoT dalam memberikan informasi ke peserta didik menjadikan salah satu faktor Maluku terlambat dalam penyesuaian maupun mengikuti perkembangan teknologi.

Hal ini menjadi salah satu indikator lemahnya peserta didik kita saat bersaing di tingkat nasional hingga internasional. Pemahaman teknologi IoT merupakan dasar terbentuknya industri 4.0, sehingga penting bagi kaum pelajar untuk memahami *Internet of Things* atau (IoT) (Dhanaraju *et al*, 2022). Konsep Industri 4.0 banyak digunakan di bidang manufacturing, including Mobile Computing, Radio-Frequency Identification (RFID), Cyber-Physical Systems, *Internet of Things* (IoT), Internet of Services, Cloud Computing, Big Data, Augmented Reality, and Virtual Reality, have not been fully harnessed in the CSC (Construction Supply Chain) industry (Cuellar *et al.*, 2023). IoT merupakan sebuah konsep dimana suatu benda atau objek ditanamkan teknologi-teknologi seperti sensor dan software dengan tujuan untuk berkomunikasi, mengendalikan, menghubungkan serta bertukar data melalui perangkat lain selama masih terhubung dengan internet (Sethi & Sarangi, 2017). Teknologi IoT telah diterapkan dalam berbagai bidang mulai dari bidang pertanian, keamanan, militer, dan salah satunya dalam bidang pendidikan (Chataut *et al.*, 2023). Pengetahuan tentang teknologi IoT oleh para peserta didik di Maluku yang masih sangat minim dan hal ini menjadi suatu permasalahan yang perlu di tangani dengan memperkenalkan serta mendemonstrasikan teknologi IoT sederhana menggunakan arduino secara langsung kepada peserta didik. IoT mengacu pada konsep semua jenis objek dan perangkat yang terhubung melalui Internet kabel atau nirkabel. Misalnya di Maluku yang merupakan daerah kepulauan, dimana membuka kemungkinan baru bagi penggunaan IoT di bidang maritime. Hal ini karena memiliki potensi untuk meningkatkan berbagai layanan pengoperasian kapal (Bouhlal *et al.*, 2023).

Popularitas IoT atau *Internet of Things* semakin meningkat pesat, karena teknologi ini digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk komunikasi, transportasi, pendidikan, dan pengembangan bisnis. IoT memperkenalkan konsep hiperkonektivitas yang artinya organisasi dan individu dapat berkomunikasi satu sama lain dari lokasi terpencil dengan mudah. Kevin Ashton menemukan istilah 'IoT' pada tahun 1999 untuk mempromosikan Radio Frequency Identification (RFID), yang mencakup sensor dan aktuator tertanam. Namun, ide awalnya adalah diperkenalkan pada tahun 1960an. Pada masa itu, idenya disebut komputasi pervasif atau tertanam Internet. Ashton memaparkan konsep IoT untuk meningkatkan aktivitas rantai pasokan. Namun beragam fungsionalitas IoT telah membantunya mendapatkan popularitas yang kuat di musim panas 2010 (Tawalbeh *et al.*, 2020). IoT adalah paradigma baru yang memungkinkan komunikasi antara perangkat elektronik dan sensor melalui internet untuk memudahkan kita hidup. IoT menggunakan perangkat pintar dan internet untuk memberikan solusi inovatif terhadap berbagai tantangan dan permasalahan terkait berbagai bisnis, pemerintahan, dan industri publik/swasta di seluruh dunia (Kumar *et al.*, 2019). IoT memungkinkan kita memantau dan mengendalikan dunia fisik dari jarak jauh. IoT mungkin memberikan banyak manfaat bagi organisasi, sama seperti adopsi teknologi lainnya juga dapat menimbulkan risiko yang tidak terduga dan memerlukan transformasi organisasi yang substansial (Brous *et al.*, 2020).

Dalam penanganan permasalahan tersebut, maka bersama tim PKM yang terdiri dari 4 orang yaitu para dosen dari Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Pattimura dibagi menjadi dua tim yaitu bidang kompetensi Fisika Bumi, Geofisika untuk penanganan tentang kegempaan, mitigasi gempa bumi, dan bidang Fisika Instrumentasi, Pendidikan Fisika untuk penanganan tentang teknologi IoT. Penanganan tentang kegempaan dilakukan melalui sosialisasi yang berisi tentang kegempaan terkhususnya karakteristik gempa yang terjadi di Maluku, pemahaman mitigasi bencana gempa yang memberikan hal-hal apa saja yang harus dilakukan apabila terjadinya gempa. Untuk penanganan tentang teknologi IoT dilakukan dengan melakukan simulasi kepada peserta didik. Memperkenalkan prinsip kerja teknologi IoT, penerapan IoT dalam dunia industri, cara membuat rangkaian rangkaian IoT untuk mengontrol perangkat hardware menggunakan sinyal internet, melakukan pengukuran sederhana jarak jauh menggunakan sinyal internet, membuat eksperimen sederhana dengan menerapkan teknologi IoT menggunakan ESP8266. Melalui kegiatan simulasi, maka diharapkan peserta didik memiliki pengetahuan bagaimana merancang serta mengembangkan teknologi IoT sederhana sesuai kebutuhan yang dihadapi masing-masing individu.

2 | METODE

Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat terdiri dari dua tahap utama, yaitu tahap persiapan dan tahap pelaksanaan. Dalam tahap persiapan, langkah-langkah yang dilakukan mencakup persiapan perlengkapan untuk sosialisasi kegempaan dan mitigasi gempa bumi dengan menyiapkan materi yang akan disampaikan kepada guru dan peserta didik. Selain itu, untuk workshop pengenalan teknologi *Internet of Things*

(IoT), materi presentasi disiapkan untuk memperkenalkan konsep IoT beserta komponen-komponen yang terkait. Peralatan atau komponen IoT juga dipersiapkan untuk kegiatan simulasi yang akan dilakukan kepada peserta.

Sementara itu, tahap pelaksanaan kegiatan terbagi menjadi dua bagian. Pertama, pelaksanaan sosialisasi kegemampuan dan mitigasi bencana gempa bumi kepada guru dan peserta didik dilakukan melalui penyampaian materi dengan menggunakan proyektor. Diskusi dua arah antara narasumber dan peserta sosialisasi juga dilakukan setelah penyampaian materi. Kedua, kegiatan simulasi IoT dilakukan kepada siswa dengan langkah-langkah seperti penyampaian materi tentang pengenalan teknologi IoT, pengenalan komponen-komponen IoT yang akan digunakan, demonstrasi perangkat IoT sederhana menggunakan ESP8266 dengan Arduino untuk mengontrol lampu LED melalui handphone Android, dan mendemonstrasikan perangkat IoT sederhana menggunakan ESP32 untuk pengukuran suhu jarak jauh melalui platform ThingSpeak yang memanfaatkan sinyal internet.

Tabel 1. Volume Total Pekerjaan

No.	Nama Pekerjaan	Program	Volume	Ket
1	Sosialisasi kegemampuan	Memberikan sosialisai kegemampuan dan mitigasi gempa bumi kepada guru dan peserta didik	2 JP	
2	Simulasi Teknologi IoT	Penyampaian materi pengenalan teknologi IoT serta penerapannya dalam dunia industri	1 JP	
		Pengenalan komponen-komponen IoT yang digunakan untuk kegiatan simulasi	1 JP	
		Kegiatan pembuatan alat IoT sederhana berbasis Arduino dan ESP8266 yang diarahkan atau dipandu oleh dosen	2 JP	
		Demonstrasikan pembuatan alat IoT sederhana menggunakan ESP32 yang dipandu oleh dosen	2 JP	
Total Volume Kegiatan			8 JP	

Rencana keberlanjutan dari program sosialisai kegemampuan, mitigasi gempa bumi lebih banyak lagi dilakukan di sekolah-sekolah mulai dari sekolah dasar hingga sekolah menengah tingkat atas di seluruh Maluku, sehingga semakin banyak guru dan peserta didik kita teredukasi tentang kegemampuan dan mitigasi gempa bumi. Dari hasil sosialisasi ini diharapkan juga guru dan peserta didik menjadi pelopor yang dapat memberikan pemahaman atau pengetahuan tentang kegemampuan bagi setiap keluarga maupun di lingkungan mereka masing-masing. Selain itu rencana keberlanjutan dari program pengenalan teknologi IoT, adalah dengan meningkatkan kegiatan workshop tentang IoT ke sekolah-sekolah sehingga menjadikan peserta didik lebih kreatif, inovatif dan melakukan eksperimen-eksperimen secara mandiri. Dengan kegiatan workshop IoT yang dilakukan di sekolah-sekolah menjadikan peserta didik untuk secara mandiri mencari informasi tentang IoT dan menjadikan generasi muda di Maluku tidak tertinggal dalam mengikuti perkembangan teknologi IoT. Pemahaman tentang teknologi IoT, sangat penting bagi peserta didik serta guru dalam mempersiapkan generasi muda dalam menghadapi era industri 4.0 yang dapat bersaing secara nasional maupun internasional.

3 | HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

3.1.1 Sosialisasi Kegemampuan dan Mitigasi Gempa Bumi

Kegiatan sosialisai mitigasi gempa bumi dan kegiatan simulasi teknologi IoT dilakukan di Sekolah Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Maluku Tengah sebagai mitra PKM yang terletak di desa Tulehu yang berjarak 20 km dari lokasi kampus Universitas Pattimura Ambon. Tujuan dari Kegiatan PKM yang dilakukan adalah untuk melihat dua permasalahan utama di Maluku, yang pertama kurangnya pemahaman tentang mitigasi bencana gempa bumi dan yang kedua keterlambatan kita terkhususnya kaum pelajar di Maluku dalam mengikuti perkembangan teknologi di era Industri 4.0 yaitu teknologi IoT. Pelaksanaan sosialisasi kegemampuan dan mitigasi gempa bumi dilakukan terhadap parasiswa dan guru Sekolah MAN 1 Maluku Tengah. Kegiatan PKM direspon baik oleh pihak sekolah bagi siswa maupun guru serta kepala sekolah. Kegiatan PKM ini langsung dibuka guru fisika yang ditunjuk oleh kepala sekolah, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



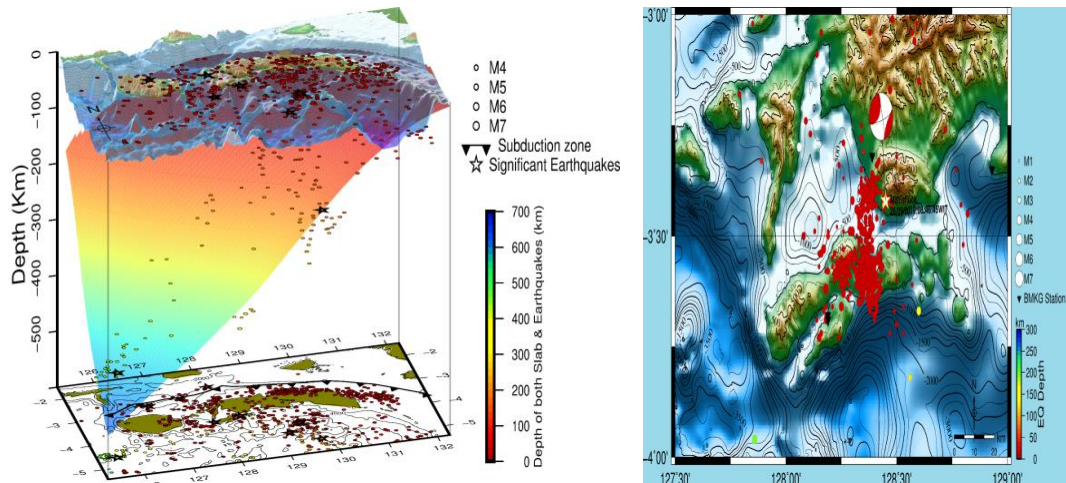
Gambar 1. Kegiatan PKM dibuka Langsung oleh Guru Fisika MAN 1 Maluku Tengah

Kegiatan sosialisasi diikuti oleh 79 siswa dan didampingi oleh 2 guru fisika. Dalam penyampaian sosialisasi ini, siswa diperkenalkan terlebih dahulu tentang peristiwa-peristiwa gempa dan Tsunami yang telah terjadi melalui video-video yang telah di download. Materi ini disampaikan oleh Dr. Gazali Rachman, S.Pd, M.Si yang merupakan ahli geofisika untuk penanganan tentang kegempaan dari Universitas Pattimura dan dipandu oleh Jamaludin S.Pd., M.Sc - Ahli Geofisika Konsentrasi Fisika Batuan. Cuplikan video yang ditampilkan adalah peristiwa Tsunami yang terjadi di Jepang. Penyampaian melalui video ini kepada para siswa sangat penting sehingga siswa dapat menyaksikan secara langsung bagaimana dampak terjadinya Tsunami dan memiliki gambaran terkait dengan peristiwa Tsunami yang diakibatkan oleh gempa bumi. Selanjutnya adalah memaparkan informasi sejarah peristiwa kegempaan dan Tsunami yang pernah terjadi di Maluku dalam bentuk timeline waktu. Informasi sejarah terjadinya peristiwa gempa bumi di Maluku ini sangat penting diketahui oleh para siswa, agar mereka mengetahui bahwa tempat dimana mereka tinggal merupakan tempat yang dikategorikan cukup rawan akan terjadinya peristiwa tersebut.



Gambar 2. Penyampaian Materi oleh Dr. Gazali Rachman, S.Pd, M.Si yang Merupakan Ahli Geofisika

Dari informasi sejarah terjadinya gempa bumi dan Tsunami, maka siswa mulai mengerti bahwa Maluku pernah dilanda peristiwa Tsunami pada masa lampau. Pemaparan selanjutnya adalah menyampaikan kepada siswa peta lokasi atau titik-titik dimana sering terjadi gempa bumi di Maluku. Selain dijelaskan bagaimana terjadinya Tsunami dan bagaimana tanda-tanda apabila akan terjadinya Tsunami. Dengan memahami tanda-tanda akan terjadinya Tsunami, maka mereka dapat bertindak dalam penyelamatan diri dan orang disekitar mereka. Setelah menjelaskan tentang gejala atau tanda - tanda terjadinya Tsunami, maka memberikan pemaparan apa saja yang harus dilakukan oleh setiap orang apabila akan terjadinya Tsunami maupun terjadinya gempa bumi. Dijelaskan juga saat terjadinya gempa bumi, bagaimana melakukan penyelamatan diri apabila berada di dalam sebuah gedung maupun diluar gedung. Dengan memahami hal-hal tersebut, maka dengan sendirinya tindakan yang akan dilakukan dapat meminimalisir korban karena tindakan yang dilakukan dengan benar dan tepat. Berikut ditampilkan Gempa Maluku khususnya Ambon dan Seram 2019 yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. (a) Profil 3-D gempa Ambon dan Seram dalam 10 tahun terakhir, (b) Profil 2-D gempa tahun 2019, sumber gempa dari BMKG

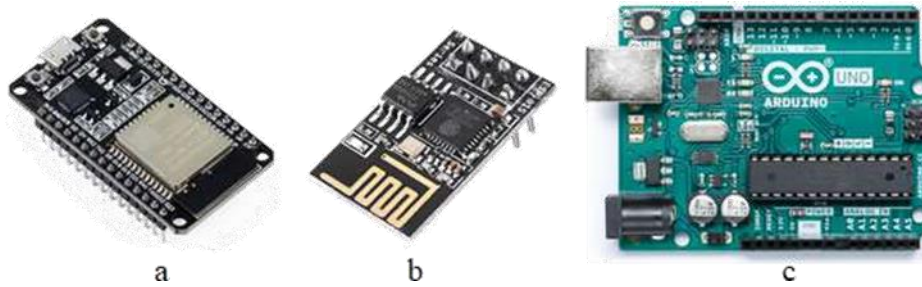
3.1.2 Pengenalan IoT

Dalam penyampaian simulasi IoT, siswa diperkenalkan sejarah perkembangan IoT, manfaat serta penerapan dari teknologi IoT dalam berbagai bidang, memperkenalkan perangkat atau komponen-komponen dalam membuat IoT yang sederhana, dan membuat/merakit IoT sederhana. Materi ini disampaikan oleh Fredrik Manuhutu, S.Si, M.Sc yang merupakan ahli Fisika Instrumentasi. Pengenalan IoT dimulai dengan memperkenalkan sejarah perkembangan IoT, manfaat serta penerapan dari teknologi IoT dalam berbagai bidang, memperkenalkan perangkat atau komponen-komponen dalam membuat IoT yang sederhana, dan membuat/merakit IoT sederhana. Pengenalan sejarah IoT dimulai dengan menjelaskan perkembangan secara timeline perkembangan industri yang dimulai dari perkembangan revolusi industri 1.0 hingga perkembangan revolusi industri 4.0. Terkait dengan pemaparan sejarah perkembangan IoT, maka dititikberatkan pada pemaparan materi yang lebih mendalam di era revolusi industri 3.0 dan 4.0.



Gambar 4. Penyampaian Materi oleh Fredrik Manuhutu, S.Si, M.SC. yang merupakan ahli Fisika Instrumentasi

Setelah memaparkan tentang sejarah perkembangan teknologi IoT, dilanjutkan dengan menjelaskan manfaat atau penggunaan IoT dalam berbagai bidang antaralain misalnya bidang pertanian, pertanahan, energi, lingkungan, transportasi, pendidikan dan sebagainya. Pemaparan yang disampaikan disertai dengan video yang telah diunduh sehingga siswa dapat menyaksikan secara langsung penerapan teknologi IoT tersebut secara langsung dan diharapkan mereka menjadi tertarik dan ingin belajar tentang teknologi IoT. Setelah memaparkan pemanfaatan teknologi pada berbagai bidang, maka selanjutnya adalah memperkenalkan beberapa komponen yang digunakan dalam membangun IoT sederhana yang dapat dibuat secara mandiri. Pengenalan komponen-komponen ini sangat penting dilakukan agar para siswa memahami dan mengetahui komponen-komponen apa saja yang digunakan, bagaimana perolehan komponen tersebut dengan harga komponen yang sangat terjangkau. Komponen-komponen yang diperkenalkan antara lain modul ESP32, modul ESP8266, Arduino Uno yang merupakan komponen utama dalam membangun IoT sederhana. Bentuk ketiga komponen tersebut seperti pada Gambar 5.

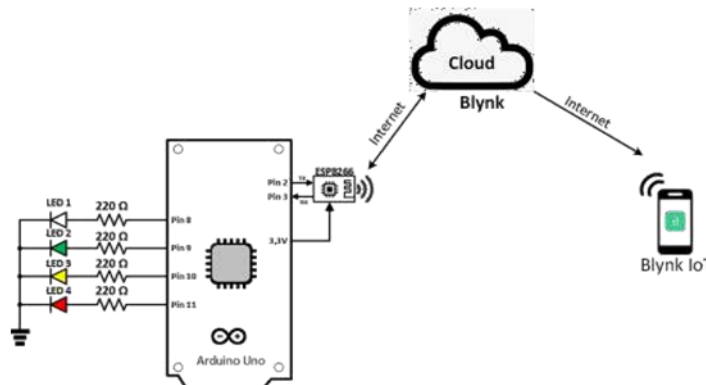


Gambar 5. Komponen dalam Membangun IoT Sederhana, a). Modul ESP32, b). Modul ESP8266, c). Arduino Uno

Pengenalan ketiga komponen tersebut yang dijelaskan kepada para siswa adalah dengan menjelaskan penggunaan setiap pin/kaki komponen, dan menjelaskan spesifikasi yang dimiliki setiap komponen. Setelah dilakukan pengenalan komponen-komponen IoT yang akan digunakan untuk kegiatan mendemonstrasikan proses perakitan teknologi IoT langsung kepada para siswa. Terdapat 2 project perakitan IoT yang akan di demonstrasikan yaitu mengontrol lampu LED dari jarak jauh menggunakan handphone android dan mengukur suhu menggunakan sensor suhu dan ditampilkan pada platform thingspeak.

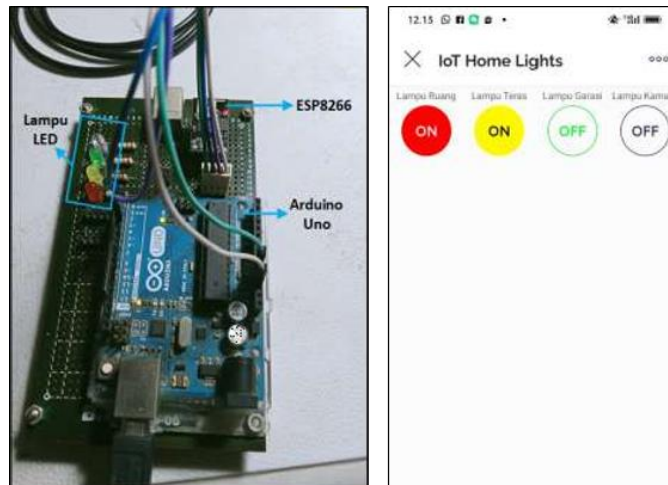
3.1.3 Kontrol Lampu LED Berbasis ESP8266 dan Blynk IoT

Perakitan untuk mengontrol lampu LED menggunakan menggunakan handphone android membutuhkan perangkat antara lain Arduino Uno, modul ESP8266, lampu LED. Sedangkan platform atau aplikasi yang digunakan pada handhone untuk mengontrol lampu LED digunakan aplikasi Blynk IoT. Proses perakitan IoT untuk mengontrol lampu LED mengikuti diagram rangkaian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Sistem Akuisisi Data Kontrol Lampu LED

Hasil perakitan modul ESP8266 dan Arduino Uno ditunjukkan seperti pada Gambar 8 proses perakitan mengikuti rangkaian yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Perakitan Kontrol lampu LED menggunakan Blynk IoT

Setelah selesai melakukan perakitan pada bagian perangkat keras, selanjutnya adalah membangun perangkat software menggunakan aplikasi Blynk IoT. Selama proses untuk membangun perangkat software ini, para siswa dituntun secara perlahan mulai dari proses pendaftaran untuk memiliki akun pada aplikasi Blynk IoT, memperkenalkan bagian-bagian dari aplikasi Blynk IoT, hingga langkah-langkah dalam membuat tampilan seperti pada Gambar 8. Setelah aplikasi IoT dibangun tampilannya, perlu juga membuat program pada Arduino untuk perangkat keras dimana Arduino yang terhubung dengan ESP8266 dapat menangkap sinyal internet/WIFI sesuai SSID dan password yang diberikan serta memasukkan token number yang terdapat pada aplikasi Blynk IoT yang telah diperoleh. Setelah dibuat program Arduino, selanjutnya program tersebut di upload ke Arduino menggunakan aplikasi IDE Arduino.

3.1.4 Pengukuran Suhu Berbasis ESP32 dan ThingSpeak

Pengukuran suhu berbasis ESP32 menggunakan platform ThingSpeak adalah pengukuran suhu jarak jauh menggunakan sensor suhu dan sinyal dari hasil pengukuran dikirim dengan memanfaatkan sinyal internet melalui platform ThingSpeak. Untuk membuat perangkat pengukuran suhu berbasis ESP32 dibutuhkan modul ESP32, sensor waterproof LM35 dan baterai 9V. Sensor LM35 waterproof memiliki 3 pin yang terdiri dari tegangan sumber sebesar 5V, GND dan tegangan keluaran (Vout). Vout LM35 dihubungkan dengan masukan analog pin pada pin 35 ESP32. Modul WIFI yang terdapat pada ESP32 mengirimkan data pengukuran ke laptop melalui sinyal internet yang ditampilkan melalui platform ThinkSpeak. Hasil perakitan dan hasil pengukuran yang ditampilkan oleh ThingSpeak. Setelah menyelesaikan sesi ke 2 yaitu IoT, maka ada beberapa pertanyaan yang diajukan oleh siswa yang mewaliki berisan setiap kelompok. Permasalahan yang sampaikan siswa agak unik adalah terkait dengan Gempa Maluku yang terjadi Tahun 2019. Dimana gempa terjadi 1520 kali akan tetapi wilayah Maluku khususnya Ambon dan Seram tetap baik-baik saja sekalipun ada beberapa rumah yang retak tetapi tidak terjadi Tsunami. Pertanyaan kritis ini disampaikan bagi para pemateri dan dijawab dengan baik. Selain itu juga ada dua siswa yang bertanya terkait IoT sampai sejauh mana perkembangannya di Indonesia bahkan di Maluku. Pertanyaan yang lain yaitu, IoT dalam pembelajaran apakah dimungkinkan atau untuk dunia medis, perikanan dan pertanian di Maluku apakah dapat digunakan teknologi IoT. Siswa dan guru juga berharap teknologi IoT terus dipraktekan di sekolah mereka oleh para pemateri yang datang agar mereka belajar teknologi tersebut. Siswa dan guru bebitu antusias mendengar pemaparan materi hingga sampai saat diskusi. Mereka menyadari bahwa IoT merupakan hal baru bagi mereka dan penjelasan terkait kegempaan Maluku menjadi informasi dan pengetahuan yang baik bagi mereka. Dimana saat gempa apa yang harus mereka lakukan dan menghindar saat gempa.



Gambar 8. Tanya jawab oleh Beberapa Siswa Terkait Kegempaan dan IoT

3.2 Pembahasan

Secara umum pulau-pulau di Provinsi Maluku mempunyai kemiringan yang curam topografi dan panjang garis pantai yang mempunyai potensi untuk bencana alam sekunder termasuk tanah longsor dan tsunami akibat gempa bumi. Oleh karena itu, penelitian tentang perilaku seismik merupakan upaya penting dalam mitigasi bencana yang disebabkan oleh gempa bumi (Setiawan *et al.*, 2023). Dalam 100 tahun terakhir, sejarah tektonik Gempa bumi disertai tsunami yang terjadi di Indonesia sebesar 25-30% terjadi di wilayah tersebut Laut Maluku dan Laut Banda (Kondo *et al.*, 2021). Sejarah gempa Maluku diawali pada 17 Februari 1674, Saat bulan bersinar terang antara jam 19.30 dan jam 20.00 terjadi sebuah gempa bumi yang sangat keras yang melanda seluruh Pulau Ambon dan pulau-pulau di sekitarnya. Guncangan gempa berlanjut tanpa henti sepanjang malam dan pada hari berikutnya diikuti oleh suara menderu seperti tembakan meriam. Guncangan pertama adalah yang terkuat. Di Ambon, seluruh kawasan pecinan rata dengan tanah. Rumah-rumah yang terbuat dari batu dan gereja mengalami banyak retakan sehingga tidak bisa digunakan lagi. 79 orang Cina dan 7 orang Eropa meninggal

tertimpa runtuh bangunan. Segera sesudah terjadi gempa bumi gelombang pasang terjadi di seluruh pesisir Pulau Ambon. Pesisir Utara di Semenanjung Hitu menderita kerusakan yang paling parah, terutama di daerah Ceyt di antara Negeri Lima dan Hile. Di daerah ini air naik setinggi 40-50 toises. Ketinggian air ini sama dengan ketinggian puncak perbukitan di kawasan pesisir ini." Catatan ini ditulis oleh Rumphius seorang ilmuwan asal Eropa yang menetap di Ambon pada abad ke-17. Tiba di Ambon duapuluh tahun sebelumnya, Rumphius menjadi salah satu saksi bencana besar yang melanda Ambon masa itu. Gempa malam itu yang terjadi bertepatan dengan suasana perayaan tahun baru Cina yang berlangsung cukup meriah di sekitar pasar. Korban tercatat mencapai lebih dari 2.300 jiwa, termasuk istri dan anak Rumphius. Catatan sang ilmuwan ini merupakan sebagian dari catatan paling awal terkait bencana di Maluku. Informasi tentang bencana di Maluku memang datang dari sumber-sumber yang ditulis oleh para pendatang asal Eropa. Sebelum kedatangan orang-orang Eropa tidak ada catatan dari sumber-sumber setempat yang menjelaskan mengenai bencana. Arsip tertua yang menyebutkan mengenai bencana di wilayah Maluku ditulis pada tahun 1608 dan 1612 dan menjelaskan mengenai gempa yang terjadi di Banda (Ririmasse, 2015).

Gempa tahun 1674 yang direkam oleh Rumphius tergolong salah satu bencana yang paling merusak dan tinggi dari segi korban yang pernah terjadi di Maluku pada masa lalu. Selain merusak Kota Ambon dan benteng-benteng utama, dampak gempa ini juga menimbulkan Tsunami yang menyapu seluruh pesisir utara Pulau Ambon. Mengacu pada sumber historis, di beberapa titik seperti Seit, air pasang datang dengan ketinggian yang mencapai 80 meter. Implikasi gempa besar ini tidak hanya dirasakan di Ambon, namun meluas ke pulau-pulau di sekitarnya seperti Seram, Haruku, Buru, Ambalau, Kelang, Manipa hingga Buano. Di Pulau Ambon saja saat itu, korban mencapai lebih dari 2.300 jiwa. Bencana besar lain yang dicatat dalam sejarah di Maluku adalah gempa besar yang terjadi tahun 1754. Gempa masif ini terjadi hampir sebulan lamanya. Mulai tanggal 18 Agustus 1754 hingga 11 September 1754. Gempa ini termasuk salah satu peristiwa gempa yang direkam dengan rinci di masa lalu. Hampir seluruh Kota Ambon rata dengan tanah. Benteng Victoria mengalami kerusakan parah dan harus memerlukan waktu hingga lebih dari 30 tahun untuk perbaikan. Dengan kondisi yang ibarat membangun benteng baru, maka nama benteng ini juga diubah dari Victoria menjadi Nieuw Victoria yang artinya Victoria Baru, nama yang menjadi penanda bencana masa lalu. Gempa besar yang melanda Ambon terjadi terakhir kali pada 17 Januari 1898 dan merusak sebagian besar bangunan yang ada di kota ini (Ririmasse, 2015).

Gempa bumi tektonik dapat menimbulkan bencana baik secara langsung maupun tidak langsung, hal ini sangat bergantung pada besaran magnitudo yang ditimbulkan pada saat gempa terjadi. Hal ini dapat menjelaskan mengapa gempa bumi besar yang terjadi secara bersamaan dalam 21 tahun terakhir di wilayah Maluku berpotensi menimbulkan tsunami (Watkinson & Hall, 2017). Maluku merupakan daerah yang rawan gempa dan mempunyai pusat gempa yang berpusat di Palung Laut Banda. Hal ini harus diwaspadai dan diberikan mitigasi secara berkala oleh masyarakat Maluku. Untuk memprediksi apakah gempa yang terjadi dapat menimbulkan bencana tsunami atau tidak, bergantung pada besarnya gempa yang ditimbulkan dan mempunyai kedalaman yang dangkal. Gempa bumi disebabkan oleh pelepasan energi secara tiba-tiba dari dalam bumi sehingga mengeluarkan gelombang seismik. Parameter yang digunakan untuk mengetahui kegempaan gempa adalah skala energi, skala magnitudo, skala intensitas, sebaran gempa, dan riwayat gempa di Maluku. Dalam hal ini skala intensitas menunjukkan tingkat kerusakan dan percepatan yang ditimbulkan akibat gempa. Parameter tersebut juga dapat memberikan gambaran secara langsung maupun tidak langsung mengenai dampak dari setiap kejadian gempa bumi di suatu lokasi (Souisa *et al.*, 2023). Hasil pemantauan gempa bumi di Maluku yang dilakukan BMKG Stasiun Ambon menunjukkan aktivitas gempa bumi tergolong sangat aktif sejak tahun 2000. Dengan demikian, informasi tektonik yang diperoleh dari BMKG sangat membantu peneliti untuk menilai tingkat gempa. risiko bencana gempa bumi di wilayah penelitian potensi tsunami. Data BMKG dapat mengetahui tingkat risiko gempa bumi selama 21 tahun dengan kekuatan di atas 3,5 Skala Richter (SR). Dari data gempa tersebut dilakukan analisis tingkat risiko bencana di daerah penelitian apakah memicu potensi tsunami (Hutchings & Mooney, 2021).

Earthquake early warning systems (EEWS) atau Sistem peringatan dini gempa telah dikembangkan di negara maju. Hal ini sangat penting untuk menyelamatkan nyawa di daerah rawan gempa daerah. Dalam studi Abdalzaher mengeksplorasi potensi IoT dan infrastruktur cloud dalam mewujudkan keberlanjutan EEWS yang mampu memberikan peringatan dini kepada masyarakat dan mengkoordinasikan tanggap bencana upaya. Untuk mencapai tujuan tersebut, kami memberikan gambaran tentang konsep dasar gelombang seismic dan pemrosesan sinyal terkait. Kami kemudian menyajikan diskusi rinci tentang EEWS yang mendukung IoT, termasuk penggunaan jaringan IoT untuk melacak tindakan yang diambil oleh berbagai organisasi EEWS dan infrastruktur cloud untuk mengumpulkan data, menganalisisnya, dan mengirimkan alarm bila diperlukan (Abdalzaher *et al.*, 2023). Di sisi lain, perkembangan baru dalam artificial intelligence (AI) dan IoT telah menunjukkan potensi yang menjanjikan untuk memberikan lebih banyak wawasan dan prediksi. Jadi, ini artikel mengulas penggunaan Model berbasis AI dan teknologi berbasis IoT untuk prediksi gempa bumi (Pwavodi *et al.*, 2024). Kemajuan teknologi perangkat keras dan perangkat lunak memungkinkan untuk digunakan smartphone atau IoT untuk memantau lingkungan secara realtime. Dalam beberapa tahun terakhir, banyak upaya telah dilakukan untuk mengembangkan sistem peringatan dini gempa bumi berbasis ponsel pintar, dimana sensor akselerasi berbiaya rendah di dalam ponsel pintar

digunakan untuk menangkap sinyal gempa (Lee *et al.*, 2019). Beberapa data di atas, maka perlu adanya teknologi yang dalam mendeteksi gempa misalnya penggunaan IoT dimasa depan.

Berdasarkan kegiatan PKM yang telah dilakukan di Sekolah Madrasah Aliyah Negeri 1 Maluku Tengah, untuk rencana tahapan berikutnya.

1) Sosialisasi Mitigasi Bencana Gempa Bumi.

Perlu ditingkatkan sosialisasi mitigasi bencana gempa bumi ke sekolah-sekolah mulai dari sekolah dasar hingga sekolah menengah tingkat atas di Maluku. Perlu adanya kerjasama dengan pemerintah daerah atau dinas terkait dimasukkan mitigasi bencana gempa bumi ini dapat dimasukkan ke dalam kurikulum di sekolah sehingga pemahaman seluruh siswa di Maluku memiliki pemahaman tentang mitigasi bencana gempa bumi dan juga para siswa tersebut sebagai pelopor yang dapat memberikan pemahaman atau pengetahuan kegemampuan terhadap keluarga maupun di lingkungan mereka masing-masing.

2) Pengenalan Teknologi *Internet of Things* Pengenalan teknologi *Internet of Things* perlu ditingkatkan di sekolah-sekolah di Maluku dimulai dari sekolah tingkat pertama hingga sekolah tingkat atas. Hal ini sangat penting karena saat ini sudah masuk pada era industri 4.0 dan kedepannya akan masuk pada era industri 5.0, yang mana teknologi *Internet of Things* merupakan bagian dari era industri 4.0, sehingga anak muda di Maluku memiliki pengetahuan yang dapat bersaing dalam bidang teknologi IoT secara Nasional maupun Internasional.

4 | KESIMPULAN

Kegiatan sosialisasi mitigasi bencana gempa bumi dan pengenalan teknologi *Internet of Things* yang telah dilakukan di sekolah Madrasah Aliyah Negeri 1 Maluku Tengah dapat disimpulkan: 1) Pelaksanaan sosialisasi mitigasi bencana gempa bumi maupun pengenalan teknologi IoT yang dilakukan dalam bentuk demonstrasi alat memberikan pengetahuan yang baru bagi para siswa setempat; 2) Perlu adanya simulasi/tindakan yang dilakukan saat menghadapi terjadinya gempa bumi atau alarm akan terjadinya Tsunami yang dilakukan secara berkala; 3) Perlu adanya pendampingan kepada guru dan para siswa untuk memahami lebih dalam tentang teknologi IoT 7.2. Adapun saran yang dapat diberikan yaitu pihak sekolah perlu menindak lanjuti kegiatan sosialisasi kegemampuan dan pengenalan teknologi *Internet of Things* ini kepada siswa dengan selalu memberikan stimulan dan melakukan kegiatan sosialisasi secara berkala atau berulang dengan menyusun panduan untuk melakukan simulasi dalam menghadapi bencana gempa atau Tsunami dan panduan praktikum dalam membangun teknologi IoT yang telasi di demonstrasikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kepada pimpinan FKIP Universitas Pattimura Prof. Dr. I. H. Wenno, S.Pd., M.Pd yang telah membiayai program pengabdian kepada masyarakat (PKM) dalam skim program pembelajaran dan pemberdayaan masyarakat (PPM) tahun 2023 dengan SK Nomor 1988/UN13/SK/2023 dengan Tim PKM yaitu Dr. Gazali Rachman, S.Pd., M.Si, Jamaludin, S.Pd, M.Sc., Fredrik Manuhutu, S.Si, M.Sc., dan John R. Batlolona, S.Pd., M.Pd.

REFERENSI

- Abdalzaher, M. S., Krichen, M., Yiltas-Kaplan, D., Ben Dhaou, I., & Adoni, W. Y. H. (2023). Early detection of earthquakes using IoT and cloud infrastructure: A survey. *Sustainability*, 15(15), 1–38. DOI: 10.3390/su151511713.
- Adams, R. M., Tobin, J., Peek, L., Breeden, J., McBride, S., & de Groot, R. (2022). The generational gap: Children, adults, and protective actions in response to earthquakes. *Australasian Journal of Disaster and Trauma Studies*, 26(2), 67–82.
- Al Fayed, M. A., Maarif, S., Syamsunaser, S., Widodo, P., Kusuma, K., & Ihsan, M. (2023). Implementation of the disaster risk reduction program in Japan as an effort for disaster risk reduction in Indonesia. *International Journal of Humanities, Education, and Social Sciences*, 3(1), 248–256. DOI: 10.55227/ijhess.v3i1.587.
- Ayuningtyas, D., Windiarti, S., Sapohan Hadi, M., Fasrini, U. U., & Barinda, S. (2021). Disaster preparedness and mitigation in Indonesia: A narrative review. *Iranian Journal of Public Health*, 50(8), 1536–1546. DOI: 10.18502/ijph.v50i8.6799.

- Baskara, A. W., et al. (2023). Aftershock study of the 2019 Ambon earthquake using moment tensor inversion: Identification of fault reactivation in northern Banda, Indonesia. *Earth, Planets, and Space*, 75(1), 1–23. DOI: 10.1186/s40623-023-01860-1.
- Bouhhal, A., Abdelouahed, R. A. I. T., Marzak, A., & Meriem, B. (2023). Proposal to evaluate the integration of IoT technologies in the maritime domain. *Procedia Computer Science*, 220, 1057–1064. DOI: 10.1016/j.procs.2023.03.148.
- Brous, P., Janssen, M., & Herder, P. (2020). The dual effects of the Internet of Things (IoT): A systematic review of the benefits and risks of IoT adoption by organizations. *International Journal of Information Management*, 51, 1–17. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.008.
- Chataut, R., Phoummalayvane, A., & Akl, R. (2023). Unleashing the power of IoT: A comprehensive review of IoT applications and future prospects in healthcare, agriculture, smart homes, smart cities, and Industry 4.0. *Sensors*, 23(16), 1–19. DOI: 10.3390/s23167194.
- Çoban, M., & Göktaş, Y. (2022). Which training method is more effective in earthquake training: Digital game, drill, or traditional training? *Smart Learning Environments*, 9(1), 1–24. DOI: 10.1186/s40561-022-00202-0.
- Cuellar, S., Grisales, S., & Castaneda, D. I. (2023). Constructing tomorrow: A multifaceted exploration of Industry 4.0 scientific, patents, and market trend. *Automation in Construction*, 156, 1–19. DOI: 10.1016/j.autcon.2023.105113.
- DeMets, C., Gordon, R. G., & Argus, D. F. (2010). Geologically current plate motions. *Geophysical Journal International*, 181(1), 1–80. DOI: 10.1111/j.1365-246X.2009.04491.x.
- Dhanaraju, M., Chenniappan, P., Ramalingam, K., Pazhanivelan, S., & Kaliaperumal, R. (2022). Smart farming: Internet of Things (IoT)-based sustainable agriculture. *Agriculture*, 12(10), 1–26. DOI: 10.3390/agriculture12101745.
- Hutchings, S. J., & Mooney, W. D. (2021). The seismicity of Indonesia and tectonic implications. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 22(9), 1–42. DOI: 10.1029/2021GC009812.
- Kondo Lembang, F., Sinay, L. J., & Irfanullah, A. (2021). ARFIMA modelling for tectonic earthquakes in the Maluku Region. *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*, 5(1), 39–49. DOI: 10.29244/ijsa.v5i1p39-49.
- Kumar, S., Tiwari, P., & Zymbler, M. (2019). Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: A review. *Journal of Big Data*, 6(1), 1–21. DOI: 10.1186/s40537-019-0268-2.
- Lee, J., Khan, I., Choi, S., & Kwon, Y. W. (2019). A smart IoT device for detecting and responding to earthquakes. *Electronics*, 8(12), 1–19. DOI: 10.3390/electronics8121546.
- Mavroulis, S., et al. (2022). Emergency response, intervention, and societal recovery in Greece and Turkey after the 30th October 2020, MW = 7.0, Samos (Aegean Sea) earthquake. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 20(14), 7933–7955. DOI: 10.1007/s10518-022-01317-y.
- Nurfalah, I., Maryanti, R., Wulandary, V., & Irawan, A. R. (2022). Earthquake disaster mitigation explanation to prepare a disaster response generation for students in 3th-grade of elementary school. *ASEAN Journal of Science and Engineering Education*, 2(2), 147–152. DOI: 10.17509/ajsee.v2i2.38687.
- Özer, M. (2023). Education policy actions by the Ministry of National Education after the earthquake disaster on February 6, 2023 in Türkiye. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2), 219–232. DOI: 10.14686/buefad.1261101.
- Parwanto, N. B., & Oyama, T. (2014). A statistical analysis and comparison of historical earthquake and tsunami disasters in Japan and Indonesia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 7, 122–141. DOI: 10.1016/j.ijdr.2013.10.003.
- Pwavodi, J., Ibrahim, A. U., Pwavodi, P. C., Al-Turjman, F., & Mohand-Said, A. (2024). The role of artificial intelligence and IoT in prediction of earthquakes: Review. *Artificial Intelligence in Geosciences*, 5(1), 1–19. DOI: 10.1016/j.aiig.2024.100075.

- Rachman, G., *et al.* (2022). Seismic structure beneath the Molucca Sea collision zone from travel time tomography based on local and regional BMKG networks. *Applied Sciences*, 12(20), 1–21. DOI: 10.3390/app122010520.
- Ririmasse, M. (2015). Bencana masa lalu di Kepulauan Maluku: Pengetahuan dan pengembangan bagi studi arkeologi. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Arkeologi*, 32, 93–110.
- Saing, U. B., *et al.* (2020). First characterization of Gamkonora gas emission, North Maluku, East Indonesia. *Bulletin of Volcanology*, 82(5), 1–11. DOI: 10.1007/s00445-020-01375-7.
- Sethi, P., & Sarangi, S. R. (2017). Internet of Things: Architectures, protocols, and applications. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, *1–25. DOI: 10.1155/2017/9324035.
- Setiawan, Y., Fathani, T. F., & Faris, F. (2023). Seismic hazard assessment in Maluku Province using PSHA. *INERSIA Informasi dan Ekspose Hasil Risiko Teknik Sipil dan Arsitektur*, 19(2), 223–232. DOI: 10.21831/inersia.v19i2.66790.
- Song, Y., Xie, K., & Su, W. (2019). Mechanism and strategies of post-earthquake evacuation based on cellular automata model. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 34, 220–231. DOI: 10.1016/j.ijdr.2018.11.020.
- Souisa, M., Sapulete, S. M., & Siahaya, L. A. (2023). Earthquake disaster risk analysis for mitigation efforts in Seram and Buru Islands, Maluku. *Journal of Research in Science, Mathematics and Technology Education*, 9(7), 5310–5316. DOI: 10.29303/jppipa.v9i7.3762.
- Tawalbeh, L., Muheidat, F., Tawalbeh, M., & Quwaider, M. (2020). IoT privacy and security: Challenges and solutions. *Applied Sciences*, 10, 1–17.
- Watkinson, I. M., & Hall, R. (2017). Fault systems of the eastern Indonesian triple junction: Evaluation of Quaternary activity and implications for seismic hazards. *Geological Society, Special Publications*, 441(1), 71–120. DOI: 10.1144/SP441.8.

How to cite this article: Rachman, G., Manuhutu, F., Jamaludin, Batlolona, J. R., Nurmin, & Risahondua, H. (2024). Sosialisasi Mitigasi Bencana Gempa Bumi dan Simulasi Teknologi Internet of Things (IoT) di Sekolah Madrasah Aliyah Negeri 1 Maluku Tengah. *AJAD : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 136–147. <https://doi.org/10.59431/ajad.v4i1.300>.