

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Bencana adalah sebuah rangkaian peristiwa yang dapat mengancam dan mengganggu kehidupan manusia serta menimbulkan efek kerusakan pada lingkungan yang sangat besar [1]. Salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia adalah tanah longsor. Tingginya potensi bencana alam tanah longsor, tidak lepas dari kondisi geografis dan tofografis wilayah Indonesia yang umumnya merupakan kawasan pegunungan, perbukitan, dan lereng-lereng yang menjadikan tanah tidak stabil. Serta kondisi tektonik di negara Indonesia yang membentuk patahan dan batuan vulkanik yang mudah rapuh, sehingga ketika diterjang oleh iklim tropis negara Indonesia dengan curah hujan yang sangat besar, rentan terjadi pergerakan tanah dan mengakibatkan terjadinya tanah longsor [2].

Pada awal tahun 2021, telah terjadi bencana alam tanah longsor yang sangat parah, sehingga menimbulkan banyak korban jiwa dan kerugian harta benda yang cukup besar akibat tertimbun tanah longsor. Seperti yang terjadi di daerah Desa Cihanjuang, Kecamatan Cimanggung, Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat pada 9 Januari 2021. Menurut Kepala Pelaksana BPBD Jawa Barat Dani Ramdani menyebutkan, sebanyak 40 orang meninggal dunia, 3 orang mengalami luka berat, 22 orang mengalami luka ringan, 26 unit rumah mengalami kerusakan parah, serta 1.126 jiwa terdampak akibat bencana longsor tersebut [3].

Faktor-faktor yang dapat memicu terjadinya bencana tanah longsor ada 2, yaitu faktor pengontrol dan faktor pemicu. Faktor pengontrol merupakan faktor yang mempengaruhi kondisi material seperti, kemiringan lereng, kondisi geologi dan litologi. Adapun faktor pemicu merupakan faktor yang mengakibatkan bergesernya material-material tersebut seperti curah hujan yang tinggi, pengikisan atau erosi kaki lereng, getaran yang disebabkan oleh gempa bumi, serta penebangan liar tanpa melakukan reboisasi [4].

Pada umumnya, proses terjadinya bencana alam tanah longsor sangat sulit untuk di prediksi, serta kurangnya pemberitahuan atau peringatan dini kepada masyarakat, yang tempat tinggalnya berada di kawasan daerah pegunungan atau perbukitan. Sehingga menyebabkan tidak adanya persiapan atau waspada ketika akan terjadinya bencana tanah longsor, yang pada akhirnya mengakibatkan banyak

masyarakat yang menjadi korban jiwa dan mengalami kerugian yang sangat besar dari bencana tanah longsor tersebut.

Internet of Things (IoT) memiliki suatu peranan yang sangat penting dibidang teknologi di zaman yang serba canggih seperti sekarang ini. Karena sistem IoT dalam penerapannya dapat mengidentifikasi, serta memantau sebuah objek yang dapat dilakukan secara *real time*. IoT dalam pengembangan dan penerapannya terhadap teknologi informasi dan komunikasi (TIK), memberikan dampak yang besar bagi kehidupan manusia. Dengan hadirnya IoT, dapat membuat segala sesuatu menjadi lebih mudah dan praktis, serta memudahkan proses konektivitas, ketercapaian efisiensi, dan meningkatkan efektivitas monitoring diberbagai bidang, khususnya untuk melakukan *early warning system* dan sistem monitoring bencana tanah longsor pada penelitian kali ini [5].

Dalam pengaplikasian atau penerapan IoT, tentunya memerlukan sebuah perangkat pintar berupa mikrokontroler yang dapat terhubung dengan internet. NodeMCU ESP8266 merupakan sebuah mikrokontroler seperti Arduino Uno, yang ditambahi dengan modul *wi-fi* ESP8266. Mikrokontroler berperan sangat penting, karena mikrokontroler berfungsi sebagai penghubung antara sensor-sensor dengan sebuah aplikasi yang digunakan dalam suatu rangkaian proyek IoT [5].

Blynk merupakan sebuah aplikasi layanan server yang dapat digunakan dalam pengontrolan dan pemantauan sebuah objek, serta mendukung dalam proyek *internet of things*. Aplikasi layanan server ini memiliki lingkungan *mobile user*, baik Android maupun iOS yang dapat diunduh melalui *google play*. Blynk mendukung berbagai macam *hardware* yang dapat digunakan dalam sebuah proyek IoT [6].

Dari permasalahan-permasalahan yang timbul terkait bencana tanah longsor di atas, dan seiring dengan berkembangnya ilmu dibidang teknologi. Maka pada kesempatan kali ini, dilakukan sebuah penelitian yang berfokus pada sistem peringatan dini bencana tanah longsor dan sistem monitoring yang berbasis “Rancang Bangun Prototipe *Early Warning System* Sebagai Mitigasi Bencana Tanah Longsor Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis *Internet of Things* (IoT)”.

1.2 State of The Art

State of the art adalah sebuah bentuk penegasan keaslian karya ilmiah yang dibuat supaya bisa dipertanggung jawabkan, sehingga tidak ada tindakan plagiat sebagai bentuk pembajakan terhadap karya orang lain. Selain itu agar terciptanya ide-ide baru dalam dunia teknologi yang berkembang seperti sekarang ini. Serta menjelaskan mengenai perbandingan terhadap riset yang telah dilakukan sebelumnya, yang menjadi acuan pada penelitian ini. Adapun *state of the art* mengenai penelitian terkait dalam tugas akhir ini, dijabarkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Penelitian terkait.

NO.	JUDUL	NAMA PENELITI	TAHUN
1.	<i>Wireless Sensor Network Based Land Slide Detection And Early Warning System</i>	Ngawang Galley, Tashi Yangzom, Ugyen Tshering, Kamal K.Chapagai	2016
2.	Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Bahaya Tanah Longsor Dengan Sensor <i>Hygrometer</i> Dan <i>Piezoelectric</i>	Ni Kadek Diah Parwati, Dewa Made Wiharta, Widyadi Setiawan	2018
3.	<i>Accelerometer</i> Sebagai Pendeteksi Dini Pergerakan Tanah	Firmansyah M S Nursuwars, Neng I Kurniati, Muhamad T Hidayat	2019
4.	<i>Landslide Detection System: Based on IoT</i>	Ravi Bhushan Bhardwaj	2021
5.	Rancang Bangun Prototipe Deteksi Dini Tanah Longsor Berbasis <i>Double Sensor</i>	Pero Nika Fitriani, Kusumawati Dewi Lestari, Handyesa Dika Pratama, Madlazim	2019

Penelitian mengenai sistem peringatan dini bencana tanah longsor, telah dilakukan oleh berbagai lembaga, baik oleh lembaga riset maupun oleh lembaga Universitas. Pada Tabel 1.1 diperlihatkan penelitian-penelitian yang berkaitan dengan sistem peringatan dini bencana tanah longsor. Penelitian yang telah dilakukan berdasarkan Tabel 1.1, dapat dijelaskan sebagai berikut.

Pada tahun 2016, telah dilakukan sebuah penelitian yang bertujuan untuk sistem peringatan dini tanah longsor, dengan metode yang digunakan ialah WSN (*Wireless Sensor Network*). Penelitian tersebut dirancang oleh Ngawang Galley

dkk yang berasal dari *University Of Bhutan*. Alat yang digunakan pada penelitian tersebut berupa sensor suhu, sensor kelembaban tanah, sensor sudut, ZigBee dan mikrokontroler Arduino Uno. Data yang sudah terkumpul di Arduino Uno, dikirim ke ZigBee. Data yang sudah dikirim ke ZigBee, kemudian dikirim lagi ke pusat kontrol. Informasi atau data yang diterima dipusat kontrol ditampilkan di layar LCD (*Liquid Crystal Display*) melalui mikrokontroler, untuk dilakukan pemantauan secara *real time*. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem deteksi dini tanah longsor dengan metode WSN (*Wireless Sensor Network*), serta parameter tanah longsor yang berlaku, seperti curah hujan, perubahan kemiringan area, dan tingkat kelembaban, dapat dipantau secara *real time* serta informasi mengenai peringatan dapat terkirim melalui kondisi dari tingkatan alarm [7].

Pada tahun 2018, telah dilakukan sebuah penelitian oleh Ni Kadek Diah Parwati, Dewa Made Wiharta, dan Widyadi Setiawan, yang berasal dari Universitas Negeri Udayana. Penelitian tersebut berupa sistem peringatan dini bahaya tanah longsor, yang bertujuan untuk meminimalisir kerugian yang diakibatkan oleh bencana tanah longsor. Adapun alat yang digunakan pada penelitian tersebut yaitu mikrokontroler Atmega328, sensor *hygrometer*, dan sensor *piezoelectric*. Pada alat tersebut terdapat sebuah sistem dengan 3 status bencana yaitu aman, waspada, dan awas. Data dari sensor kelembaban dan pergerakan tanah, dapat dipantau melalui *smartphone* pada situs www.thingspeak.com. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, data sensor pada sistem yang telah dibuat dapat terkirim ke web server ThingSpeak secara *real time*, serta sms himbauan terkait status bahaya dapat terkirim ke pengguna dan *buzzer* dalam kondisi aktif, ketika status longsor awas [4].

Alat deteksi dini pergerakan tanah, telah diteliti oleh Firmansyah M S Nursuwars dkk yang berasal dari Universitas Negeri Siliwangi pada tahun 2019. Penelitian tersebut bertujuan untuk sistem pendeteksi dini bencana. Alat yang digunakan pada penelitian tersebut adalah sensor *accelerometer* MPU6050, sensor curah hujan, dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Setelah data dari tiap sensor terkumpul, kemudian disimpan di server. Serta peringatan dini pergerakan tanah, ditampilkan secara *real time* pada web aplikasi. Berdasarkan hasil pengujian, sensor *accelerometer* dapat membaca pergerakan tanah aman dan bahaya, hasil dari pembacaan sensor tersebut dikirimkan ke server dengan delay waktu sebesar 1,8 detik, dari server ke aplikasi 1 detik dan dari *hardware* ke aplikasi sebesar 2,8 detik dengan persentase keberhasilan 100% [8].

Sistem peringatan longsor berbasis IoT, telah diteliti oleh Ravi Bhushan Bhardwaj dari *Madan Mohan Malaviya University of Technology* di India pada tahun 2021. Alat yang digunakan pada sistem tersebut berupa mikrokontroler Arduino, modul *wi-fi*, sensor kelembaban, dan sensor getaran. Data yang diperoleh dari sensor, dikumpulkan dan diunggah oleh Arduino ke ThingSpeak. Data tersebut dapat dipantau dan dikirim melalui sms diponsel pengguna sebagai peringatan bencana, apabila terjadi bencana tanah longsor. Adapun parameter yang digunakan pada sistem tersebut ialah, nilai ambang batas ditetapkan untuk sensor kelembaban dan sensor getaran. Berdasarkan hasil pengujian, sistem dapat bekerja dengan baik dan getaran gempa dapat terdeteksi, serta sensor kelembaban tanah dan sensor getaran dapat bertindak sesuai dengan nilai yang ditentukan. Ketika nilai ambang batas melebihi, peringatan bencana tersebut dapat terkirim ke pengguna melalui sms diponsel [9].

Pada tahun 2019, telah dilakukan sebuah penelitian oleh Pero Nika Fitriani dkk yang berasal dari Universitas Negeri Surabaya. Penelitian tersebut mengenai deteksi dini tanah longsor. Dalam penelitian tersebut, dirancang sebuah instrumen mitigasi dini tanah longsor yang memadai untuk proses pemantauan kondisi daerah rawan longsor. Alat yang digunakan pada penelitian tersebut yaitu sensor *soil moisture* sebagai pengukur kelembaban tanah dan sensor *potensiometer* sebagai pengukur pergeseran tanah yang dikontrol oleh mikrokontroler Arduino Uno, serta modul HC12 sebagai transmisi *wireless*. Cara kerja dari alat tersebut ialah sensor dan transmisi dipasang pada lereng bidang tanah. Ketika terjadi pergeseran tanah, jarak pergeseran tanah dapat diukur secara otomatis oleh sensor *potensiometer*, serta nilai kelembaban tanah dapat diukur oleh sensor *soil moisture*. Kemudian data tersebut diproses pada mikrokontroler dan ditransmisikan secara *wireless*, serta ditampilkan pada papan informasi digital sebagai *warning system*. Berdasarkan hasil pengujian, *warning system* pada prototipe tersebut dapat terkirim, dengan status aman, siaga, dan bahaya, pada kemiringan $\geq 40\%$ dengan ketelitian rata-rata 96,68% dalam perhitungan pergeseran tanah [10].

Berdasarkan penjelasan dari Tabel 1.1, sudah banyak penelitian-penelitian yang dilakukan mengenai sistem peringatan dini bencana tanah longsor. Maka dari itu, pada kesempatan kali ini dilakukan sebuah penelitian tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Prototipe *Early Warning System* Sebagai Mitigasi Bencana Tanah Longsor Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis *Internet of Things*

(IoT)”. Penelitian tersebut bertujuan sebagai sistem peringatan dini tanah longsor, dengan parameter-parameter yang digunakan pada sistem peringatan dini bencana tanah longsor ini, berupa deteksi air hujan, deteksi pergerakan tanah, dan deteksi pergeseran tanah. Apabila faktor-faktor yang memicu terjadinya bencana tersebut dapat terdeteksi secara dini, maka masyarakat dapat dievakuasi terlebih dahulu sebelum terjadinya bencana. Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini ialah sensor HCSR04 sebagai deteksi pergeseran tanah, sensor MPU6050 sebagai deteksi pergerakan tanah, sensor MD0127 sebagai deteksi air hujan, dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 V3 (LoLin). Data hasil pembacaan sensor tersebut diproses pada mikrokontroler ESP8266, serta dihubungkan secara *wireless* dengan aplikasi Blynk, untuk dilakukan proses pemantauan secara *real time* melalui *smartphone* pengguna. Pada sistem ini terdapat informasi peringatan status bencana berupa waspada dan bahaya. Informasi tersebut peringatan status bencana tersebut dapat terkirim melalui *output* berupa *Buzzer*, LED merah, LED biru, serta notifikasi dari aplikasi Blynk ke layar *smartphone* pengguna, apabila terjadi pergeseran tanah serta mencapai nilai yang telah ditentukan.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana rancang bangun prototipe *early warning system* sebagai mitigasi bencana tanah longsor menggunakan modul ESP8266 berbasis *internet of things* (IoT)?
2. Bagaimana kinerja prototipe *early warning system* sebagai mitigasi bencana tanah longsor menggunakan modul ESP8266 berbasis *internet of things* (IoT)?

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Merancang dan membangun prototipe *early warning system* sebagai mitigasi bencana tanah longsor menggunakan modul ESP8266 berbasis *internet of things* (IoT).
2. Mengetahui kinerja prototipe *early warning system* sebagai mitigasi bencana tanah longsor menggunakan modul ESP8266 berbasis *internet of things* (IoT).

1.5 Manfaat

Pada penelitian ini terdapat dua manfaat yang ingin di capai yaitu :

1. Manfaat akademis dari penelitian ini adalah:

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan ilmu pengetahuan pada mata kuliah di jurusan Teknik Elektro, yang berkaitan dengan pelajaran sistem *embedded*, *internet of things*, dan bahasa pemrograman.

2. Manfaat praktis dari penelitian ini adalah :

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi mengenai perkembangan teknologi dibidang IoT, khususnya pada *early warning system* sebagai mitigasi bencana tanah longsor.

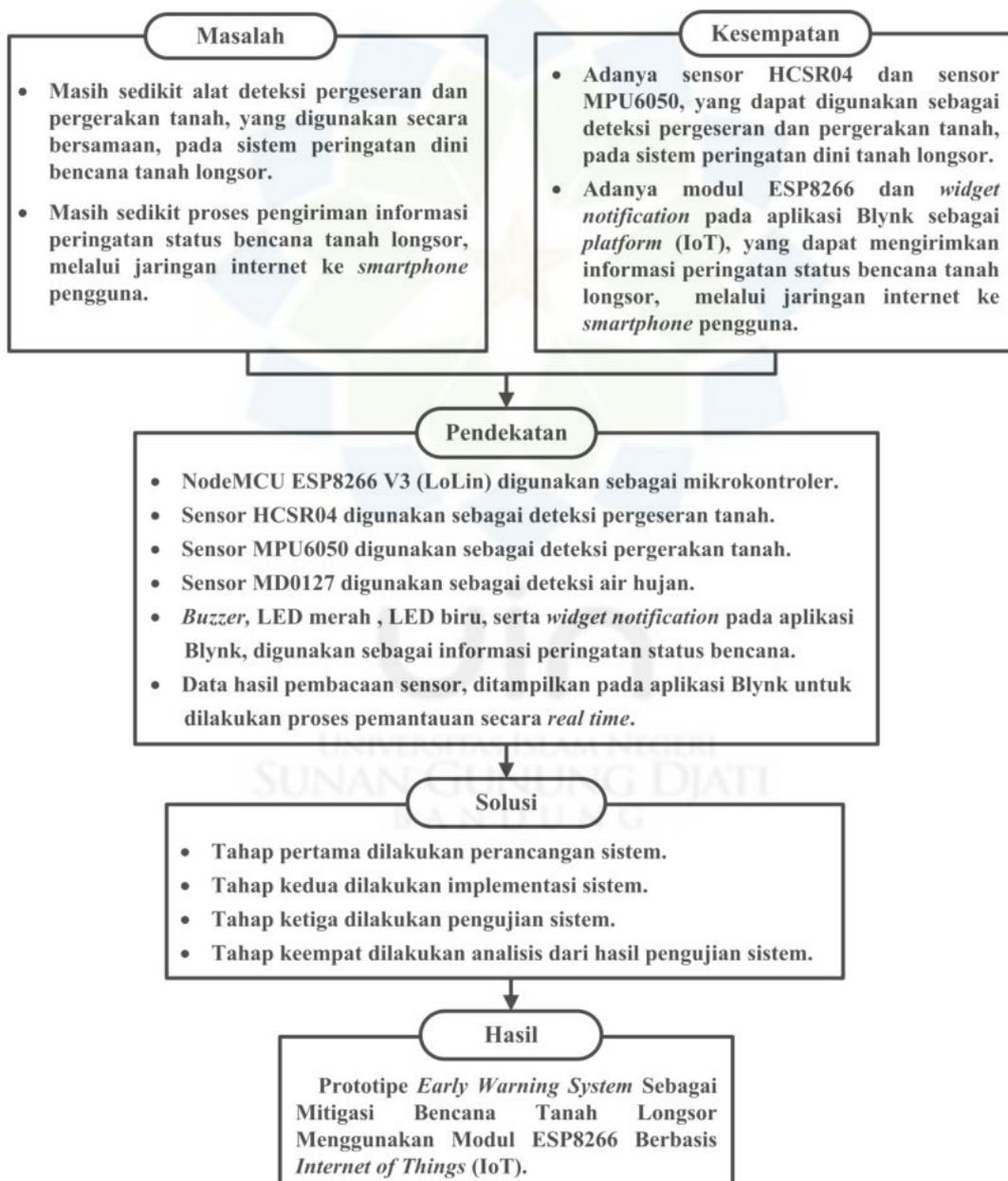
1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian tugas akhir ini ialah sebagai berikut :

1. Prototipe sistem peringatan dini tanah longsor yang dibuat berukuran dengan panjang: 60 cm, lebar: 30 cm, dan tinggi: 40 cm.
2. Pasir silika digunakan sebagai pengganti tanah.
3. Sensor HCSR04 digunakan sebagai deteksi pergeseran tanah.
4. Sensor MPU6050 digunakan sebagai deteksi pergerakan tanah.
5. Sensor MD0127 digunakan sebagai deteksi air hujan.
6. NodeMCU ESP8266 V3 (Lolin) digunakan sebagai mikrokontroler.
7. *Software* Arduino IDE digunakan sebagai media pemrograman.
8. Aplikasi Blynk digunakan sebagai *platform* IoT.
9. *Buzzer*, LED merah, LED biru, dan *widget notification* pada aplikasi Blynk, digunakan sebagai informasi peringatan status bencana.
10. Data dari hasil pembacaan tiap sensor dapat terkirim pada aplikasi Blynk, apabila *hotspot* beserta data internet dari *smartphone* pengguna dalam keadaan aktif dan terhubung dengan *wi-fi* ESP8266.
11. Informasi peringatan status bencana berupa waspada dan bahaya dapat terkirim, apabila nilai jarak antara sensor HCSR04 dengan plat akrilik mencapai 13 cm dan 12 cm.
12. Data yang disimpan pada *email* dalam bentuk *CSV files* berupa nilai ADC sensor, nilai pergeseran tanah, dan nilai pergerakan tanah.

1.7 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir adalah narasi (uraian) atau pernyataan (proposisi) tentang kerangka konsep pemecahan masalah yang telah diidentifikasi atau dirumuskan. Kerangka berpikir dalam sebuah penelitian kuantitatif, sangat menentukan kejelasan dan validitas proses penelitian secara keseluruhan. Adapun kerangka berpikir pada penelitian tugas akhir ini dijabarkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kerangka berpikir.

1.8 Sistematika Penulisan

Pada penelitian tugas akhir ini, terdapat kerangka dan sistematika penulisan yang sesuai dengan aturan yang telah ditentukan, dengan tujuan agar hasil penulisan pada penelitian ini, dapat terstruktur dengan baik. Penelitian tugas akhir ini, disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, *state of the art*, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, kerangka berfikir, dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Pada bab ini dijelaskan tentang hal-hal pokok sebelum dilakukan penelitian. Karena menyangkut dengan penelitian, maka perlu adanya penguasaan teori dasar yang berhubungan dan menunjang pada “Prototipe *Early Warning System* Sebagai Mitigasi Bencana Tanah Longsor Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis *Internet of Things* (IoT)”.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini diuraikan tentang metode penelitian yang digunakan pada penyusunan tugas akhir ini, yaitu studi literatur, identifikasi masalah, analisis kebutuhan sistem, prinsip dan cara kerja sistem, perancangan sistem, implemmentasi sistem, pengujian sistem, dan analisis hasil.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini dijelaskan mengenai tahapan dan proses dari perancangan sistem hingga implementasi sistem, baik dalam segi *softwre* maupun *hardware* pada “Prototipe *Early Warning System* Sebagai Mitigasi Bencana Tanah Longsor Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis *Internet of Things* (IoT)”.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini berisi pengujian dan analisis dari komponen penyusun pada “Prototipe *Early Warning System* Sebagai Mitigasi Bencana Tanah Longsor Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis *Internet of Things* (IoT)”, sehingga dapat mengetahui kinerja dari sistem yang telah dibuat.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan.