

***EMBEDDED SYSTEM U-TEWS MENGGUNAKAN VISUAL FLOW
PROGRAMMING BERBASIS SMALL SINGLE-BOARD CIRCUIT
COMPUTER***

(Skripsi)

Oleh

MUHAMMAD ABDURACHMAN HILMY

NPM 1915061019



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2024**

ABSTRAK

EMBEDDED SYSTEM U-TEWS MENGGUNAKAN VISUAL FLOW PROGRAMMING BERBASIS SMALL SINGLE-BOARD CIRCUIT COMPUTER

Oleh

Muhammad Abdurachman Hilmy

Tsunami Early Warning Sistem (TEWS) merupakan program Sistem Peringatan Dini Tsunami yang memiliki kemampuan untuk mengeluarkan peringatan tsunami dalam waktu yang sangat singkat setelah terjadi gempa untuk mencegah jatuhnya korban. Diperlukan sistem peringatan dini dan pemantauan untuk mempercepat pemberian informasi tentang tsunami yang disebabkan oleh faktor selain aktivitas tektonik yang akan datang. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem IoT Unila-*Tsunami Early Warning System* dengan mengimplementasikan Node-RED sebagai *tools Visual Flow Programming* dan *Virtual Network Computing* berbasis *Small Single-Board Circuit Computer (SBC)* dan mengimplementasikan metode *Kanban* dalam perancangan sistem *middleware* dengan Node-RED dan mengirim data sensor ke *database U-TEWS*. Metode *Kanban* diterapkan dengan menggunakan *tools Trello* dan pada penelitian ini terdapat 10 *task* yang dibagi menjadi 6 *flow* pada implementasi pengembangan sistem. Analisa Hasil pertama dilakukan dengan Analisa sebelum pemasangan dengan skenario perangkat SBC dilakukan *reboot* ataupun catu daya mati secara tiba tiba dan terjadi *delay* pengambilan citra pada kamera tetapi tidak mempengaruhi kinerja sistem secara signifikan. Analisa hasil kedua Tahap setelah pemasangan dengan mengambil data 7 hari berturut-turut dan tidak terjadi anomali sehingga disimpulkan bahwa sistem berjalan dengan baik.

Kata Kunci: *Tsunami Early Warning System, Node-RED, Small Single-Board Circuit Computer, Kanban*

ABSTRACT

EMBEDDED SYSTEM U-TEWS MENGGUNAKAN VISUAL FLOW PROGRAMMING BERBASIS SMALL SINGLE-BOARD CIRCUIT COMPUTER

By

Muhammad Abdurachman Hilmy

The Tsunami Early Warning System (TEWS) is a Tsunami Early Warning System program which has the ability to issue a tsunami warning within a very short time after an earthquake occurs to prevent casualties. An early warning and monitoring system is needed to speed up the provision of information about tsunamis caused by factors other than impending tectonic activity. This research aims to design a Unila-Tsunami Early Warning System IoT system by implementing Node-RED as a Visual Flow Programming and Virtual Network Computing tool based on a Small Single-Board Circuit Computer (SBC) and implementing the Kanban method in designing a middleware system with Node-RED and send sensor data to the U-TEWS database. The Kanban method is implemented using Trello tools and in this research there are 10 tasks divided into 6 flows in the implementation of system development. The first results analysis was carried out by analyzing before installation with a scenario where the SBC device rebooted or the power supply suddenly died and there was a delay in image capture on the camera but did not significantly affect system performance. Analysis of the results of the second stage after installation by taking data for 7 consecutive days and no anomalies occurred so it was concluded that the system was running well.

Keywords: Tsunami Early Warning System, Node-RED, Small Single-Board Circuit Computer, Kanban

***EMBEDDED SYSTEM U-TEWS MENGGUNAKAN VISUAL FLOW
PROGRAMMING BERBASIS SMALL SINGLE-BOARD CIRCUIT
COMPUTER***

Oleh

MUHAMMAD ABDURACHMAN HILMY

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **EMBEDDED SYSTEM U-TEWS
MENGUNAKAN VISUAL FLOW
PROGRAMMING BERBASIS SMALL
SINGLE-BOARD CIRCUIT COMPUTER**

Nama Mahasiswa : **Muhammad Abdurachman Hilmy**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1915061019**

Jurusan : **Teknik Elektro**

Fakultas : **Teknik**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing Pendamping

Pembimbing Utama

Deny Budiyanto, S.Kom, M.T.

NIP. 199112082019031011

Mona Arif Muda, S.T.,M.T.

NIP. 197111122000031002

2. Mengetahui

Ketua Jurusan

Teknik Elektro

Hertinawati, S.T.,M.T.

NIP. 197103141999032001

Ketua Program Studi

Teknik Informatika

Yessi Mulyani, S.T.,M.T.

NIP. 197312262000122001

MENGESAHKAN

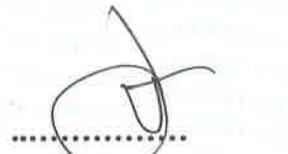
1. Tim Penguji

Ketua : Mona Arif Muda, S.T.,M.T.



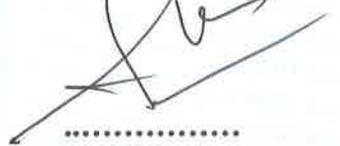
.....

Sekretaris : Deny Budiyanto, S.Kom, M.T.



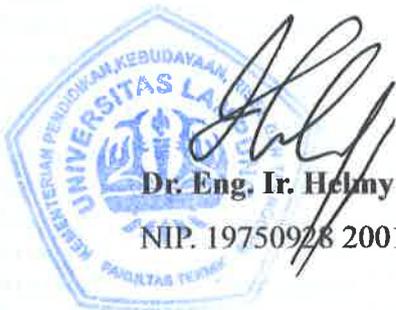
.....

Penguji : Wahyu Eko Sulistiono, S.T., M.Sc.



.....

2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc

NIP. 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 Januari 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini , menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul “*Embedded System U-TEWS Menggunakan Visual Flow Programming Berbasis Small Single-Board Circuit Computer*” dibuat oleh saya sendiri. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan hukum atau akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 29 Januari 2024
Pembuat pernyataan,



Muhammad Abdurachman Hilmy
NPM. 1915061019

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Yukum Jaya, pada tanggal 29 Maret 2002, sebagai anak pertama dari dua bersaudara, dari bapak Benny dan ibu Purwati. Riwayat Pendidikan penulis dimulai dari TKIT Bustanul ‘Ulum di Lampung Tengah pada tahun 2006 hingga 2008, SDIT Bustanul ‘Ulum pada tahun 2008 hingga 2014, SMPIT Bustanul ‘Ulum pada tahun 2014 hingga 2017, dan MAN 1 Lampung Tengah pada tahun 2017 hingga 2019.

Pada tahun 2019 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis melakukan beberapa kegiatan, antara lain:

1. Menjadi anggota divisi Kerohanian, Departemen Pendidikan dan Pengembangan Diri Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) Universitas Lampung pada tahun 2020.
2. Menjadi kepala Divisi Kerohanian Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) Universitas Lampung pada tahun 2021.
3. Mengikuti program MBKM Penelitian di Unila Robotika Otomasi dengan Tema “Penelitian MBKM Pada Pembangunan Sistem Mitigasi Bencana Tsunami Selat Sunda” pada tahun 2022.
4. Melaksanakan Kerja Praktik di PT. Dronila sebagai tim Tim Engineer pada tahun 2022.
5. Melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Gunung Agung, Kecamatan Terusan Nunyai, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung pada bulan Januari sampai dengan Februari 2022.
6. Tergabung dengan Tim PUMMA Unila pada tahun 2022 sampai dengan 2024.

MOTTO

“Saya adalah apa yang terjadi antara ruang bersalin dan krematorium, jadi saya jalani tanpa *overthinking*”

(Penulis)

“Hatimu sebesar lautan. Temukan dirimu di kedalamannya yang tersembunyi.”

(Jalaluddin Rumi)

**Bismillaahirrohmaanirrahiim,
Dengan mengharapkan ridho dari Allah SWT,
Alhamdulillah, Atas Izin Allah yang Maha Kuasa
Kupersembahkan karya saya ini untuk**

Diri Sendiri

MUHAMMAD ABDURACHMAN HILMY

Ayah dan Ibu Tercinta

**BENNY
dan
PURWATI**

Adik Tersayang

MASAYU RANI KHADIJAH

SANWACANA

Segala puji bagi Allah, atas limpahan nikmat-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini. Shalawat serta salam senantiasa dicurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, suri teladan yang mampu membuka sesuatu yang terkunci, penutup dari semua yang terdahulu, penolong kebenaran dengan jalan yang benar, dan petunjuk kepada jalan-Mu yang lurus. Skripsi dengan judul “*Embedded System U-TEWS Menggunakan Visual Flow Programming Berbasis Small Single-Board Circuit Computer*” ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Informatika Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Pada pengerjaan skripsi ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Ibu Herlinawati, S.T., M.T. selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
3. Ibu Yessi Mulyani, S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Lampung dan telah membantu proses kelancaran pengerjaan penelitian.
4. Bapak Mona Arif Muda, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan nasihat, arahan, dan bimbingan rutin, motivasi, serta kesediaan waktunya yang sangat mudah setiap penulis ingin melakukan bimbingan.
5. Bapak Deny Budiyanto, S.Kom, M.T. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan nilai-nilai kehidupan kepada penulis dengan baik dan ramah.

6. Bapak Wahyu Eko Sulistiono, S.T., M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini.
7. Segenap Dosen di Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, wawasan, dan pengalaman bagi penulis.
8. Mbak Rika dan Segenap Staff di Jurusan Teknik Elektro dan Fakultas Teknik yang telah sangat membantu penulis baik dalam hal administrasi dan hal-hal lainnya.
9. Keluarga besar yang sangat saya cintai pula Ibu, Ayah dan Rani yang juga selalu mendoakan yang terbaik untuk penulis serta mendukung penuh penulis selama ini.
10. Keluarga kecil KKN Desa Gunung Agung yang telah menjadi saksi bisu perjuangan penulis dalam menempuh perkuliahan, melewati semester 6 sampai dengan saat ini bersama-sama.
11. Ranto dan Juan Penghuni BAJA, serta Tim PUMMA UNILA Hans, Irsandi dan Pak Nora sebagai tim support selama bertahun-tahun bagi penulis yang bersedia memberikan waktu dan pikirannya serta memberikan semangat bagi penulis selama pengerjaan skripsi berlangsung.
12. Angkatan ETERNITY 2019 yang telah menjadi teman seperjuangan sejak mahasiswa baru. Terimakasih telah mewarnai masa perkuliahan penulis dan menulis banyak cerita bersama dari botak hingga gondrong.
13. Seluruh teman-teman yang terlibat langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran konstruktif dari semua pihak demi kemajuan bersama. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 29 Januari 2024

Muhammad Abdurachman Hilmy

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Tsunami Early Warning System (TEWS)</i>	5
2.2 <i>Embedded System</i>	5
2.3 <i>Internet of Things</i>	6
2.4 Raspberry Pi 4 Model B	6
2.5 Node-RED	7
2.6 <i>Virtual Network Computing (VNC)</i>	9
2.7 <i>Kanban</i>	10
2.8 <i>Trello</i>	10
2.9 Penelitian Terkait.....	11
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Capstone Project.....	15
3.3 Alat dan Bahan Rancang Bangun.....	16
3.3.1 Alat.....	16
3.3.2 Bahan	17
3.4 Tahapan Penelitian.....	17
3.5 Analisa Kebutuhan	18
3.6 Pengembangan Sistem.....	19

3.6.1 Tahap Task To Do	19
3.6.2 Tahap Work in Progress	22
3.6.3 Tahap Testing	22
3.6.4 Tahap Done	23
3.7. Analisa Hasil	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Proses pengembangan sistem	24
4.1.1. Membuat kartu tugas	24
4.1.2. Flow Pertama	25
4.1.3. Flow Kedua	30
4.1.4. Flow Ketiga	39
4.1.5. Flow Keempat	49
4.1.6. Flow Kelima	58
4.1.7. Flow Keenam	65
4.2. Analisa Hasil	68
4.2.1. Analisa Hasil : Tahap Sebelum Pemasangan	68
4.2.2. Analisa Hasil : Tahap Setelah Pemasangan	69
V. KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1. Kesimpulan	72
5.2. Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tim pengembangan project	16
Tabel 3. 2 Alat berupa Hardware dan Software yang digunakan	16
Tabel 3. 3 Bahan penelitian dari data sensor.	17
Tabel 4. 1 Hasil Testing sebelum pemasangan.....	68
Tabel 4. 2 Ketinggian air laut 2 January 2024 – 8 January 2024	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perangkat SBC Raspberry Pi 4 Model B	7
Gambar 2. 2 Pallette pada Node-RED	8
Gambar 2. 3 Export Flow dan lokasi Export pada folder SBC	8
Gambar 2. 4 Import Flow yang sudah di-export pada sebelumnya	9
Gambar 3. 1 Diagram keseluruhan pengembangan sistem	15
Gambar 3. 2 Diagram alir tahapan penelitian	18
Gambar 3. 3 Pengembangan sistem	19
Gambar 4. 1 Membuat kartu tugas beserta label prioritasnya.....	25
Gambar 4. 2 Flow Pertama Pengembangan Sistem	25
Gambar 4. 3 Blok diagram <i>data flow</i> sistem yang dikembangkan.....	26
Gambar 4. 4 OS yang akan dipakai pada SBC.....	28
Gambar 4. 5 Gambar Raspberry Pi Imager v1.8.1 sebagai Imager.....	28
Gambar 4. 6 Install OS pada Flashdrive berhasil.....	29
Gambar 4. 7 <i>CPU Temperature Monitor</i> pada <i>Panel Items</i>	29
Gambar 4. 8 Suhu raspi pada jendela <i>home</i>	29
Gambar 4. 9 Pengecekan OS pada terminal.....	30
Gambar 4. 10 Visualisasi <i>flow</i> kedua	30
Gambar 4. 11 VNC pada <i>Raspberry Pi Configuration Interface</i>	31
Gambar 4. 12 Tampilan VNC <i>Server</i> pada SBC	31
Gambar 4. 13 Tampilan RealVNC Viewer pada Laptop.....	32
Gambar 4. 14 <i>Sign-in VNC Server</i> menggunakan akun yang sudah terdaftar.....	32
Gambar 4. 15 SBC sudah dapat di remote menggunakan local IP maupun akun <i>cloud VNC</i>	33
Gambar 4. 16 Testing remote menggunakan ip dan akun cloud	33
Gambar 4. 17 Reboot pada pukul 11.20 waktu NTP pada SBC	34
Gambar 4. 18 SBC kembali terhubung dengan aplikasi remote pada pukul 11.22 waktu NTP pada SBC	34
Gambar 4. 19 Log installer Node-RED pada terminal SBC	36

Gambar 4. 20 Menjalankan Node-RED pada SBC menggunakan perintah pada terminal	36
Gambar 4. 21 Komponen editor pada Node-RED	37
Gambar 4. 22 Pengecekan aplikasi pada Terminal SBC	38
Gambar 4. 23 Reboot pada SBC.	38
Gambar 4. 24 Node-RED berjalan otomatis setelah SBC di Reboot.	38
Gambar 4. 25 Visualisasi <i>flow</i> ketiga	39
Gambar 4. 26 Node timestamp pada workspace	39
Gambar 4. 27 Konfigurasi node inject timestamp	40
Gambar 4. 28 Node simpletime pada workspace.....	41
Gambar 4. 29 Konfigurasi node simpletime	41
Gambar 4. 30 Node function ‘Give Topic’ pada workspace	42
Gambar 4. 31 Konfigurasi node function ‘Give Topic’	42
Gambar 4. 32 Node <i>Debug</i> untuk menampilkan pesan pada jendela <i>Debug</i>	43
Gambar 4. 33 Menghubungkan setiap node timestamp yang berkaitan dan melakukan <i>Deploy</i>	43
Gambar 4. 34 Pesan dari <i>Workflow</i> node timestamp pada jendela <i>Debug</i>	43
Gambar 4. 35 Konfigurasi node inject ‘Inject Raspi Temperature’	44
Gambar 4. 36 Konfigurasi node exec ‘Library Raspi Temp’	45
Gambar 4. 37 Konfigurasi node exec ‘Library Raspi Temp’	46
Gambar 4. 38 Konfigurasi node function ‘String to Number’	47
Gambar 4. 39 Konfigurasi node function ‘Give Topic’ suhu SBC	47
Gambar 4. 40 Konfigurasi node function ‘Give Topic’ suhu SBC	48
Gambar 4. 41 Pesan yang ditampilkan pada jendela <i>Debug</i> dari node suhu SBC	48
Gambar 4. 42 Flow Keempat Pengembangan Sistem.....	49
Gambar 4. 43 Mengaktifkan I2C interface pada <i>Raspberry Pi Configuration Interface</i>	50
Gambar 4. 44 Mencari alamat I2C sensor INA219 pada terminal SBC	50
Gambar 4. 45 Konfigurasi node sensor catu daya INA219	51
Gambar 4. 46 Konfigurasi node function catu daya INA219	51
Gambar 4. 47 Menghubungkan setiap node INA219 dan melakukan <i>Deploy</i>	52
Gambar 4. 48 Pesan yang ditampilkan pada jendela <i>Debug</i> dari node INA219...	52

Gambar 4. 49 Mencari alamat IPCamera yang terhubung pada modem	53
Gambar 4. 50 Tampilan live view pada IP Cam yang sudah dikonfigurasi.	53
Gambar 4. 51 Install <i>pallette</i> Node-RED IPCam melalui terminal SBC.	54
Gambar 4. 52 Konfigurasi node inject ‘Inject Camera’	54
Gambar 4. 53 Konfigurasi node simpletime IPCam	55
Gambar 4. 54 Konfigurasi node Insert Time Textoverlay.....	56
Gambar 4. 55 Konfigurasi node Picture IPCam.....	56
Gambar 4. 56 Menghubungkan setiap node kamera dan melihat hasil tangkapan citra.....	57
Gambar 4. 57 Hasil tangkapan citra dengan <i>overlaytext</i>	58
Gambar 4. 58 Flow Kelima Pengembangan Sistem.....	58
Gambar 4. 59 Konfigurasi node Serial in ‘Serial in Maxsonar’	59
Gambar 4. 60 Konfigurasi node function ‘String to Number’.....	60
Gambar 4. 61 Konfigurasi node smooth ‘Smooth Filter’	61
Gambar 4. 62 Konfigurasi node function ‘Give Topic’	62
Gambar 4. 63 Menghubungkan setiap <i>workflow</i> node Maxsonar dan melakukan <i>Deploy</i>	62
Gambar 4. 64 Pesan yang ditampilkan pada jendela <i>Debug</i> dari <i>node</i> Maxsonar.	63
Gambar 4. 65 Konfigurasi <i>node join</i> ‘Join all node’	64
Gambar 4. 66 Menggabungkan semua <i>node</i> pada <i>flow</i> dengan <i>node join</i>	64
Gambar 4. 67 Jendela <i>Debug</i> keseluruhan <i>topic</i>	65
Gambar 4. 68 Flow Keenam Pengembangan Sistem	65
Gambar 4. 69 Fungsi kalibrasi pada sensor	66
Gambar 4. 70 Menghubungkan setiap <i>node</i> Maxsonar yang berkaitan dan melakukan <i>Deploy</i>	67
Gambar 4. 71 Pesan yang ditampilkan pada jendela <i>Debug</i> dari <i>node</i> Maxsonar.	67
Gambar 4. 72 Grafik ketinggian air laut pada <i>dashboard Thingsboard</i>	69
Gambar 4. 73 Grafik tegangan baterai pada <i>dashboard Thingsboard</i>	70
Gambar 4. 74 Tampilan <i>dashboard</i> U-TEWS.....	70
Gambar 4. 75 Tampilan grafik dan citra <i>dashboard</i> U-TEWS	70

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Lampung termasuk kedalam provinsi yang sebagian besar dikelilingi oleh pantai dan laut. Letak geografis Lampung terletak di antara Selat Sunda di sebelah selatan, Samudera Hindia di sebelah barat, dan Laut Jawa di sebelah timur. Hal tersebut menjadikan Provinsi Lampung sebagai daerah yang harus waspada dengan gelombang pasang tinggi hingga tsunami karena ketiga sisinya berbatasan langsung dengan laut [1].

Pada tanggal 22 Desember 2018, Bencana tsunami Selat Sunda datang secara tiba-tiba tanpa ada peringatan dini dari pihak berwenang, peristiwa tsunami yang disebabkan oleh letusan Gunung Anak Krakatau di Selat Sunda menghantam daerah pesisir Banten dan Lampung, Indonesia dan pada peristiwa tersebut mengakibatkan korban meninggal di Lampung berjumlah 108 orang. Jumlah korban ini terdapat di pesisir pantai Kota Bandarlampung, Kabupaten Lampung Selatan, serta pesisir pantai Kabupaten pesawaran dan Kabupaten Tanggamus [2].

Berbeda dengan tsunami pada umumnya, proses terjadinya tsunami Selat Sunda, 22 Desember 2018 disebabkan oleh runtuh material G. Anak Krakatau yang muncul di atas permukaan laut Selat Sunda dengan ketinggian 338 m dan ketinggian setelah terjadinya erupsi adalah 110 m di atas permukaan laut. BMKG mengungkap kronologi peristiwa tsunami selat sunda yang bermula pada tanggal 21 Desember 2018, terjadi erupsi gunung anak Krakatau pada status Level 2 (Waspada). Pada tanggal 22 Desember pukul 20.56 WIB, erupsi memicu longsor pada lereng gunung anak Krakatau seluas 64 Ha dan pada pukul 21.03 WIB, getaran tersebut terekam oleh sensor *seismograph* BMKG di wilayah Banten dan Lampung namun tidak memproses secara otomatis dikarenakan sinyal yang tercatat bukan merupakan sinyal gempa bumi tektonik [3][4].

Petugas pusat Gempabumi dan Tsunami BMKG mendapat laporan kepanikan masyarakat di wilayah Banten dan Lampung pada pukul 21.30 WIB karena air laut pasang yang tidak normal. BMKG langsung melakukan *checking marigram Tide Gauge* Badan Informasi Geospasial (BIG). Tercatat perubahan permukaan air laut di beberapa wilayah seperti di Pantai Jambu, Bulakan, Kec Cinangka, Kab Serang: tercatat pukul 21.27 WIB ketinggian air mencapai 0.9 m, di pelabuhan Ciwandan, Kec Ciwandan Banten: tercatat pukul 21.33 WIB dengan ketinggian 0.35 m, di Kota Agung Kec, Kota Agung, Lampung tercatat pukul 21.35 WIB dengan ketinggian 0.36 m, dan di Pelabuhan Panjang, Kota Bandar Lampung: tercatat pukul 21.53 WIB dengan ketinggian 0.28 m. Melihat dari hasil catatan marigram, *tide gauge* BIG tersebut diyakini bahwa ini merupakan gelombang tsunami, selanjutnya pada pukul 22.30 WIB, BMKG segera mengeluarkan *press release* telah terjadi tsunami melanda Banten dan Lampung tidak dipicu oleh Gempa bumi tektonik (*silent tsunami*) [3][5].

Berdasarkan peristiwa tersebut, diperlukan sistem peringatan dini dan pemantauan untuk mempercepat pemberian informasi tentang tsunami yang disebabkan oleh faktor selain aktivitas tektonik yang akan datang sehingga evakuasi dapat dilakukan dengan cepat dan tepat. BRIN dan BIG memiliki beberapa perangkat *tide gauge* yang terpasang di beberapa titik yang dekat dengan wilayah Gunung Anak Krakatau. Unila sebagai kampus di wilayah yang dekat dengan Gunung Anak Krakatau ikut bertanggung jawab untuk membangun sistem peringatan dini yang saling terhubung. Dalam penelitian ini akan dikembangkan sistem pemantauan dan peringatan dini yang merekam aktivitas pasang surut air laut di dekat wilayah gunung anak Krakatau dan data tersebut dikelola sendiri dan dapat di hubungkan dengan website dari pemerintah Indonesia yang bertanggung jawab dengan peristiwa bencana alam.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka masalah yang bisa peneliti rumuskan adalah “Bagaimana Merancang *Embedded System* U-TEWS

Menggunakan *Visual Flow Programming* Berbasis *Small Single-Board Circuit Computer*?”

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Merancang sistem IoT *Unila-Tsunami Early Warning System* dengan mengimplementasikan *Visual Flow Programming* dan *Virtual Network Computing* berbasis *Small Single-Board Circuit Computer* (SBC).
2. Mengimplementasikan metode *Kanban* dalam perancangan sistem *middleware* dengan *Visual Flow Programming* dan mengirim data sensor ke database U-TEWS.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini tidak mencakup proses pembuatan *dashboard* dan *hardware* (perangkat sensor) pemantauan dan peringatan dini bencana tsunami.
2. Penelitian ini hanya merancang sistem *middleware* dengan mengambil data dari sensor dan mengirimkannya ke *database*.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi / tugas akhir ini terdiri dari 5 (lima) bab sebagai berikut:

- I. **PENDAHULUAN:** Memuat latar belakang penyusunan skripsi ini Perumusan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian juga terdapat di bab ini.
- II. **TINJAUAN PUSTAKA:** Memuat dasar teori yang menjadi landasan dalam penelitian ini diantaranya yaitu *Tsunami Early Warning System* (TEWS), *Embedded System*, *Internet of Things*, *Raspberry Pi 4 Model B*, *Node-RED*, *VNC Viewer*, *Kanban*, *Trello*, dan penelitian terkait

- III. **METODOLOGI PENELITIAN:** Memuat waktu dan tempat penelitian, tahapan penelitian secara umum, dan tahapan penelitian secara terperinci. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Kanban*
- IV. **HASIL DAN PEMBAHASAN:** Memuat hasil dan pembahasan dari perancangan *Embedded System* U-TEWS Menggunakan *Visual Flow Programming* Berbasis *Small Single-Board Circuit Computer*.
- V. **KESIMPULAN DAN SARAN:** Memuat kesimpulan dari kegiatan yang dilakukan pada penelitian ini. Saran-saran mengenai perbaikan dan pengembangan lebih lanjut juga terdapat di bab ini.

DAFTAR PUSTAKA: Memuat berbagai referensi yang digunakan pada pembuatan skripsi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Tsunami Early Warning System (TEWS)*

Tsunami Early Warning Sistem (TEWS) merupakan program Sistem Peringatan Dini Tsunami yang diharapkan memiliki kemampuan untuk mengeluarkan peringatan tsunami dalam waktu yang sangat singkat setelah terjadi gempa untuk mencegah jatuhnya korban. Sistem ini umumnya terdiri dari dua bagian penting yaitu perangkat sensor untuk mendeteksi tsunami dan infrastruktur jaringan komunikasi untuk memberikan peringatan dini adanya bahaya tsunami kepada wilayah yang terancam bahaya agar proses evakuasi dapat dilakukan secepat mungkin. Sistem peringatan dini tersebut dipelopori oleh masyarakat Jepang pada tahun 1854 [6][7].

2.2 *Embedded System*

Embedded System atau Sistem tertanam adalah sistem perangkat keras komputer yang memiliki *Central Processing Unit (CPU)* yang umumnya dalam bentuk mikrokontroler ataupun mikroprocessor dengan perangkat lunak yang dirancang untuk menjalankan fungsi tertentu, baik sebagai sistem independen atau sebagai bagian dari sistem besar. *Embedded System* merupakan sirkuit terintegrasi yang dirancang untuk melakukan komputasi untuk operasi *realtime*. Kompleksitasnya berkisar dari mikrokontroler tunggal hingga rangkaian prosesor dengan periferal dan jaringan yang terhubung dari tanpa antarmuka pengguna hingga antarmuka pengguna grafis yang kompleks. Kompleksitas sistem tertanam sangat bervariasi tergantung pada tugas yang dirancang. Dengan adanya sistem tertanam, suatu sistem dapat dikerjakan lebih baik, bekerja secara otomatis, berukuran relatif kecil, dan memerlukan biaya yang lebih murah dibandingkan langsung menggunakan komputer [8].

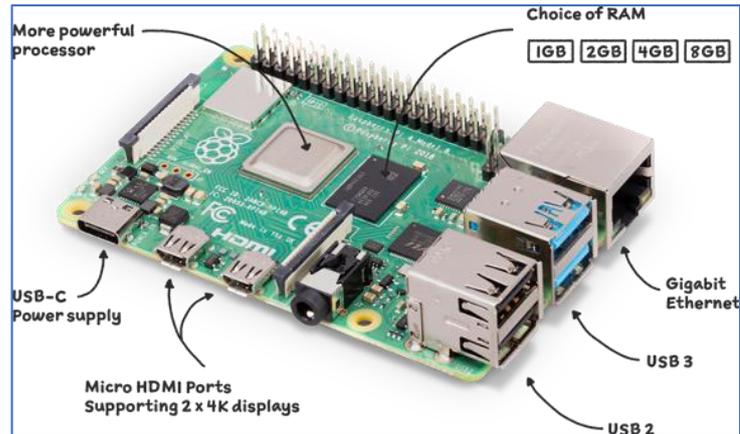
2.3 *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep dimana sebuah perangkat ataupun objek dapat ditanamkan sebuah teknologi seperti sensor yang dapat berkomunikasi, mengendalikan, menghubungkan dan bertukar data dengan perangkat lain dengan memanfaatkan internet. Istilah *Internet of Things* diciptakan oleh Kevin Ashton pada presentasi di depan Proctor & Gamble pada tahun 1999. Dia adalah salah satu pendiri Lab Pengenalan Otomatis di Institut Teknologi Massachusetts. Dia memelopori RFID (digunakan dalam detektor barcode) teknologi di bidang manajemen rantai pasokan.

Pada dasarnya IoT adalah sebuah konsep yang sangat populer di masa ini yang dilakukan secara berkala dalam pengambilan data dari sebuah perangkat ataupun sensor yang kemudian data tersebut dikirimkan menggunakan jaringan internet sebagai jalur komunikasi antara perangkat dengan *server* IoT, dimana *server* dapat berperan sebagai penyimpanan data. Manfaat yang didapat dalam penggunaan Internet of Things (IoT) ialah membuat pekerjaan yang dilakukan dapat menjadi lebih cepat, mudah dan efisien sehingga hal ini dapat meningkatkan kinerja penggunanya. Pada pengembangan sistem yang dilakukan dalam penelitian ini menerapkan konsep IoT, dimana terdapat sebuah sensor pemantauan yang terhubung dengan internet, dan sensor tersebut dapat diakses secara jarak jauh menggunakan jaringan internet [9][10].

2.4 **Raspberry Pi 4 Model B**

Raspberry Pi adalah perangkat *Small Single-Board Circuit Computer* (SBC) dengan fisik berukuran kartu dan dapat di install sebuah sistem operasi berbasis *Linux*. Raspberry Pi 4 Model B adalah versi terbaru dari SBC yang dikembangkan oleh Organisasi Raspberry Pi di Inggris (UK). Berikut ini merupakan komponen-komponen input output pada Raspberry Pi 4 Model B.

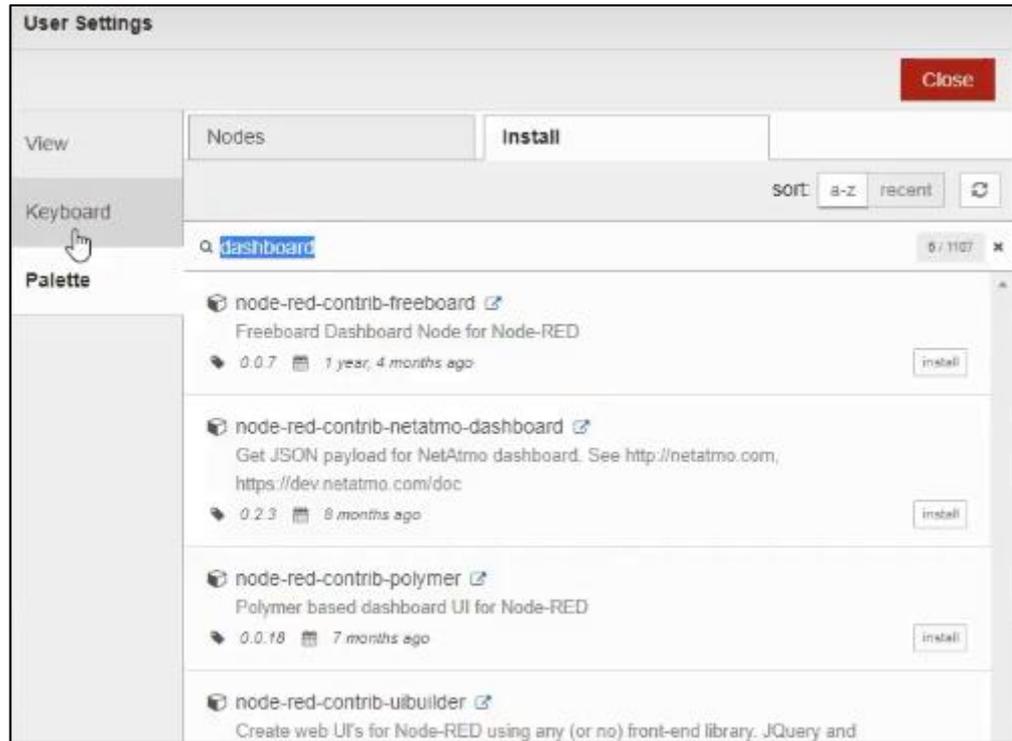


Gambar 2. 1 Perangkat SBC Raspberry Pi 4 Model B

1. Micro HDMI untuk dihubungkan ke monitor LCD
2. Audio output, keluaran untuk suara, dihubungkan ke speaker.
3. Port USB 3.0 dan USB 2.0
4. Pin GPIO, untuk menghubungkan berbagai piranti seperti sensor dan lain lain.
5. Port Camera Serial Interface, untuk port kamera raspicam.
6. Port Display Serial Interface, untuk port penampil (LCD, monitor dan lain-lain.)
7. Ethernet output, dihubungkan dengan kabel UTP/STP.
8. SD card slot, untuk penyimpanan data [11].

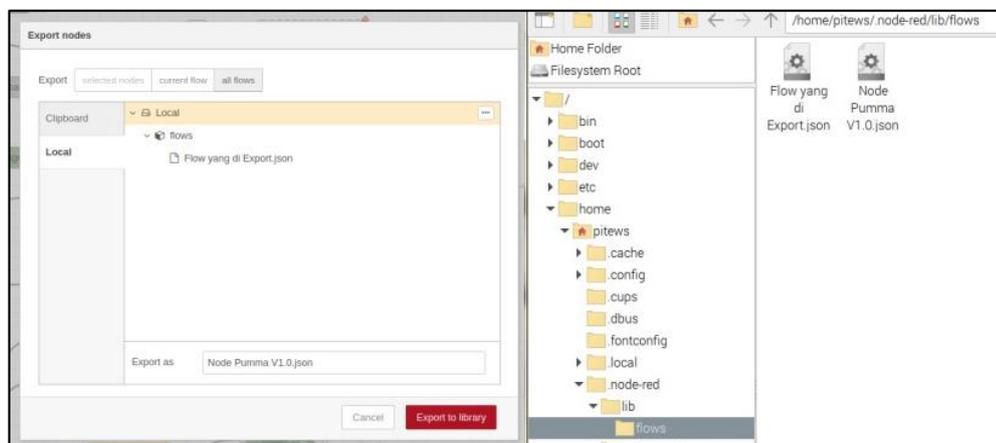
2.5 Node-RED

Node-RED merupakan *Visual Flow Programming* (Pemrograman Visual) yang berbasis browser, dengan menyediakan editor aliran berbasis *browser* yang memudahkan penyatuan aliran menggunakan berbagai node di palet. Alur kemudian dapat diterapkan ke *runtime* dalam satu klik. Fungsi *JavaScript* dapat dibuat dalam editor, mempunyai *library* memungkinkan untuk menyimpan fungsi, template, atau alur untuk digunakan kembali.



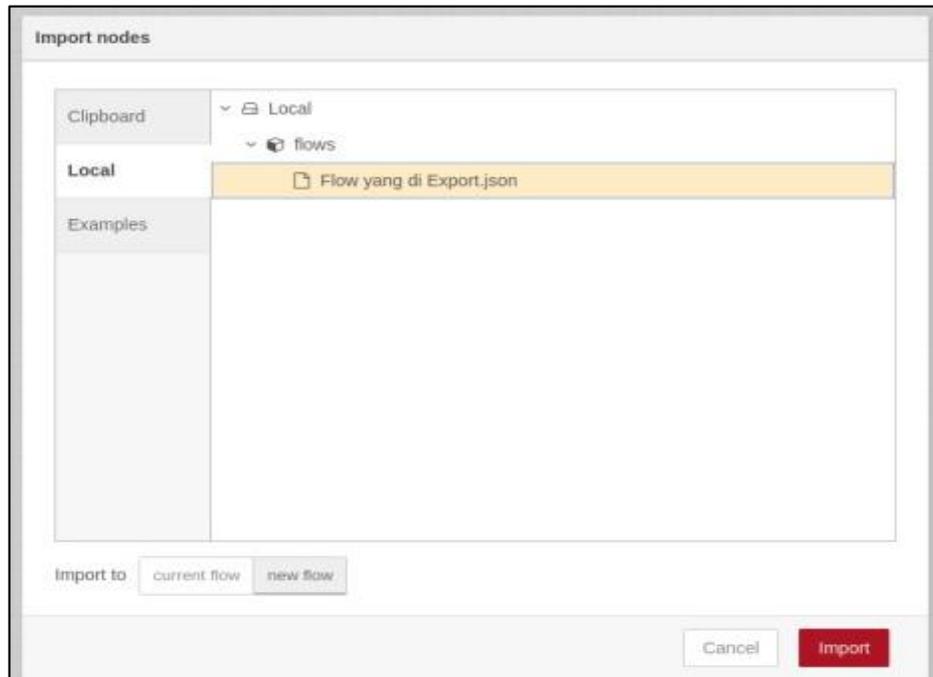
Gambar 2. 2 *Pallete* pada Node-RED

Node-RED dibangun di *Node.js*, yang membuatnya ideal untuk dijalankan di tepi jaringan pada perangkat keras berbiaya rendah seperti Raspberry Pi serta di cloud. Dengan lebih dari 225.000 modul dalam repositori paket Node, dan *opensource* sehingga flow yang dibuat di Node-RED disimpan menggunakan JSON yang dapat dengan mudah diimpor dan diekspor untuk dibagikan kepada orang lain [12].



Gambar 2. 3 *Export Flow* dan lokasi *Export* pada folder SBC

Export flow pada perangkat yang sama akan selalu berhasil dengan catatan *palette* yang di install belum dilakukan *update patch* pada *workflow* Node-RED yang dijalankan. Untuk perangkat yang baru, harus menginstall *palette* yang sama dengan yang dibutuhkan oleh *Workflow Node* yang akan digunakan.



Gambar 2. 4 *Import Flow* yang sudah di-*export* pada sebelumnya *Import flow* dapat dengan mudah dilakukan dengan melakukan *import* pada menu *sidebar* pada Node-RED

2.6 *Virtual Network Computing (VNC)*

Virtual Network Computing (VNC) adalah sistem berbagi layar lintas platform untuk mengontrol komputer lain dari jarak jauh. Layar komputer, keyboard, dan mouse dapat digunakan dari jarak jauh oleh pengguna jarak jauh dari perangkat sekunder seolah-olah mereka sedang duduk tepat di depannya. VNC bekerja pada model klien/*server*. Komponen *server* diinstal pada komputer jarak jauh (yang ingin dikontrol), dan penampil VNC, atau klien, diinstal pada perangkat yang ingin dikontrol. Ini dapat mencakup komputer lain, tablet, atau ponsel. Ketika *server* dan penampil terhubung, *server* mengirimkan salinan layar komputer jarak jauh ke penampil. Pengguna jarak jauh tidak hanya dapat melihat segala sesuatu di layar

komputer jarak jauh, tetapi program ini juga memungkinkan perintah keyboard dan mouse bekerja pada komputer jarak jauh dari jauh, sehingga pengguna yang terhubung memiliki kendali penuh (setelah diberikan izin dari komputasi jarak jauh). VNC diciptakan di Cambridge pada akhir tahun 1990an oleh para pendiri RealVNC, dan dikomersialkan pada tahun 2002 ketika perusahaan tersebut didirikan [13].

2.7 *Kanban*

Kanban merupakan model pengembangan perangkat lunak yang berfokus untuk mengatur aliran kerja atau *workflow* dan informasi dalam pengembangan perangkat lunak. Kanban memiliki konsep utama yaitu *visualize workflow* atau memvisualisasikan alur kerja, limit *Work in Process (WIP)* atau membatasi proses dalam pekerjaan, dan *measure and improve flow* atau melakukan peningkatan aliran kerja. Pemvisualisasian ini dilakukan menggunakan sebuah *kanban board* yang berisi proses-proses dalam pengembangan seperti perencanaan, perancangan, 10 persetujuan, pengembangan, pengujian, pengintegrasian, dan penerapan. Membatasi pekerjaan atau limit WIP dilakukan dengan tujuan agar pekerjaan dilakukan lebih optimal. Pada dasarnya sebuah tim memiliki batasan maksimal pekerjaan yang dilakukan agar mencapai hasil yang optimal. Melakukan peningkatan aliran kerja dilakukan untuk mencapai estimasi waktu yang sesuai. Menemukan dan mengaplikasikan matriks pekerjaan yang sesuai merupakan langkah untuk melakukan pengestimasi pekerjaan dengan tepat [14][15].

2.8 *Trello*

Trello adalah sebuah perangkat lunak manajemen proyek yang memungkinkan pengguna untuk membuat papan tugas, daftar, dan kartu untuk mengorganisasi pekerjaan dan kolaborasi dalam satu tempat yang mudah diakses.

Trello memiliki beberapa kelebihan yang membedakannya dari aplikasi manajemen proyek dan kolaborasi lainnya yaitu:

1. Antarmuka pengguna yang intuitif: Trello memiliki antarmuka pengguna yang sangat mudah digunakan dan intuitif. Pengguna dapat membuat dan mengatur papan tugas, daftar, dan kartu dengan mudah, bahkan bagi mereka yang tidak memiliki pengalaman dengan aplikasi manajemen proyek sebelumnya.
2. Fleksibilitas dan kustomisasi: Trello memberikan fleksibilitas dan kustomisasi yang tinggi untuk pengguna. Pengguna dapat menyesuaikan papan tugas dan kartu sesuai dengan kebutuhan mereka, menambahkan label, member, daftar, dan catatan pada kartu, serta mengatur deadline dan pengingat untuk tugas tertentu.
3. Integrasi dengan aplikasi lain: Trello memiliki integrasi dengan banyak aplikasi lain seperti Google Drive, Slack, Dropbox, dan Evernote. Integrasi ini memungkinkan pengguna untuk menghubungkan tugas dan informasi dari berbagai platform dalam satu tempat yang mudah diakses.
4. Mudah diakses dari berbagai perangkat: Trello dapat diakses dari berbagai perangkat, termasuk desktop, tablet, dan smartphone. Aplikasi Trello mobile yang tersedia untuk Android dan iOS juga memungkinkan pengguna untuk mengakses papan tugas mereka dari mana saja dan kapan saja.
5. Trello Business Class: Versi berbayar dari Trello yang dirancang khusus untuk tim dan organisasi. Versi ini memiliki fitur tambahan seperti kontrol akses, integrasi dengan aplikasi lain, dan dukungan pelanggan 24/7.

Kelebihan-kelebihan tersebut membuat Trello menjadi pilihan yang tepat bagi tim atau organisasi yang ingin meningkatkan produktivitas dan kolaborasi dalam pekerjaan. Trello sangat mudah digunakan, fleksibel, dan dapat diakses dari berbagai perangkat, serta memiliki berbagai fitur yang dapat membantu pengguna mengelola proyek dan tugas dengan lebih efektif [16][17].

2.9 Penelitian Terkait

Sebelumnya, terdapat beberapa jurnal yang relevan dengan topik ini. Jurnal-jurnal tersebut digunakan sebagai sumber referensi guna mencapai hasil yang diinginkan.

Penelitian yang dilakukan oleh **M Fikri Mulyawan** pada tahun 2023 mengembangkan sebuah sistem informasi *Dashboard* untuk sistem Perangkat *Internet of Things*. Data dari sistem tersebut akan dikirim ke dalam sebuah database yang kemudian data tersebut akan ditampilkan menggunakan *tools* Node-RED. *Tools* ini merupakan *middleware* yang menghubungkan perangkat IoT dengan *Database*, hasil dari pembacaan sistem *Internet of Things* akan tersimpan ke dalam *database* dan dapat dilihat hasilnya melalui *Dashboard* secara *real time*. Dengan dashboard *Grafana*, **Khoirul Anam** juga menggunakan Node-RED dalam penelitian Sistem Monitoring Sensor Suhu dan Kelembapan di Ruang Produksi Menggunakan Node-RED sebagai *Back-End* dan *Grafana* sebagai Front End [18][19].

Internet of Things bermanfaat di bidang apapun termasuk bidang pertanian, seperti yang dilakukan oleh **Aji Cahya** dengan merancang Sistem pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, pemupukan, dan pemberian pestisida, dimana sistem tersebut dapat menentukan output sesuai parameter input yang sudah disiapkan. Suatu sistem yang dibuat pada penelitian ini berupa perangkat keras berbasis sistem tertanam yang mampu membantu petani dalam mengelola tanaman cabai dari proses penanaman bibit sampai siap panen, agar lebih efisien dalam pengaturan output maka alat tersebut menggunakan *sprinkler* jenis *spray*. Sistem yang akan dibangun diharapkan dapat memberikan perintah penyiraman dengan akurat sesuai kebutuhan tanaman, dimana parameter input diperoleh dari sensor kelembaban tanah, sensor DHT, dan sensor hujan. Sistem tersebut bertujuan agar tanaman dapat tumbuh sehat dan menghasilkan buah yang berkualitas. *Board* yang digunakan sebagai mikrokontroler berupa Wemos D1 R1, dan NodeMCU. *Board* tersebut sudah terintegrasi modul wifi Esp8266 dan mampu mengirim data secara realtime. Dalam penelitian, dilakukan pengambilan data semua sensor agar petani dapat memonitoring kondisi kebun yang sudah ditanam cabai [20].

Pada penelitian yang dilakukan oleh **Refnaldy Hartono, Muhammad Ary Murti, Ibnu Alinursafa** pada tahun 2022 melakukan penelitian di Pelabuhan Nelayan Cikidang Pangandaran. Penelitian ini berjudul “Sistem Pemantauan Ketinggian

Gelombang Dan Ketinggian Permukaan Air Laut Berbasis *Internet of Things* (IoT) Menggunakan LPWAN LoRa”. Penelitian ini mencari informasi ketinggian gelombang dan permukaan air laut didapatkan dengan sifat gelombang ultrasonik menggunakan sensor ultrasonik MB-7383. Data mentah yang didapat dari sensor diolah dan dikirimkan menggunakan jaringan LoRa yang disediakan oleh Antares. Performa sensor tersebut sangat baik terhadap permukaan air yang dapat terlihat dari akurasi dan presisi sensor yaitu masing-masing sebesar 98,60% dan 99,72%. Pengamatan dilakukan secara real-time selama 4,5 jam. [21]

Terdapat juga penelitian lain yang membahas tentang *IoT* dengan menggunakan Node-RED pada tahun 2022 yang dilakukan oleh **Christian Fredy Naa**. melakukan penelitian dengan membangun terdiri dari empat buah sensor temperatur dan kelembapan, dua buah mikrokontroler ESP32, Raspberry Pi, protokol komunikasi MQTT dan Node-RED yang bertempat pada Rumah kaca dengan tujuan merekayasa iklim mikro. Dengan menguji selama satu hari penuh. Hasil dari rancangan ini adalah sistem mampu menampilkan data pengukuran serta merekamnya dalam format .csv. Sistem juga mampu secara kualitatif menggambarkan dinamika cuaca dan penyiraman yang terjadi di luar dan di dalam rumah kaca. Berbeda dengan Christian, **Murie Dwiyaniti** melakukan penelitian dengan Raspberry Pi untuk Efisiensi Energi Pada Penerangan Jalan Cerdas [22][23].

Pada penelitian terkait dengan TEWS yang dilakukan oleh **Semeidi Husrin dkk.** Pada tahun 2021, penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kinerja IDSL (*Inexpensive Device for Sea Level Measurement*) atau PUMMA (Perangkat Ukur Murah untuk Muka Air laut) yang terpasang di Pantai Pangandaran sejak Oktober 2019. Data selama 9 bulan pertama berhasil dianalisa berdasarkan parameter-parameter tersebut diperkuat dengan pemodelan tsunami di Selatan Jawa menggunakan model numrik COMCOT. Hasil analisa memperlihatkan bahwa IDSL/PUMMA bekerja dengan baik dengan memberikan data valid dengan kerapatan setiap 10 detik sebanyak lebih dari 91% dengan kecepatan transmisi data di bawah 25 detik (99%). Sementara itu, gambar CCTV camera dengan kualitas

baik dan sedang mencapai 69%. **Dian Novianto** juga melakukan penelitian yang serupa dilakukan di Pelabuhan Perikanan Sadeng dengan analisa berdasarkan parameter kritis sistem peringatan dini tsunami seperti kualitas data, waktu latensi, kualitas gambar CCTV, dan kemampuan pelepasan peringatan. Hasilnya menunjukkan rentang pasang surut pada saat pasang surut sekitar 3,19 m, sesuai dengan data stasiun pasang surut BIG. Data tersebut juga menunjukkan bahwa tinggi pasang minimum adalah 0,06 m dan tinggi pasang maksimum adalah 3,25 m. Hasil performa menunjukkan total data gap sebanyak 1717 data gap dengan minimum gap 10 detik dan maksimum gap selama dua hari sebesar 9 jam, dengan interval latensi didominasi nilai kurang dari 30 detik. Namun, terdapat delapan latensi ekstrem dalam periode pengamatan yang terkait dengan kuota internet dan gangguan teknis. Untuk kualitas kamera CCTV, kualitas gambar yang baik memberikan kontribusi sebesar 84,85%. Meski terdapat banyak gangguan dari sinyal GSM dan aktivitas kapal di bawah sensor, namun kinerja perangkat ini secara keseluruhan telah menunjukkan keandalan yang tinggi untuk memperkuat sistem peringatan dini tsunami yang ada di Selatan Jawa dan Indonesia. [24][25].

Salah satu penelitian yang membahas tentang *IoT Small Small Single-Board Circuit Computer* (SBC) dengan pemrograman visual oleh **R Varun Phutane** pada tahun 2022. SBC dan Arduino. Papan Arduino diprogram dengan kode yang diperlukan melalui Arduino IDE. Output dari Arduino disimpan dalam *database* lokal menggunakan influxdb. Dasbor Aplikasi Web dikembangkan menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript. Aplikasi web mengumpulkan data dari Node-RED dan dasbor memvisualisasikan semua data sensor seperti suhu, kelembaban, tekanan barometrik, intensitas cahaya, kualitas udara dan curah hujan. Dasbor ini akan memperbarui nilai parameter di atas secara real-time untuk membantu memantau, mengontrol, dan memelihara lingkungan tertentu [26]

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dan pembuatan Tugas Akhir ini dilakukan pada :

Waktu : Oktober 2023 – Januari 2024

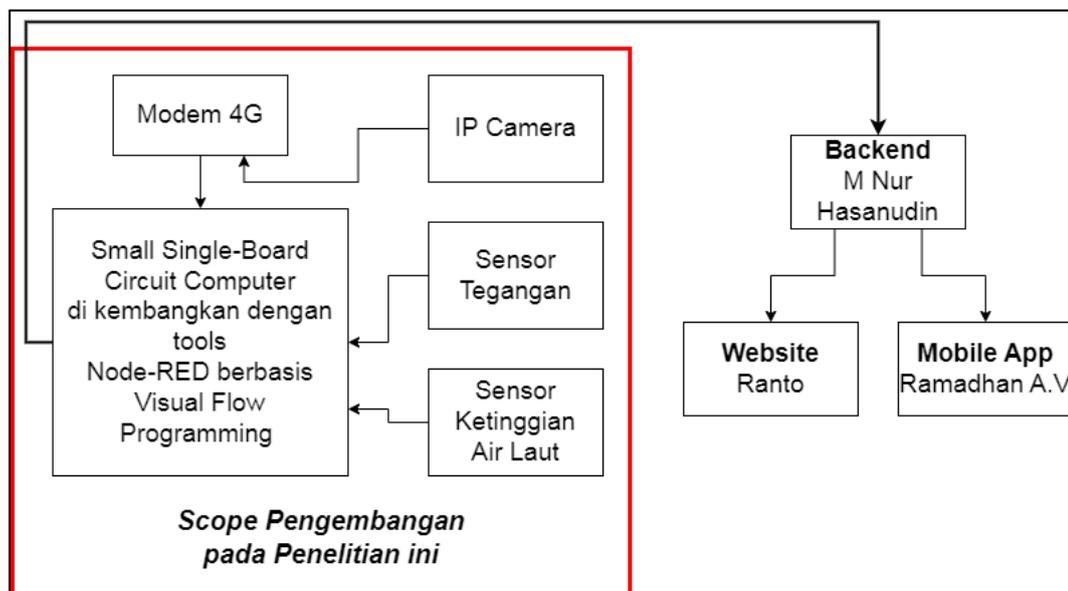
Tempat :

- Laboratorium Teknik Digital, Teknik Elektro, Universitas Lampung,
- Lab. Bengkel Baja & Kayu, Teknik Sipil, Universitas Lampung,
- Marina Jambu, Bulakan, Kec. Cinangka, Kabupaten Serang.

3.2. Capstone Project

Kegiatan penelitian ini berkolaborasi dengan beberapa penelitian lain yang berkaitan untuk membangun sistem pemantauan dan peringatan dini bencana.

Project yang dikerjakan ditunjukkan dengan diagram sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Diagram keseluruhan pengembangan sistem

Pada project yang dikembangkan tersebut terdapat beberapa bagian yang dikerjakan secara terpisah. Beberapa bagian tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Tim pengembangan project

No	Nama	Bagian
1.	Ridho Tegar Pradana	Tim PUMMA Unila
2.	Irsandi Age Pangestu	Tim PUMMA Unila
3.	Hans Khalif Hafif	Tim PUMMA Unila
4.	Muhammad Abdurachman Hilmy	Firmware TEWS
5.	M. Nur Hasanuddin	Back-end Developer
6.	Ranto	Front-end Developer Web
7.	Ramadhan Andhika V	Mobile App Developer

3.3. Alat dan Bahan Rancang Bangun

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam pengerjaan penelitian dan pengembangan sistem yang dibuat adalah sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Alat berupa Hardware dan Software yang digunakan

No	Perangkat	Spesifikasi	Kegunaan
1	Laptop	ASUS A43E, RAM 6GB, SSD 512GB, Sistem Operasi Windows	Perangkat yang digunakan untuk membangun dan melakukan remote pada Small Single-Board Circuit Computer (SBC)
2	Raspberry Pi 4 Model B	64-bit quad-core Cortex-A72 processor 2GB LPDDR4 RAM	SBC sebagai perangkat penunjang U-TEWS
3	Aplikasi Pemrograman Visual	Node-RED	Sebagai aplikasi untuk membangun dan mengkonfigurasi sensor dengan perangkat SBC

3	Bahasa Pemrograman	<i>Javascript</i>	Bahasa pemrograman yang membantu untuk pembuatan pada Node-RED
4	Aplikasi Remot	VNC (Virtual Network Computing)	Sebagai aplikasi untuk pengendali jarak jauh SBC
5	Trello	Trello web version	Aplikasi web yang digunakan untuk visualisasi metode Kanban dalam pengembangan sistem

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pengerjaan penelitian dan pengembangan sistem ini berupa data yang didapatkan dari sensor pemantauan diantaranya:

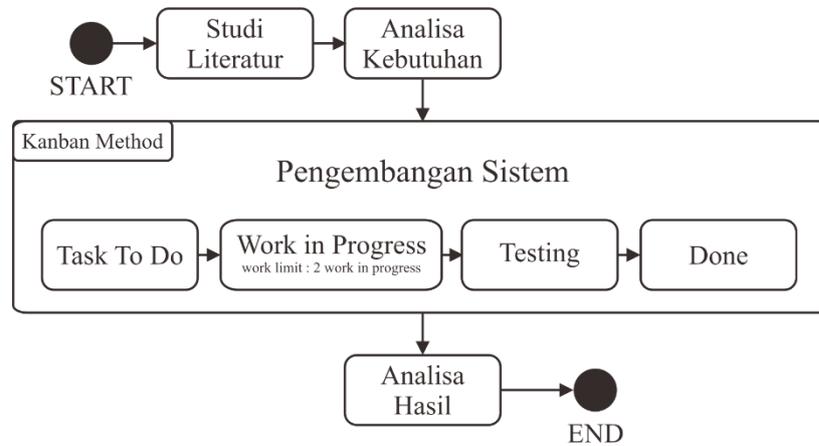
Tabel 3. 3 Bahan penelitian dari data sensor.

NO	Data yang diterima	Keterangan
1	Timestamp	Data yang menunjukkan waktu, berdasarkan Network Time Protocol (NTP) yang dikirim oleh SBC
2	Date	Data yang menunjukkan tanggal, berdasarkan Network Time Protocol (NTP) yang dikirim oleh SBC
3	Tinggi	Data ketinggian air laut yang didapat dari sensor ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik Maxsonar MB7366
4	Tegangan	Data yang menunjukkan tegangan baterai perangkat <i>Raspberry pi</i> , diambil dari sensor tegangan INA219
5	Suhu	Data yang menunjukkan suhu perangkat <i>Raspberry pi</i>
6	Image	Data citra yang diambil dari IPCamera Hikvision

3.4. Tahapan Penelitian

Pengerjaan dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap mulai dari studi literatur kemudian dilanjutkan dengan tahapan perancangan sistem menggunakan metode

Kanban lalu diakhiri dengan tahapan Analisa hasil. Berikut ini adalah diagram alir dari tahapan yang dilakukan.



Gambar 3. 2 Diagram alir tahapan penelitian

3.5. Analisa Kebutuhan

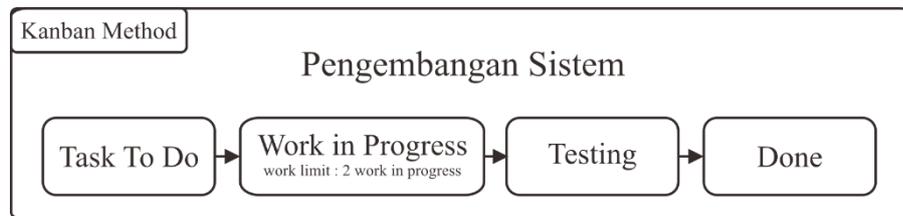
Penentuan kebutuhan didapatkan setelah mendapatkan beberapa data berupa literasi yang berkaitan dengan *Tsunami Early Warning System (TEWS)* yang selanjutnya akan dicari informasi yang berhubungan dengan aktivitas yang akan dilakukan dalam pengembangan sistem. Adapun setelah dilakukannya identifikasi terhadap tujuan pengembangan sistem dan kebutuhan, didapat beberapa kebutuhan yang dapat diselesaikan dengan penelitian ini antara lain :

1. Node-RED yang berfungsi untuk melakukan visual programming perangkat sensor
2. Data keterangan waktu dan tanggal, data tersebut diambil berdasarkan *Network Time Protocol (NTP)* yang akan dikirim oleh SBC.
3. Data ketinggian air laut didapat dari sensor ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik Maxsonar MB7366
4. Data tegangan baterai supply sistem , diambil dari sensor tegangan INA219
5. Data suhu SBC
6. Data citra pada lokasi pemasangan yang akan digunakan untuk menampilkan secara visual ketinggian air pada lokasi tersebut menggunakan IPCamera.

Dalam penelitian ini, digunakan perangkat SBC berupa Raspberry Pi 4 Model B sebagai pusat pengiriman data oleh sensor untuk melakukan konfigurasi pada sensor.

3.6. Pengembangan Sistem

Dalam penelitian ini, digunakan model Kanban Board. Berikut ini adalah tahapan yang akan dilaksanakan dalam pengembangan menggunakan metode Kanban.



Gambar 3. 3 Pengembangan sistem

3.6.1 Tahap Task To Do

Pada tahap task to do, pada bagian tugas yang akan dilakukan berdasarkan analisa kebutuhan sebelumnya diletakkan pada kartu – kartu dan kartu tersebut diletakkan pada bagian ini sebelum dilakukan pengerjaan tugas. Pada tahap ini, kartu tugas akan diberikan label yang menunjukkan skala prioritas dari tugas tersebut. Terdapat 3 skala prioritas yang digunakan dalam pengembangan sistem ini yaitu :

1. Prioritas Tinggi

Pada tugas yang prioritas tinggi, kartu tugas akan diberi label berwarna merah yang menunjukkan tugas tersebut berprioritas tinggi untuk dikerjakan. Prioritas tinggi menandakan bahwa tugas tersebut adalah tugas yang penting dan krusial untuk membuat sistem dapat berjalan dengan baik. Apabila tugas tersebut tidak dilakukan, maka akan mengganggu jalannya sistem atau sistem bisa tidak berjalan sama sekali.

2. Prioritas Sedang

Kartu tugas dengan prioritas sedang akan diberi label berwarna biru. Tugas dengan prioritas menengah menandakan bahwa tugas tersebut adalah

tugas yang penting untuk dikerjakan namun tugas tersebut tidak akan mengganggu kinerja sistem apabila belum dikerjakan.

3. Prioritas Rendah

Tugas dengan prioritas terendah akan ditandai dengan label berwarna kuning. Prioritas terendah dalam pengembangan sistem ini menandakan bahwa tugas tersebut merupakan tugas opsional yang apabila belum dikerjakan tidak akan mengganggu kinerja sistem.

Penentuan prioritas dari setiap tugas yang dilakukan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.5 Penentuan prioritas dari tugas yang dilakukan.

No	Tugas (<i>Task</i>) yang dilakukan	Prioritas	Alasan
1.	Desain dan Arsitektur Sistem	Sedang	Desain arsitektur adalah tugas membantu mengidentifikasi fungsi – fungsi pada sistem yang akan dibangun, namun tidak berpengaruh secara langsung terhadap kinerja sistem
2.	Inisialisasi dan persiapan <i>Small Single-Board Circuit Computer</i> (SBC)	Tinggi	Inisialisasi dan persiapan SBC merupakan hal yang penting untuk dilakukan dikarenakan pada perangkat inilah tempat sensor dihubungkan dan berjalannya pemrograman visual.
3.	Persiapan dan konfigurasi aplikasi remote SBC	Tinggi	Konfigurasi aplikasi remote SBC harus dilakukan dikarenakan apabila aplikasi remote tidak dikonfigurasi terlebih dahulu, SBC tidak akan dapat dikontrol dari jarak jauh.

4.	Inisialisasi dan persiapan pemrograman visual menggunakan Node-RED	Tinggi	Inisialisasi dan persiapan pemrograman visual harus dilakukan dikarenakan pada pada langkah ini sensor dapat diinisialisasi dan di program.
5.	Persiapan dan konfigurasi Node Timestamp	Tinggi	Konfigurasi pada node Timestamp untuk memberikan label waktu dan tanggal pada topic.
6.	Persiapan dan konfigurasi Node Suhu SBC	Tinggi	Konfigurasi pada node suhu SBC berperan penting untuk monitoring apakah perangkat berjalan normal atau overheat.
7.	Persiapan dan konfigurasi Node sensor tegangan INA219	Tinggi	Konfigurasi pada node sensor tegangan ina219 penting dilakukan untuk monitoring apakah power supply untuk sistem memadai atau tidak.
8.	Persiapan dan konfigurasi Node IPCamera	Tinggi	Berkaitan dengan tugas yang sebelumnya, tugas ini bertujuan untuk memastikan data dari sensor ketinggian air laut dengan citra yang ditangkap pada sekitar lokasi pemasangan
9.	Persiapan dan konfigurasi Node Sensor ultrasonik Maxsonar MB7366	Tinggi	Konfigurasi sensor ultrasonik Maxsonar MB7366 dilakukan untuk mengambil data jarak dan dimanipulasi untuk mendapatkan data ketinggian air laut
10.	Menggabungkan Semua Topic Node Menggunakan Node Join	Tinggi	Menggabungkan semua topic node untuk menampilkan keseluruhan topic pada flow workspace Node-RED

3.6.2 Tahap Work in Progress

Kartu – kartu tugas yang telah diletakan pada bagian *Task to Do* akan dipindahkan ke bagian ini saat tugas tersebut sedang dikerjakan. Sesuai dengan prinsip dari Kanban yaitu membatasi tugas yang sedang berlangsung, maka tugas yang diletakan pada bagian ini akan dibatasi jumlah tugasnya pada setiap flownya. Pembatasan tugas pada tahap ini berfungsi untuk menghindari terjadinya overproduksi atau pemborosan dari pengerjaan banyak tugas sekaligus, sehingga fokus dapat lebih diarahkan pada menyelesaikan pekerjaan yang sedang dalam proses sebelum memulai pekerjaan baru.

Dalam penelitian ini ditentukan batasan dari tahapan ini adalah 2 buah task yang dapat dikerjakan secara bersamaan. Hal ini dikarenakan dalam pengembangan sistem ini dilakukan secara individu, sehingga membatasi dua buah pekerjaan sudah cukup efektif dalam penyelesaiannya.

3.6.3 Tahap Testing

Tugas yang telah selesai dari bagian sebelumnya akan dipindah ke bagian testing. Dalam tahap ini tugas yang selesai akan diuji coba dan evaluasi untuk menguji apakah tugas tersebut dapat terselesaikan dengan baik atau tidak.

Apabila dalam evaluasi terdapat hal yang perlu dilakukan perubahan, maka tugas tersebut akan dikembalikan ke tahap sebelumnya sesuai dengan tingkat prioritasnya. Terdapat beberapa kondisi pengembalian tugas ke tahap sebelumnya. Kondisi tersebut berkaitan dengan jumlah limit dari tahap Work In Progress dan juga skala prioritas dari tugas tersebut. Kondisi – kondisi tersebut dijabarkan sebagai berikut :

- Apabila tugas tersebut bersifat prioritas tinggi dan tahap Work in Progress belum mencapai limit, maka tugas tersebut akan langsung ditempatkan ke tahap Work in Progress.
- Apabila tugas tersebut berprioritas tinggi dan tahap Work in Progress telah mencapai limit, maka tugas tersebut diletakan ke tahap Task to Do sambil

menunggu tahap Work in Progress memiliki satu slot tugas. Apabila slot tugas telah tersedia, tugas ini akan langsung ditempatkan ke Work in Progress.

- Apabila tugas tersebut berprioritas sedang atau rendah, tugas tersebut akan dikembalikan ke tahap Task to Do sambil menunggu tahap Work in Progress memiliki slot kosong dan seluruh tugas prioritas tinggi telah masuk ke tahap Testing.

3.6.4 Tahap Done

Tugas yang telah selesai dilakukan pengujian dan dapat berfungsi dengan baik maka akan dipindahkan ke bagian done. Tugas yang dipindahkan ke bagian ini telah dianggap selesai. Pada prinsip Kanban yaitu visualisasi tugas / pekerjaan, penelitian ini menggunakan aplikasi Trello dalam memvisualisasikan tugas yang berlangsung selama proses pengembangan sistem.

3.7. Analisa Hasil

Tahap analisis dilakukan untuk pengujian mengenai hasil dari pengembangan sistem U-TEWS Menggunakan Visual Flow Programming Berbasis Small Single-Board Circuit Computer yang dilakukan setelah proses pengujian telah selesai dan data hasil pengujian telah terkumpul.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Simpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan *Embedded System* U-TEWS Menggunakan *Visual Flow Programming* Berbasis *Small Single-Board Circuit Computer* dengan metode Kanban telah berhasil dilakukan. Sistem pada *Small Single-Board Circuit Computer* telah berhasil di-integrasikan dengan *back-end* serta *front-end* yang telah dibuat oleh tim PUMMA Unila
2. Penelitian ini berhasil mendapatkan output dari beberapa sensor dan perangkat kamera kemudian melakukan konfigurasi pada *tools Visual Flow Programming* yaitu Node-RED.
3. Hasil dari pengujian menggunakan skenario pengujian 10 kali melakukan pemadaman daya pada SBC dan mendapatkan hasil bahwa sistem ini dapat dipasang sesuai dengan lokasi yang ditentukan.
4. Berdasarkan hasil yang sudah didapatkan setelah pemasangan, sistem ini berjalan normal dengan parameter yaitu data yang dikirimkan oleh sensor dan perangkat IPCamera tidak terjadi malfungsi dan anomali, sehingga sistem ini menghasilkan data yang dapat divalidasi oleh masyarakat yang bertempat disekitar sistem.

5.2. Saran

Saran yang diperoleh berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Melakukan analisa kinerja SBC Raspberry Pi 4 dan Raspberry Pi 5 untuk pengembangan sistem U-TEWS.
2. Melakukan analisa tingkat lanjut pada terjadinya *delay* pengambilan citra dari IPCamera.
3. Melakukan analisa efisiensi Node-RED pada kinerja sistem SBC.
4. Melakukan skenario pengujian lain sebelum pemasangan sistem pada lokasi yang ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS Provinsi Lampung, *Provinsi Lampung Dalam Angka 2023*. 2023.
- [2] Pemerintah Provinsi Lampung, “Update Tsunami Selat Sunda, Korban Meninggal di Lampung 108 Orang.” Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www.lampungprov.go.id/detail-post/update-tsunami-selat-sunda-korban-meninggal-di-lampung-108-orang>
- [3] BMKG, “BMKG Ungkap Kronologi Tsunami Selat Sunda.” Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www.bmkg.go.id/berita/?p=bmkg-ungkap-kronologi-tsunami-selat-sunda&lang=ID&tag=tsunami>
- [4] T. Solihuddin, H. L. Salim, S. Husrin, A. Daulat, and D. Purbani, “Dampak Tsunami Selat Sunda Desember 2018 Di Provinsi Banten dan Upaya Mitigasinya,” *J. Segara*, vol. 16, no. 1, pp. 15–28, 2020, doi: 10.15578/segara.v16i1.8611.
- [5] A. Firdaus, S. A. Afiff, and Herdiansyah, “Community Resilient from Anak Krakatau Eruption: Lesson Learn from the Tale of Lampung Submerged to Increase Environmental Awareness,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1111, no. 1, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1111/1/012073.
- [6] J. Pendidikan, “Efektivitas Sistem Informasi Indonesia Tsunami Early Warning System (InaTEWS),” vol. 4, no. 1, 2023.
- [7] A. Amato, “Some reflections on tsunami early warning systems and their impact, with a look at the NEAMTWS,” *Boll. di Geofis. Teor. ed Appl.*, vol. 61, no. 4, pp. 403–420, 2020, doi: 10.4430/bgta0329.
- [8] Heavy.ai, “Embedded Systems.” Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www.heavy.ai/technical-glossary/embedded-systems>
- [9] S. Mulyono, M. Taufik, and M. Taufiqurrohman, “Sistem IoT Terintegrasi Menggunakan Flow Based Programming dengan Protokol MQTT dan Time Series DB,” *Transistor Elektro dan Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 9–20, 2018.
- [10] R. A. Radouan Ait Mouha, “Internet of Things (IoT),” *J. Data Anal. Inf. Process.*, vol. 09, no. 02, pp. 77–101, 2021, doi: 10.4236/jdaip.2021.92006.

- [11] Raspberry Pi, “Raspberry Pi 4.” Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/>
- [12] Nodered.org, “Node-RED Low-code programming for event-driven applications,” Node-RED. Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available: <https://nodered.org/>
- [13] RealVNC, “All you need to know about VNC remote access technology.” Accessed: Nov. 05, 2023. [Online]. Available: <https://discover.realvnc.com/what-is-vnc-remote-access-technology>
- [14] J. Rossberg and M. Olausson, *Agile Project Management With TFS*. 2012. doi: 10.1007/978-1-4302-4345-8_8.
- [15] H. Alaidaros, M. Omar, and R. Romli, “The state of the art of agile kanban method: challenges and opportunities,” *Indep. J. Manag. Prod.*, vol. 12, no. 8, pp. 2535–2550, 2021, doi: 10.14807/ijmp.v12i8.1482.
- [16] F. Amsury, I. Kurniawati, Heriyanto, and M. Rizki Fahdia, “Pelatihan Pemanfaatan Aplikasi Trello Untuk Meningkatkan Efektifitas Manajemen Proyek Pada Karyawan PT Jaya Persada Indonesia,” *Abdi Teknayasa*, vol. 3, no. 2, pp. 112–117, 2022, doi: 10.23917/abditeknayasa.v3i2.1249.
- [17] A. A. F. Amarta and I. G. Anugrah, “Implementasi Agile Scrum Dengan Menggunakan Trello Sebagai Manajemen Proyek Di PT Andromedia,” *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 6, pp. 528–534, 2021, doi: 10.32672/jnkti.v4i6.3702.
- [18] K. Anam, D. N. Rofi, and R. Meiyanti, “Monitoring System for Temperature and Humidity Sensors in the Production Room Using Node-RED as the Backend and Grafana as the Frontend,” *J. Syst. Eng. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 68–76, 2023, doi: 10.29207/joseit.v2i2.5222.
- [19] M. F. Mulyawan, “Sistem Informasi Berbasis Web Untuk Memonitoring Perangkat Internet of Things (IoT) Menggunakan Node-RED,” *Electr. J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 1, pp. 31–36, 2023, doi: 10.23960/elc.v17n1.2410.
- [20] A. Cahya, “Perancangan Hardware Smart Farming Untuk Pemeliharaan Tanaman Cabe Berbasis Sistem Tertanam,” *Portaldata.org*, vol. 2, no. 4, pp. 1–10, 2022.

- [21] R. Hartono and M. A. Murti, “Sistem Pemantauan Ketinggian Gelombang Dan Ketinggian Permukaan Air Laut Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan LPWAN LoRa,” *Pros. Semin. Nas. Ilmu ...*, 2022.
- [22] C. Naa, “Greenhouse Monitoring System using ESP32, Raspberry Pi, MQTT and Node-RED,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 11, no. 3, pp. 133–138, 2022.
- [23] M. Dwiyanti, K. M. Nitisasmita, and Tohazen, “Energy Efficiency on Smart Street Lighting Using Raspberry Pi Based on Scada and Internet of Things (IoT),” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1364, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1364/1/012034.
- [24] S. Husrin *et al.*, “Analisa Kinerja IDSL/PUMMA untuk Peringatan Dini Tsunami di Pangandaran,” *J. Kelaut. Nas.*, vol. 16, no. 2, p. 87, 2021, doi: 10.15578/jkn.v16i2.9846.
- [25] D. Novianto *et al.*, “IDSL (Inexpensive Device for Sea Level) performance analysis for tews (Tsunami Early Warning System) in Sadeng fisheries port,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 860, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/860/1/012101.
- [26] R. V. Phutane, “IoT: Based Weather Monitoring System,” *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 10, no. 7, pp. 1695–1699, 2022, doi: 10.22214/ijraset.2022.45446.

LAMPIRAN



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145
Telepon. (0721) 704947, Fax. (0721) 704947
Laman: <http://eng.unila.ac.id/>



SURAT TUGAS

Nomor *933* /UN26.15/KP/2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung menugaskan kepada Pegawai Negeri Sipil, Tenaga Kependidikan, dan Mahasiswa yang tergabung dalam Kelompok Riset Unila Robotika dan Otomasi (URO), Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, yang namanya tersebut di bawah ini:

No.	Nama	NIP/NIK/NPM	Jabatan
1.	Mona Arif Muda Batubara, S.T., M.T.	197111122000031002	Dosen/peneliti Teknik Informatika
2.	Hans Halif Hafif	1915031078	Mahasiswa
3.	Irsandi Age Pangestu	1915031047	Mahasiswa
4.	Muhammad Abdurachman Hilmy	1915061019	Mahasiswa
5.	Ridho Tegar Pradana	2115031053	Mahasiswa

untuk melaksanakan kegiatan riset kebencanaan, instalasi dan pemeliharaan perangkat pada Stasiun Sistem Peringatan Dini Tsunami (PUMMA U-TEWS), Desa Bulakan, Kec. Anyer, Kab. Serang, Prov. Banten pada tanggal 2-3 Januari 2024, kerja sama dengan Pusat Riset Kebencanaan Geologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (PRKG-BRIN).

Setelah melaksanakan tugas, harap Saudara menyampaikan laporan secara tertulis.

Demikian surat tugas ini dikeluarkan untuk dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Dikeluarkan di : Bandar Lampung
Tanggal : 28 Desember 2023

dan Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik
dan Ketesasan



Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T.
NIP 197142142000121001



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 8%

Date: Tuesday, January 16, 2024

Statistics: 845 words Plagiarized / 10781 Total words

Remarks: Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.

EMBEDDED SYSTEM U-TIEWS MENGGUNAKAN VISUAL FLOW PROGRAMMING
BERBASIS SMALL SINGLE-BOARD CIRCUIT COMPUTER Oleh MUHAMMAD
ABDURACHMAN HILMY Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar SARJANA
TEKNIK Pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik PROGRAM STUDI
TEKNIK INFORMATIKA JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
LAMPUNG 2023 DAFTAR ISI DAFTAR ISI 2 DAFTAR TABEL 4 DAFTAR GAMBAR 5 I.
PENDAHULUAN 8 1.1 Latar Belakang 8 1.2 Rumusan Masalah 10 1.3 Tujuan Penelitian
10 1.4 Batasan Masalah 10 1.5 Sistematika Penulisan 10 II. TINJAUAN PUSTAKA 12 2.1
Tsunami Early Warning System (TEWS) 12 2.2 Embedded System 12 2.3 Internet of
Things 13 2.4 Raspberry Pi 4 Model B 13 2.5 Node-RED 14 2.6 Virtual Network
Computing (VNC) 16 2.7

Kanban 17 2.8 Trello 17 2.9 Penelitian Terkait 18 III. METODOLOGI PENELITIAN 22 3.1.
Waktu dan Tempat Penelitian 22 3.2. Capstone Project 22 3.3. Alat dan Bahan Rancang
Bangun 23 3.3.1 Alat 23 3.3.2 Bahan 24 3.4. Tahapan Penelitian 24 3.5. Analisa
Kebutuhan 25 3.6. Pengembangan Sistem 26 3.6.1 Tahap Task To Do 26 3.6.2 Tahap
Work in Progress 29 3.6.3 Tahap Testing 29 3.6.4 Tahap Done 30 3.7. Analisa Hasil 30 IV.
PEMBAHASAN 31 4.1. Proses pengembangan sistem 31 4.1.1. Membuat kartu tugas 31
4.1.2. Flow Pertama 32 4.1.3. Flow Kedua 37 4.1.4. Flow Ketiga 46 4.1.5. Flow Keempat 56
4.1.6. Flow Kelima 65 4.1.7. Flow Keenam 72 4.2. Analisa Hasil 75 4.2.1. Analisa Hasil :
Tahap Sebelum Pemasangan 75 4.2.2.

Analisa Hasil : Tahap Setelah Pemasangan 76 V. KESIMPULAN DAN SARAN 79 5.1.
Kesimpulan 79 5.2. Saran 80 DAFTAR PUSTAKA 81