

**RANCANG BANGUN *EARLY WARNING SYSTEM*
BENCANA TANAH LONGSOR BERBASIS SENSOR
*INCREMENTAL ROTARY ENCODER, INTERNET OF
THINGS, DAN SMS GATEWAY***

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



disusun oleh :

Dyah Imas Cholidina

17106020014

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2021**



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1138/Un.02/DST/PP.00.9/07/2021

Tugas Akhir dengan judul : Rancang Bangun Early Warning System Bencana Tanah Longsor Berbasis Sensor Incremental Rotary Encoder, Internet of Things, dan SMS Gateway

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : DYAH IMAS CHOLIDINA
Nomor Induk Mahasiswa : 17106020014
Telah diujikan pada : Jumat, 02 Juli 2021
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 60e5276c089b



Penguji I
Dr. Widayanti, S.Si. M.Si.
SIGNED

Valid ID: 60e5934ead97



Penguji II
Dr. Tha'qibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 60e59a32a9b2



Yogyakarta, 02 Juli 2021
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Dra. Hj. Kherul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 60e544186529

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dyah Imas Cholidina

NIM : 17106020014

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "*RANCANG BANGUN EARLY WARNING SYSTEM BERBASIS SENSOR INCREMENTAL ROTARY ENCODER, INTERNET OF THINGS, DAN SMS GATEWAY*" merupakan hasil penelitian pribadi yang tidak mengandung plagiarisme dan tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang penulis ambil sebagai acuan dengan tata cara yang dibenarkan secara ilmiah. Jika terbukti pernyataan ini tidak benar, maka penulis siap mempertanggungjawabkan sesuai hukum yang berlaku

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 21 Juni 2021
Penulis



Dyah Imas Cholidina
17106020014



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara :

Nama : DYAH IMAS CHOLIDINA

NIM : 17106020014

Judul Skripsi : RANCANG BANGUN *EARLY WARNING SYSTEM* BENCANA
TANAH LONGSOR BERBASIS SENSOR *INCREMENTAL*
ROTARY ENCODER, INTERNET OF THINGS, DAN SMS
GATEWAY

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Fisika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 21 Juni 2021

Pembimbing

Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.
NIP. 19780510 200501 1 003

**RANCANG BANGUN *EARLY WARNING SYSTEM* BENCANA TANAH LONGSOR
BERBASIS SENSOR *INCREMENTAL ROTARY ENCODER*, *INTERNET OF THINGS*,
DAN *SMS GATEWAY***

Dyah Imas Cholidina
17106020014

INTISARI

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh belum adanya *early warning system* (EWS) bencana tanah longsor yang dapat mendeteksi pergerakan tanah menggunakan sensor *incremental rotary encoder* yang dikontrol oleh mikrokontroler ESP32 berbasis *internet of things* (IoT), dan *SMS gateway*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji EWS bencana tanah longsor berbasis sensor *incremental rotary encoder*, IoT, dan *SMS gateway*. Rancangan sistem dibuat dengan perangkat lunak Sketchup Pro 2021, sedangkan skema sistemnya dibuat menggunakan perangkat lunak Eagle 9.6.2. Pembuatan sistem dilakukan dalam dua tahapan, yaitu pembuatan perangkat keras dan pembuatan perangkat lunak. Pembuatan perangkat keras dimulai dari mempersiapkan alat dan bahan, pembuatan PCB, perakitan komponen, dan pengecekan sistem, sedangkan pembuatan perangkat lunaknya dilakukan dengan membuat BOT pada aplikasi Telegram, serta pembuatan dan penggabungan *sketch* program. Pengujian sistem dilakukan dengan cara memvariasikan jarak patok dari 10 cm hingga 200 cm dengan interval 10 cm. Setiap jaraknya dilakukan pengulangan pengukuran sebanyak 5 kali. Hasil pengujian pada kondisi atau status aman menunjukkan tingkat keberhasilan BOT Telegram A dan B serta SMS A dan B sebesar 100%. Begitu pula hasil pengujian pada kondisi atau status awas, menunjukkan tingkat keberhasilan 100%.

KATA KUNCI: EWS, tanah longsor, *incremental rotary encoder*, IoT, *SMS gateway*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF EARLY WARNING SYSTEM FOR LANDSLIDE
DISASTER BASED ON THE INCREMENTAL ROTARY ENCODER SENSORS, INTERNET
OF THINGS, AND SMS GATEWAY**

Dyah Imas Cholidina
17106020014

ABSTRACT

This research was motivated by the absence of a landslide early warning system (EWS) that could detect ground movement using an incremental rotary encoder sensor which is controlled via microcontroller ESP32 based on the internet of things (IoT) and SMS gateway. This study aimed to design, create, and test the EWS for landslide disasters based on incremental rotary encoder sensors, IoT, and SMS gateway. The system design was made using Sketchup Pro 2021 software, while the system schematic by Eagle 9.6.2 software. Construction of the system was done in two stages, namely the manufacturing of hardware and software development. Hardware manufacturing started from preparing tools and materials, making PCB, assembling components, and checking the system, while software development was done by making a BOT on the Telegram applications, and development and combining the sketch programs. System testing was done by varying the distance of peg from 10 cm to 200 cm with interval of 10 cm. Each distance measurement had repeated 5th times. The test results based on safe conditions or status showed the success rate of BOT Telegram A and B also SMS A and B were 100%. Likewise, the test results based on alert condition or status showed a 100% success rate.

Key words: EWS, landslide, incremental rotary encoder, IoT, SMS gateway.


STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

الصَّبْرُ يُعِينُ عَلَى كُلِّ عَمَلٍ

“Kesabaran itu menolong segala pekerjaan.”

Skripsi ini penulis persembahkan untuk :

Allah SWT.

Ayah tercinta untuk setiap do'a, dukungan, jerih payah, serta kasih sayangnya.

Ibu dan Adik tercinta yang selalu memberikan do'a dan semangat.

Teman spesial yang selalu mendukung serta menemani dalam situasi dan kondisi apapun.

Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga.

Bapak Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.

Study Club Fisika Instrumentasi UIN Sunan Kalijaga.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah swt yang telah memberikan rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**RANCANG BANGUN *EARLY WARNING SYSTEM* BENCANA TANAH LONGSOR BERBASIS SENSOR *INCREMENTAL ROTARY ENCODER, INTERNET OF THINGS, DAN SMS GATEWAY*”** dengan baik dan lancar. Tidak lupa shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada beliau, Rasulullah Muhammad saw, semoga kita mendapatkan syafaatnya di *yaumulqiyamah* kelak. Aamiin.

Penyusunan skripsi ini merupakan suatu bentuk kewajiban bagi penulis untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan serta untuk mendapatkan gelar sarjana. Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang terkait demi perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan. Dalam penyusunan serta pelaksanaan tugas akhir ini penulis telah mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, sepatutnya penulis menghaturkan terima kasih kepada :

1. Ayah dan Ibu selaku orang tua yang selalu memberikan doa dan dukungan;
2. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta;
3. Ibu Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta;

4. Ibu Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta;
5. Bapak Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing dalam penulisan tugas akhir ini, terima kasih atas waktu dan kesabaran yang diberikan dalam bimbingan, nasehat, serta motivasi yang tiada henti-hentinya;
6. Seluruh Dosen Fisika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan bimbingan beserta ilmunya;
7. Mas Angga selaku alumni yang telah memberikan nasehat, bimbingan beserta ilmunya;
8. Teman-teman T12S: Nopi, Indah, Bunga, Ikah, Maul, Pidut, Wilda, Bule, Opi, Arum, Nana yang selalu menghibur, memotivasi, serta memberi semangat;
9. Teman spesial yang selalu setia menemani, menasehati, memotivasi, serta mendukung dalam situasi dan kondisi apapun;
10. Teman-teman sepermainan: Nurul, Pipih, Nayah yang setia menemani, membantu dan menghibur dikala susah maupun senang;
11. Teman-teman seperjuangan: Ayu, Depa, Cindy, Fatiah, Hanip, Ivanna, Ika, Amar, Fathin, dan Eguh yang selama ini selalu mendukung dan menghibur;
12. Teman-teman Prodi Fisika angkatan 2017 UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta;
13. Teman, Tetangga, serta Saudara yang selalu bertanya kapan skripsi selesai;

14. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis dalam serangkaian proses penulisan skripsi.

Selain ucapan terima kasih, penulis juga memohon maaf apabila dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan baik dari sistematika penyusunan, isi, hingga proses yang telah dilaporkan ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, bagi penulis pribadi maupun bagi para pembaca.

Yogyakarta, 29 Juni 2021

Penulis



DAFTAR ISI

PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	iv
INTISARI	v
ABSTRACT	vi
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Batasan Penelitian	7
1.5 Manfaat Penelitian	8
BAB II	9
TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Studi Pustaka	9
2.2 Landasan Teori	13
2.2.1 Tanah Longsor	13
2.2.2 Early Warning System	20
2.2.3 Sensor Incremental Rotary Encoder	22
2.2.4 Mikrokontroler ESP32	24
2.2.5 Arduino Integrated Development Environment (IDE)	26
2.2.6 Internet of Things (IoT)	28
2.2.7 Aplikasi Telegram	29
2.2.8 Modul GSM SIM8001 v2	32
2.2.9 SMS Gateway	33
2.2.10 Uji Tingkat Keberhasilan	35

2.2.11	Wawasan Islam Tentang Bencana Tanah Longsor	36
BAB III	.....	39
METODE PENELITIAN	.....	39
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	39
3.1.1	Waktu Penelitian.....	39
3.1.2	Tempat Penelitian	39
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	40
3.2.1	Alat dan Bahan Perancangan Sistem	40
3.2.2	Alat dan Bahan Pembuatan Sistem	40
3.2.3	Alat dan Bahan Pengujian Sistem	41
3.3	Prosedur Penelitian.....	41
3.3.1	Perancangan Sistem	42
3.3.2	Pembuatan Sistem.....	44
3.3.3	Pengujian Sistem	52
BAB IV	.....	55
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	55
4.1	Hasil Penelitian.....	55
4.1.1	Hasil Perancangan Sistem	55
4.1.2	Hasil Pembuatan Sistem	57
4.1.3	Hasil Pengujian Sistem	60
4.2	Pembahasan.....	61
4.2.1	Pembahasan Hasil Perancangan dan Pembuatan Sistem	61
4.2.2	Pembahasan Hasil Pengujian Sistem	68
4.3	Integrasi-Interkoneksi	71
BAB V	.....	73
PENUTUP	.....	73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	.....	75
LAMPIRAN	.....	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Fungsi setiap pin modul GSM.....	32
Tabel 3. 1. Linimasa penelitian	39
Tabel 3. 2. Daftar alat perancangan sistem	40
Tabel 3. 3. Daftar bahan perancangan sistem.....	40
Tabel 3. 4. Daftar alat pembuatan sistem	40
Tabel 3. 5. Daftar bahan pembuatan sistem	41
Tabel 3. 6. Daftar alat pengujian sistem.....	41
Tabel 3. 7. Tingkat keberhasilan BOT Telegram pada kondisi aman	53
Tabel 3. 8. Tingkat keberhasilan BOT Telegram pada kondisi awas.....	53
Tabel 3. 9. Tingkat keberhasilan SMS pada kondisi aman	53
Tabel 3. 10. Tingkat keberhasilan SMS pada kondisi awas	54
Tabel 4. 1. Hasil pengujian tingkat keberhasilan BOT Telegram pada kondisi aman	60
Tabel 4. 2. Hasil pengujian tingkat keberhasilan BOT Telegram pada kondisi awas	60
Tabel 4. 3. Hasil pengujian tingkat keberhasilan SMS pada kondisi aman.....	61
Tabel 4. 4. Hasil pengujian tingkat keberhasilan SMS pada kondisi awas	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Struktur piringan pada incremental rotary encoder).	23
Gambar 2. 2. Pulsa keluaran sensor incremental rotary encoder (a) <i>clockwise</i> (b) <i>counter clockwise</i> (Jawwad, 2015)	24
Gambar 2. 3. Wemos Lolin32 Lite (Anwar, 2019)	25
Gambar 2. 4. Arduino IDE	27
Gambar 2. 5. Konsep <i>Internet of Things</i> (Natchez, 2019).	29
Gambar 2. 6. BOT Telegram	31
Gambar 2. 7. Modul GSM SIM800l v2.	32
Gambar 3. 1. Diagram blok EWS bencana tanah longsor	42
Gambar 3. 2. Diagram blok pembuatan BOT Telegram	47
Gambar 3. 3. Pengunduhan aplikasi Telegram pada Android	48
Gambar 3. 4. Tampilan BotFather	48
Gambar 3. 5. Tampilan IDBot	49
Gambar 3. 6. Diagram alir penulisan sketch program	51
Gambar 4. 1. Hasil desain EWS bencana tanah longsor	55
Gambar 4. 2. Hasil perancangan konfigurasi pin-pin pada rangkaian EWS bencana tanah longsor (a) Rancangan skematik (b) Rancangan layout PCB.	56
Gambar 4. 3. Hasil pembuatan PCB	57
Gambar 4. 4. Hasil perakitan komponen (a)Konfigurasi pin-pin (b)Seperangkat EWS bencana tanah longsor	58
Gambar 4. 5. Hasil pembuatan perangkat lunak BOT Telegram	59
Gambar 4. 6. Hasil pembuatan sketch program EWS bencana tanah longsor	59
Gambar 4. 7. Hasil penggabungan sketch program EWS bencana tanah longsor	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses perancangan EWS bencana tanah longsor.....	79
Lampiran 2. Proses pembuatan EWS bencana tanah longsor	81
Lampiran 3. Proses pengujian EWS bencana tanah longsor	90
Lampiran 4. Hasil pengujian EWS bencana tanah longsor	92
Lampiran 5. Pengolahan data tingkat keberhasilan EWS bencana tanah longsor.....	94



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah longsor dapat didefinisikan sebagai pergerakan batuan, detritus atau tanah yang disebabkan oleh gaya gravitasi. Tanah longsor dapat dibedakan dari bentuk lain aliran massa gravitasinya, dengan begitu dapat didefinisikan bahwa sebagian besar material yang bergerak harus memiliki densitas setidaknya 10% lebih besar dari densitas air (Blasio, 2011). Tanah longsor merupakan jenis dari “pergerakan massa” di mana tanah dan puing-puing batuan bergerak secara besar-besaran mengikuti arah lereng secara lambat hingga cepat dikarenakan pengaruh gaya gravitasi (Dibyosaputro, 1999). Pergerakannya dapat berjalan perlahan maupun spontan menuruni lereng akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan atau penyusun lereng yang dapat disebabkan oleh erosi, getaran, kenaikan kapasitas air dalam tanah, kemiringan lereng, curah hujan yang tinggi, dan penebangan liar tanpa melakukan reboisasi (Parwati, 2018).

Bencana tanah longsor sering terjadi di beberapa daerah di Indonesia, terutama di daerah perbukitan, lembah, dan gunung berapi. Berdasarkan peta zona kerentanan bencana tanah longsor menurut Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, ada sekitar 918 daerah rawan longsor yang tersebar di Indonesia dengan jumlah daerah rawan longsor tertinggi 327 lokasi berada di Provinsi Jawa Tengah (PVMBG, 2006). BNPB juga mencatat bahwasanya terdapat 572 kejadian bencana tanah longsor di Indonesia sepanjang tahun 2020, terhitung sejak 1 Januari hingga 28 Desember 2020. (Arifin, 2020).

Peristiwa bencana tanah longsor tidak dapat terjadi begitu saja, melainkan atas kehendak dan kuasa Allah SWT. Dalam perspektif al-quran, hal tersebut merupakan *sunnatullah*. Menurut Abdulrahim (2002), *sunnatullah* memiliki tiga sifat utama. Ketiga sifat utama *sunnatullah* adalah pasti, tetap, dan objektif.

Sifat *sunnatullah* yang pertama adalah pasti. Sebagai contoh sifat pasti yang dapat kita jumpai, misalnya pada air mengalir. Air memiliki sifat mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Hal tersebut merupakan kehendak Allah, sehingga dengan sifat ini dapat memberikan kemudahan bagi manusia dalam membuat suatu perencanaan berdasarkan perhitungan. Dengan sifat ini juga, manusia bisa menemukan teori-teori yang didapat dari hasil mempelajari, meneliti dan mengeksplorasi fenomena yang terjadi di alam semesta.

Sifat *sunnatullah* yang kedua adalah tetap. Tetap dalam hal ini tidak akan berubah bagaimanapun keadaannya. Sebagai contoh sifat tetap adalah keteraturan sistem tata surya yang senantiasa berotasi melalui garis edarnya masing-masing dan tidak akan bertumbukan yang dapat menyebabkan kehancuran (Elkarimah, 2020). Sifat ini dapat memberi pemahaman kepada manusia tentang suatu fenomena alam yang konsisten.

Sifat *sunnatullah* yang ketiga adalah objektif. Objektif dalam arti tidak pilih kasih, berlaku bagi siapapun baik yang beriman maupun tidak. Siapapun yang mematuhi ketentuannya, maka akan memperoleh apa yang menjadi tujuannya dan sebaliknya, siapapun yang melanggar pasti akan mendapat akibatnya. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Q.S. at-Tagābun [64] : 11.

مَا أَصَابَ مِنْ مُصِيبَةٍ إِلَّا بِإِذْنِ اللَّهِ وَمَنْ يُؤْمِنُ بِاللَّهِ يَهْدِ اللَّهُ قَلْبَهُ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ (١١)

Artinya : “Tidak ada sesuatu musibah yang menimpa (seseorang), kecuali dengan izin Allah; dan barang siapa beriman kepada Allah niscaya Allah akan memberi petunjuk kepada hatinya. Dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu.” (Kementrian Agama RI, 2011).

Surat at-Tagābun [64] ayat ke-11 diatas menjelaskan bahawasanya Allah telah menerangkan tentang apa yang menimpa manusia baik yang merupakan kenikmatan dunia maupun yang berupa musibah adalah *qada'* dan *qadar*, sesuai dengan izin Allah yang telah ditetapkan di muka bumi. Apabila menemui hal-hal yang tidak sesuai dengan usaha dan keinginannya, manusia hendaknya tidak menyesal dan merasa kecewa. Hal tersebut di luar kemampuannya karena kehendak Allah lah yang akan berlaku dan menjadi kenyataan (Kementrian Agama RI, 2011).

Sebagai contoh, objektifitas *sunnatullah* adalah tanah longsor. Tanah longsor akan menimpa siapa saja dan apa saja yang ada dibawahnya, tidak pandang siapa yang dikenainya. Terkait bahasan tafsir tersebut, kehendak Allah mengenai bencana tanah longsor dapat menghadirkan beragam dampak yang ditimbulkannya. Dampak tersebut diantaranya berupa korban jiwa, penderitaan, kerusakan, kesusahan, kerugian serta dampak psikologis. Oleh sebab itu, diperlukan upaya penanganan untuk meminimalisir dampak yang diakibatkan oleh tanah longsor, salah satunya dapat dilakukan dengan membuat *early warning system* (EWS) bencana tanah longsor.

Bagi sebagian besar masyarakat di Indonesia, EWS begitu penting mengingat secara geologis dan klimatologis wilayah Indonesia termasuk ke dalam wilayah rawan bencana tanah longsor. EWS biasanya dibuat dengan bahasa yang mudah

dimengerti oleh masyarakat. EWS sendiri merupakan suatu tindakan memberikan informasi kepada masyarakat sekitar serta upaya untuk dapat mengurangi resiko bencana. Keterlambatan dalam menangani bencana memungkinkan dapat terjadi kerugian yang semakin besar bagi masyarakat. EWS bencana tanah longsor diharapkan menjadi sistem yang bertujuan untuk memberitahukan akan terjadinya kejadian maupun tanda-tanda tanah longsor secara *real-time*.

EWS bencana tanah longsor telah dibuat oleh beberapa peneliti sebelumnya. Seperti pada penelitian Iswanto dkk pada tahun 2009 yang telah membuat sistem peringatan dini tanah longsor berbasis ATmega8535. Penelitian Iswanto dkk menggunakan sensor buatan sendiri sebagai pendeteksi pergeseran tanah yang dikontrol dengan ATmega8535. Pada tahun 2017, Mardhatillah dan Wildian telah membuat sistem peringatan dini tanah longsor berbasis mikrokontroler ATmega328 menggunakan metode penginderaan berat. Penelitian tersebut menggunakan pegas sebagai sensor pendeteksi tanah longsor. Artha dkk di tahun 2018, telah membuat sistem peringatan dini tanah longsor menggunakan sensor *accelerometer* dan sensor kelembaban tanah berbasis Android. Penelitian tersebut menggunakan sensor *accelerometer* yang merupakan salah satu sensor gerak sebagai pendeteksi tanah longsor. Weya dkk pada tahun 2019 juga telah membuat sistem peringatan dini bencana tanah longsor berbasis *wireless sensor network* di kecamatan Sentani Jayapura. Penelitian tersebut menggunakan sensor *incremental rotary encoder* sebagai pendeteksi tanah longsor dengan parameter pergerakan tanah.

Beberapa dari penelitian EWS bencana tanah longsor yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, ada yang menggunakan SMS dan aplikasi yang didukung

jaringan internet sebagai pembaca notifikasi pesan. Namun, belum ditemukan EWS bencana tanah longsor yang dapat mendeteksi pergerakan tanah menggunakan sensor *incremental rotary encoder* yang dikontrol oleh ESP32 berbasis IoT (Android), dan SMS. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini akan membuat EWS bencana tanah longsor menggunakan sensor *incremental rotary encoder* untuk mendeteksi pergerakan tanah dengan Telegram dan SMS Gateway sebagai pemberi notifikasi pesan.

Sensor *rotary encoder* merupakan sensor elektromekanik yang mampu memonitor posisi dan gerakan. Sensor ini memanfaatkan putaran poros piringan untuk mendapatkan informasi kode digital yang dapat menyatakan sejumlah posisi tertentu, gerakan dan arah.

Selain menggunakan sensor *incremental rotary encoder*, EWS pada penelitian ini juga menggunakan IoT. IoT sendiri merupakan sebuah istilah tren dalam dunia teknologi yang memiliki konsep di mana terdapat suatu objek yang memiliki kemampuan mentransfer data melalui jaringan internet, baik berbasis Web maupun Android. Nantinya, IoT dalam penelitian ini sebagai penghubung antara sensor *incremental rotary encoder* dengan perangkat lunak Android berbasis IoT secara *wireless* menggunakan WiFi sebagai koneksi Internet. Perangkat IoT yang selalu tersambung ke Internet, dapat diakses dan digunakan kapanpun dan dimanapun selama dalam jangkauan internet.

IoT yang digunakan pada penelitian ini adalah BOT Telegram. Pada penelitian ini, BOT Telegram berperan dalam menampilkan notifikasi pesan yang dikirim dari sensor *incremental rotary encoder*. Penelitian ini memilih untuk

menggunakan BOT Telegram dikarenakan sifatnya yang *open source* dan sederhana. BOT Telegram akan menampilkan pesan secara otomatis kepada penggunanya. Adanya pesan otomatis memudahkan interaksi antara BOT dengan penggunanya. Namun, ketika pergerakan tanah melebihi batas yang telah ditentukan, maka secara *real-time* akan mengirimkan pesan bahwasanya kondisi telah berubah secara otomatis.

Selain menggunakan BOT Telegram, penelitian ini juga menggunakan *SMS gateway* sebagai pembaca notifikasi pesan. Hal ini dilakukan untuk menghindari pengiriman pesan yang tertunda apabila terjadi kendala pada jaringan internet. Sama halnya dengan BOT Telegram, SMS juga mensmpilkan pesan dari sensor *incremental rotary encoder*. Namun, ketika pergerakan tanah melebihi batas yang telah ditentukan, maka secara *real-time* akan mengirimkan pesan bahwasanya kondisi telah berubah.

Ibarat pencapaian sebuah tujuan, diperlukan strategi yang matang, sama halnya dengan pembuatan sistem. Sebelum dilakukan pembuatan EWS bencana tanah longsor, terlebih dahulu diperlukan perancangan agar dapat mengetahui prinsip kerja dari sistem yang akan dibuat. Perancangan EWS bencana tanah longsor dibuat untuk memudahkan peneliti saat proses pembuatannya. Perancangan ini diharapkan mampu menghasilkan sebuah gambaran EWS bencana tanah longsor berbasis sensor *incremental rotary encoder*, IoT, dan *SMS gateway*.

Setelah EWS bencana tanah longsor berhasil dibuat, maka perlu dilakukan pengujian. Pengujiannya dilakukan menggunakan skala laboratorium dengan harapan mampu memberikan informasi kinerja sistem yang telah dibuat. Jika hasil

pengujian EWS ini menunjukkan hasil yang baik, maka layak digunakan untuk mendeteksi tanah longsor.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana rancang bangun EWS bencana tanah longsor berbasis sensor *rotary encoder*, IoT, dan *SMS gateway*?
2. Bagaimana kinerja EWS bencana tanah longsor berbasis sensor *rotary encoder*, IoT, dan *SMS gateway*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini dapat diperinci sebagai berikut :

1. Merancang EWS bencana tanah longsor berbasis sensor *incremental rotary encoder*, IoT, dan *SMS gateway*.
2. Membuat EWS bencana tanah longsor berbasis sensor *incremental rotary encoder*, IoT, dan *SMS gateway*.
3. Menguji kinerja EWS bencana tanah longsor berbasis sensor *incremental rotary encoder*, IoT, dan *SMS gateway*.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan dalam penelitian ini diperinci sebagai berikut :

1. Desain EWS dibuat dengan menggunakan perangkat lunak Sketchup Pro 2021, sedangkan skema rangkaianannya dibuat dengan perangkat lunak Eagle 9.6.2;

2. IoT yang digunakan berbasis Android;
3. Pengujian EWS bencana tanah longsor berskala laboratorium;
4. Parameter pengujian berupa tingkat keberhasilan EWS bencana tanah longsor.

1.5 Manfaat Penelitian

Jika EWS bencana tanah longsor berbasis sensor *incremental rotary encoder* dan IoT dalam penelitian ini berhasil dirancang dan dibuat serta pengujiannya menunjukkan tingkat keberhasilan yang tinggi, maka bisa ditindaklanjuti dengan pengujian skala lapangan. Jika hasil uji EWS pada skala lapangan menunjukkan kinerja yang baik pula, maka EWS dapat diimplementasikan untuk mendeteksi tanah longsor.

Jika ada banyak EWS yang terpasang di daerah-daerah yang rawan tanah longsor, maka sangat memungkinkan dapat meminimalisir dampak negatif dari bencana tanah longsor. Selain itu, hal tersebut juga dapat berpengaruh baik untuk psikologis masyarakat, sehingga kecemasan masyarakat terhadap daerah rawan longsor yang ada disekitarnya menjadi berkurang.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasannya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. EWS bencana tanah longsor berbasis sensor *incremental rotary encoder*, IoT, dan *SMS gateway* telah berhasil dirancang menggunakan perangkat lunak Sketchup Pro 2021 dan Eagle versi 9.6.2. Rancangan tersebut telah digunakan sebagai pedoman dalam pembuatan sistem.
2. EWS bencana tanah longsor telah berhasil dibuat menggunakan sensor *incremental rotary encoder*, IoT berbasis Android, dan *SMS gateway*.
3. EWS bencana tanah longsor yang telah dibuat menggunakan sensor *incremental rotary encoder*, IoT berbasis Android, dan *SMS gateway* dapat berfungsi dengan baik dengan tingkat keberhasilan pada kondisi aman untuk BOT Telegram A 100%, BOT Telegram B 100%, SMS A 100%, dan SMS B 100%. Adapun tingkat keberhasilan pada kondisi awas untuk BOT Telegram A 100%, BOT Telegram B 100%, SMS A 100%, dan SMS B 100%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kekurangan pada sistem. Oleh karenanya, disarankan melakukan hal-hal sebagai berikut.

1. Pembuatan EWS bencana tanah longsor berbasis sensor *incremental rotary encoder*, IoT, dan *SMS gateway* masih dirasa kurang lengkap. Oleh karenanya, perlu untuk menambahkan sirene sebagai peringatan pergerakan tanah agar informasi yang didapatkan tidak hanya pesan teks saja, tetapi juga pesan bunyi.
2. Pengujian BOT Telegram dan SMS pada EWS bencana tanah longsor yang telah dibuat ini masih dalam skala laboratorim. Selanjutnya dapat dikembangkan penelitian pengujian pada skala lapangan. Jika hasil pengujian skala lapangan menunjukkan bahwa EWS berfungsi dengan baik, maka EWS tersebut dapat berguna bagi lembaga yang berwenang dalam meminimalisir dampak negatif bencana tanah longsor.



DAFTAR PUSTAKA

- Akhirianto, N A., dan Naryanto, H. S. 2016. Kajian Kapasitas dan Persepsi Masyarakat Terhadap Bencana Tanah Longsor di Desa Margamukti, Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung. *Jurnal Riset Kebencanaan Indonesia*, **Vol. 2 No. 2 Oktober 2016** : 117-126.
- Anwar, Aji C. 2019. *Audio Spectrum Analyzer menggunakan STM32F103C8*. Diakses 28 Juni 2021 dari <https://embedded.stei.itb.ac.id/2019/01/>.
- Apriyono, A. 2009. Analisis Penyebab Tanah Longsor di Kalitlaga Banjarnegara. *Dinamika Rekayasa*, **Vol. 5 No. 1 Februari 2009**. ISSN 1858-3075.
- Arduino. 2015. *Arduino Software*. Diakses 16 Februari 2021 dari <https://www.arduino.cc/en/guide/environment>.
- Arifin, D. 2020. *Sebanyak 2.925 Bencana Alam Terjadi Pada 2020 di Tanah Air, Bencana Hidrometeorologi Mendominasi*. Diakses 3 Februari 2021 dari <https://www.bnpb.go.id/berita/sebanyak-2-925-bencana-alam-terjadi-pada-2020-di-tanah-air-bencana-hidrometeorologi-mendominasi>.
- Arifin, J., Zulita, L.N., dan Hermawansyah. 2016. Perancangan Murottal Otomatis Menggunakan Mikrokontroller Arduino Mega 2560. *Jurnal Media Infotama*, **Vol. 12 No. 1, Februari 2016**.
- Artha, O. O., Rahmadya, B., dan Putri, R. E. 2018. Sistem Peringatan Dini Bencana Longsor Menggunakan Sensor Accelerometer dan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Android. *JITCE*, **Vol. 02 No.02 Agustus 2018** : 64-70.
- Azzahra, N. A. 2014. *Sunnatullah dan Tasyri' Islami*. Diakses 9 Februari 2021 dari <http://novialthafunnisa.blogspot.com/2014/11/sunnatullah-dan-tasyri-islami.html>.
- Basri, I., dan Irfan, D. 2015. *Komponen Elektronika*. Sukabina Press, Padang.
- Blasio, F.V.D. 2011. *Introduction to the Physics of Landslides: Lecture Notes on the Dynamics of Mass Wasting*. Springer, Rome.
- BNPB. 2012. *Pedoman Sistem Peringatan Dini Berbasis Masyarakat*. BNPB, Jakarta.
- BNPB. 2017. *Definisi Bencana*. Diakses 3 Februari 2021 dari <https://bnpb.go.id/definisi-bencana>.
- BSN. 2018. *Implementasi SNI ISO/IEC 17025:2017 Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Cokrojoyo, A., Andjarwirawan, J., dan Noertjahyana, A. 2017. *Pembuatan Bot Telegram Untuk Mengambil Informasi dan Jadwal Film Menggunakan PHP*. *Jurnal Teknologi Industri*, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Deswinar. 2017. *Optical Rotary Encoder*. Diakses 7 Juli 2021 dari <http://psychotechengineering.blogspot.com/2017/01/optical-rotary-encoder.html>
- Dibiyosaputro, S. 1999. Longsoran di Daerah Kecamatan samigaluh, Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta. *Majalah Geografi Indonesia*, **No.23 Th.13** : 13-34.

- Efendi, Y. 2018. Internet of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, **Vol. 4 No. 1 April 2018**.
- Effendi, A. Y., dan Hariyanto, T. 2016. Pembuatan Peta Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Logic (Studi Kasus: Kabupaten Probolinggo). *Jurnal Teknik ITS*, **Vol. 5 No. 2**, ISSN: 2337-3539.
- Elkarimah, M. F. 2020. *Sunnatullah, Kausalitas Kah?*. Diakses 9 Februari 2021. <https://www.islampos.com/sunnatullah-kausalitas-kah-162633/>.
- Hakim, A. 2013. Makna Bencana Menurut Al-Qur'an : Kajian Fenomena Terhadap Bencana di Indonesia. *Hermeunetik*, **Vol. 7 No. 2**.
- IERC. 2014. *Internet of Things – From Research and Innovation to Market Deployment Chapter 4 - Internet of Things Global Standardisation - State of Play*. Diakses 21 Februari 2021 dari <https://www.researchgate.net/publication/263970385>.
- Isnaini, R. 2019. Analisis Bencana Tanah Longsor di Wilayah Jawa Tengah. *IMEJ*, **Vol.1 No.1** : 143-160. DOI: 10.18326/imej.v1i2.143-160.
- Iswanto., Raharja, N. M., dan Subardono, A. 2009. Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor Berbasis Atmega8535. *Seminar Nasional Informatika, Mei 2009*. ISSN: 1979-2328.
- Jawwad, M. D. 2015. *Rancang Bangun dan Karakterisasi Sensor Extensometer Berbasis Incremental Rotary Encoder Sebagai Pendeteksi Dini Tanah Longsor*. (Tugas Akhir), Jurusan Fisika, FSAINTEK, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Kautsar, N. 2018. *Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis SMS GSM*. (Tugas Akhir), STMIK AKAKOM, Yogyakarta.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI. 2016. *KBBI Daring*. Diakses Juni 2021 dari <https://kbbi.kemendikbud.go.id>.
- Kementerian Agama RI. 2011. *Al-Qur'an dan Tafsirnya* (Edisi yang Disempurnakan Jilid 10). Widya Cahaya, Jakarta.
- Kurniawan, M. Hafrizal., Siswanto., dan Sutarti. 2019. Rancang bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor dengan Sidik Jari dan Notifikasi Panggilan Telepon Berbasis ATMEGA 328. *Jurnal PROSISKO*. **Vol.6 No. 2 September 2019**. e-ISSN: 2597-9922, p-ISSN: 2406-7733.
- Mahmuda, Y., Suwarno., dan Putri, S. M. 2018. Rancang Bangun Sistem Monitoring Pemakaian Design of The Usage Monitoring System. *JESCE*, **Vol. 2 No.1 Agustus 2018**. p-ISSN : 2549-628X e-ISSN : 2549-6298.
- Mardhatillah, E., Wildian. 2017. Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor Berbasis Mikrokontroler ATmega328 Menggunakan Metode Penginderaan Berat. *Jurnal Fisika Unand* , **Vol. 6 No. 2 April 2017**. ISSN 2302-8491.
- Minerva, R., Biru, A., dan Rotondi, . 2015. *Towards A Definition of The Internet of Things (IoT)*. Diakses 21 Februari 2021 dari https://iot.ieee.org/images/files/pdf/IEEE_IoT_Towards_Definition_Internet_of_Things_Revision1_27MAY15.pdf.

- Nugraha, A. T. 2019. *Pengertian dan Fungsi Dioda Zener*. Diakses 11 Februari 2021 dari <https://lecturer.ppns.ac.id/anggaratnugraha/2019/10/01/pengertian-dan-fungsi-dioda-zener/>.
- Parwati, N. K. D., Wiharta, D. M., dan Setiawan, W. 2018. Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Bahaya Tanah Longsor Dengan Sensor Hygrometer Dan Piezoelectric. *E-Journal SPEKTRUM*, **Vol. 5 No. Desember 2018**.
- Prastyo, E. A. 2019. *Arsitektur dan Fitur ESP32 (Module ESP32) IoT*. Diakses pada 2 Juni 2021. <https://www.edukasielektronika.com/2019/07/arsitektur-dan-fitur-esp32-module-esp32.html>
- Priyono, K. D., Priyana, Y., dan Priyono. 2006. Analisis Tingkat Bahaya Longsor Tanah di Kecamatan Banjarmangu Kabupaten Banjarnegara. *Forum Geografi*, **Vol. 20 No. 2**.
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. 2006. *Pengenalan Gerakan Tanah*. Diakses 3 Februari 2021 dari <http://merapi.vsi.esdm.go.id/vsi>
- Ratnasari, R. 2014. *Koordinasi Proteksi Arester Pcb dan Dioda Zener dengan Elemen Dekopling Pada Peralatan Listrik*. (Tugas Akhir), Universitas Brawijaya, Malang.
- Restuadi, O. W. *Pusat Pengembangan Bahan Ajar*. Elektronika Industri, Universitas Mercubuana.
- Riyanto. 2014. *Validasi dan Verifikasi Metode Uji*. Deepublisher, Yogyakarta.
- Rizqiawan, A. 2009. *Sekilas Rotary Encoder*. Diakses 1 Februari 2021 dari <https://konversi.wordpress.com/2009/06/12/sekilas-rotary-encoder/>.
- Sambolangi, L. 2017. *Identifikasi Jenis dan Karakteristik Longsor di Daerah Aliran Sungai (DAS) Lisu Kabupaten Barru*. (Tugas Akhir), Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Sasongko, J., dan Santoso, D. 2008. Konsep Dasar SMS Gateway dan Aplikasi SMS Menggunakan Visual Basic 6 dan FBUS Lite. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, **Vol. XIII No.1 Januari 2008** : 16-21.
- Simcom. 2016. *GSM/GPRS Module SIM800L*. SIMCOM, China.
- Smith, C. 2015. *8 Interesting Telegram Messaging App Stats*. Diakses 3 Februari 2021 dari <http://expandedramblings.com/index.php/telegram-stats/>.
- Surjono, H. D. 2007. *Elektronika: Teori dan Penerapan*. Penerbit Cerdas Ulet Kreatif, Jember.
- Texas Instrument. 2020. *Lm2596 Simple Switcher® Power Converter 150-kHz 3-A Step-Down Voltage Regulator*. Diakses 1 Februari 2021 dari https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2596.pdf?ts=1611996472087&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F.
- Turang, D. 2015. Pengembangan Sistem Relay Pengendalian Dan Penghematan Pemakaian Lampu Berbasis Mobile. *Seminar Nasional Informatika*, **November 2015**. ISSN: 1979-2328.
- Vermesan, O., Friess. P. 2011. "Internet of Things Strategic Research Agenda", *Chapter 2 in O. Vermesan and P. Friess (Eds.), Internet of Things—Global Technological and Societal Trends*. River Publishers, Denmark. ISBN 978-87-92329-67-7.

- Wagyana, A., dan Rahmat. 2019. Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT). *Jurnal Ilmiah Setrum*. **Vol.8 No.1 Desember 2019**. p-ISSN : 2301-4652 / e-ISSN : 2503-068X.
- Wemos. 2018. *Lolin32 Lite : A wifi and bluetooth board based ESP-32*. Diakses 3 Februari 2021 dari https://wiki.wemos.cc/products:lolin32:lolin32_lite.
- Weya, S., Hassanuddin, Z., dan Arda, A. L. 2019. Sistem Peringatan Dini Bencana Tanah Longsor Berbasis Wireless Sensor Network di Kecamatan Sentani Jayapura. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, **Vol.9 No. 2 Desember 2019** : 113-122. P-ISSN : 2088-6705 E-ISSN : 2621-5608.
- Wirman, E. P. 2012. Hukum Alam dan Sunnatullah: Upaya Rekonstruksi Pemahaman Teologis di Indonesia. *Ilmu Ushuluddin*, **Vol.1 No. 4 Juli 2012**.
- Zimmermann, M.J.Y dan Curtis. 2020. LED Zappelin': An open source LED controller for arbitrary spectrum visual stimulation and optogenetics during 2-photon imaging. *Jurnal Perangkat Keras X*, **Vol.8 Oktober 2020**.



Curriculum Vitae



Data Pribadi:

1. Nama : Dyah Imas Cholidina
2. Jenis Kelamin : Perempuan
3. Tempat, Tanggal Lahir : Jepara, 29 Juli 1998
4. Agama : Islam
5. Tinggi/Berat Badan : 162 cm/ 52 kg
6. Alamat : Bekasi, Regensi 1 Blok E6/11B, RT/RW 04/05.
Wanasari-Cibitung. Kab. Bekasi, Jawa Barat. 17521.
7. Email : dyhcholidina@gmail.com
8. No. HP : 085876068216
9. Agama : Islam

Pendidikan:

1. 2002 – 2004 : TK Simungil, Bekasi
2. 2004 – 2010 : SDN Wanasari 12, Bekasi
3. 2010 – 2013 : SMPN 1 Cikarang Barat, Bekasi
4. 2013 – 2017 : SMA La Tansa, Banten
5. 2017 – 2021 : S1 FISIKA UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Prestasi:

1. Penghargaan sebagai Presenter ICSE Tahun 2019.
2. Penghargaan sebagai Presenter Call for Paper Fisika Festival Tahun 2019.
3. Penghargaan sebagai Presenter Konferensi Pengabdian Masyarakat Tahun 2020.

Pengalaman Kerja:

1. Konsultan Belajar di PT. Inovasi Solusi Nusantara Jaya Tahun 2019.
2. Asisten Praktikum Fisika Dasar Tahun 2019.
3. Asisten Praktikum Fisika Dasar Tahun 2020.
4. Asisten Praktikum Elektronika Dasar Tahun 2020.

Riwayat Organisasi:

1. Pengurus HM-PS Fisika Div. Kominfo UIN Sunan Kalijaga Periode 2018-2019.
2. Ketua Bakti Sosial Fisika UIN Sunan Kalijaga 2018.
3. Pengurus Riset dan Publikasi Study Club Fisika Instrumentasi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Periode 2019-2020.