MONITORING DAN PENDETEKSI DINI BENCANA LONGSOR BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Reza Rizkia[1], Dedeng Hirawan[2]

[1,2] Teknik Informatika - Universitas Komputer Indonesia
Jln. Dipati Ukur No. 112-116 Bandung, 40132
E-mail : reza.rizkia@outlook.jp[1], dedeng@email.unikom.ac.id[2]

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini dilakukan untuk memberikan informasi *monitoring* dan peringatan dini pada petugas Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Tasikmalaya mengenai kondisi tanah pada wilayah yang berpotensi longsor, dan membantu mengurangi resiko terhadap bahaya longsor, sistem yang dibuat dapat memberikan peringatan dini dengan 4 level peringatan, yaitu normal, siaga, waspada dan awas. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan dengan metode *prototyping* dalam penelitian ini terdapat beberapa parameter tanah yang akan diukur untuk mengetahui kondisi tanah, parameter tersebut adalah parameter kelembaban tanah, kelembaban udara, informasi hujan, dan getaran. Kemudian data pemantauan tersebut dikirimkan secara berkala ke *webserver*, setelah data terkirim maka data akan ditampilkan pada *interface web*, dimana akan ditampilkan seluruh infromasi mengenai kondisi tanah. Dari hasil pengujian yang dilakukan sistem dapat mengirimkan informasi mengenai kondisi tanah pada wilayah rawan longsor serta memberikan peringatan yang dikirimkan dengan membaca nilai perubahan pada setiap parameter pengukuran tanah.

Kata kunci: Longsor, *Internet Of Things*, Bencana, *Monitoring*, *webserver*.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan kontur wilayah yang berupa pegunungan dan tebing-tebing, dikarenakan kontur wilayah tersebut maka kejadian longsor di Indonesia kerap kali terjadi, berdasarkan hasil pengamatan, Provinsi Jawa Barat merupakan.wilayah yang memiliki potensi longsor tinggi, berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) selama 10 tahun terakhir tercatat sekitar 516 kejadian longsor, dengan jumlah korban sebanyak 793 jiwa dan jumlah kerugian fisik sebanyak 248 unit [1]**,** salah satu wilayah yang merupakan wilayah rawan longsor di Jawa barat adalah Tasikmalaya dikarenakan wilayah selatan dari Tasikmalaya merupakan tebing-tebing dan bukit-bukit yang terindikasi memiliki potensi longsor yang cukup tinggi,berdasarkan data kejadian 10 tahun terakhir menunjukkan kejadian longsor terjadi sebanyak 101 kejadian longsor dengan jumlah korban sebanyak 783 jiwa, dan kerugian fisik sebanyak 832 unit [1],

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan pendekatan metode *prototyping*

1.1 Longsor

Berdasarkan definisi dari Badan Penanggulangan Bencana Nasional sesuai dengan Undang-Undang, longsor merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran keduanya, menuruni atau keluar lereng akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng [1]. Gerakan tanah atau lebih dikenal dengan istilah tanah longsor adalah suatu produk dari proses gangguan keseimbangan lereng yang menyebabkan bergeraknya massa tanah dan batuan ke tempat yang lebih rendah [2].

1.2 Faktor Penyebab Terjadinya Longsor

1. Curah Hujan
   Intensitas hujan yang semakin meningkat akan memperbesar peluang terjadinya tanah longsor. Pada dasarnya ada dua tipe hujan pemicu terjadinya longsoran, yaitu hujan deras yang mencapai 70 mm hingga 100 mm per hari [3] dan hujan kurang deras namun berlangsung terus-menerus selama beberapa jam hingga beberapa hari yang kemudian disusul dengan hujan deras sesaat. Seluruh kejadian longsor yang terjadi umunya terjadi setelah hujan hujan turun selama 1-2 jam dan disusul dengan hujan deras [2].
2. Lokasi yang Terjal
   Kelerengan menjadi faktor yang sangat penting dalam proses terjadinya tanah longsor. Pembagian zona kerentanan sangat terkait dengan kondisi kemiringan lereng. Kondisi kemiringan lereng lebih 15 derajat perlu mendapat perhatian terhadap kemungkinan bencana tanah longsor dan

tentunya dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain yang mendukung [3].

Tabel 1.Tabel spesifikasi kemiringan lereng

Kelas	Kemiringan (%)	Klasifikasi
I	< 3	Datar
II	3 – 15	Kemiringan rendah
III	16 – 25	Kemiringan sedang
IV	26 – 40	Kemiringan tinggi
V	> 40	Curam

3. Getaran
   Penyebab tanah longsor lainnya adalah getaran yang bisa bersumber dari gempa bumi, mesin, lalulintas kendaraan dan lain-lain. Akibatnya adalah tanah yang kemudian longsor, jalanan yang retak dan lain-lain [2]**.**

4. Kondisi dan Jenis Tanah
   Kondisi tanah dan jenis tanah pada wilayah longsor sangat berpengaruh terhadap terjadinya longsor di suatu wilayah, faktor ini menjadi pemicu utama terjadinya longsor, nilai permeabilitas tanah akan berpengaruh terhadap kerentan tanah terhadap air dan curah hujan yang berakibat pada perubahan stabilitas tanah penyusun pada lokasi rawan longsor.

Tabel 2. Tabel Jenis dan Teksur Tanah

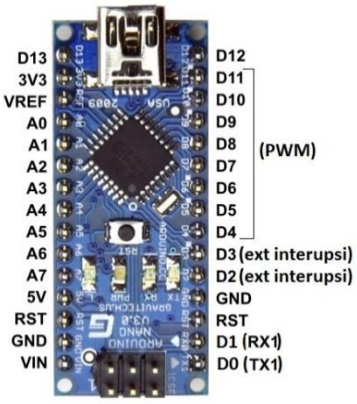
Tekstur Tanah	Porositas Efektif	Permeabilitas (mm/jam)	Permeabilitas (mm)
Pasir	0.471	235.6	96.2
Pasir	0.401	59.8	119.6
Lempung	0.412	21.8	215.3
Lempung	0.434	13.2	175.0
Lempung	0.390	2.0	408.9
Liat	0.321	1.2	466.5
Liat	0.423	1.0	577.7
Liat	0.385	0.6	622.5

1.3 *Internet Of Things*

Internet of Things, atau.dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang sudah meluas [4]**.**Metode yang.digunakan oleh *Internet of Things* adalah nirkabel atau tanpa media kabel, jadi dapat dikendalikan secara otomatis tanpa mengenal jarak. Pengimplementasian *Internet of Things* sendiri. biasanya selalu mengikuti keinginan *developer* atau perancang dalam mengembangkan sebuah aplikasi. yang akan ia ciptakan, apabila aplikasinya itu diciptakan guna membantu.monitoring sebuah ruangan.maka.pengimplementasian *Internet of Things* itu sendiri harus mengikuti alur diagram pemrograman mengenai sensor dalam sebuah rumah, berapa.jauh jarak.agar ruangan dapat dikontrol, dan kecepatan.jaringan.internet yang digunakan [4]**.**

1.4 Arduino

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik open source yang didalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah chip mikrokontroller dengan jenis AVR dari perusahaan atmel [5]. Mikrokontroller itu sendiri adalah chip atau IC (*Integrated Circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroller adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Mikrokontroler bertugas sebagai otak yang mengendalikan input, proses dan output sebuah rangkaian elektronik [6].



Gambar 1. *Arduino Nano*

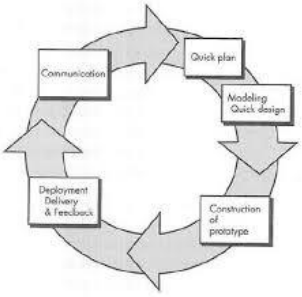
1.5 Raspberry Pi 3

Raspberry adalah *platform* untuk membuat sebuah *prototype* dalam banyak pengaplikasian yang dirangkai oleh banyak sensor , Dalam duni *IoT Raspberry* banyak berperan penting dalam aspek kehidupan yang digital saat ini, berbagai sistem *monitoring* dan *controlling* banyak menggunakan *Raspberry* sebagai pilihan *platform* pembangunan sistem yang dibuat [7] .*Raspberry Pi 3* adalah generasi ketiga dari Raspberry Pi, menggantikan *Raspberry Pi 2 Mode B* pada Februari 2016. *Raspberry Pi 3* memiliki bentuk yang identik dengan *Raspberry Pi 2* sebelumnya (dan Pi 1 Model B +) dan memiliki5 kompatibilitas lengkap dengan *Raspberry Pi* 1 dan 2. Pada perangkat terbarunya ini *Raspberry* menambahkan fitur *built-in wireless* dan *prosesor* yang lebih bertenaga yang belum pernah dimiliki pada versi sebelumnya [8].

Gambar 2. *Raspberry Pi 3*

1.6 Prototyping

Metode pembangunan.perangkat lunak.pada penelitian ini menggunakan metode *prototyping*, karena.pengembang dan pengguna memiliki keterlibatan yang besar, agar hasil dari sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna [9,10]



Gambar 3. Metode *Prototyping*

Berikut adalah penjelasan metode prototyping:

1. *Communication*
   Pada.tahap ini dilakukan penelitian komunikasi dengan pengguna menjelaskan secara keseluruhan tujuan dari sistem dan melakukan identifikasi serta analisa.kebutuhan, dalam penelitian ini komunikasi dilakukan dengan petugas yang berwenang mengenai kebencanaan longsor.
2. *Quick plan*
   Perancangan secara cepat adalah lanjutan dari.tahap komunikasi, pada tahap ini dihasilkan data yang dibutuhkan untuk membangun dan menganalisa sesuai dengan kebutuhan sistem, yaitu sistem yang dapat memberikan hasil pemantauan dan pendeteksian longsor.
3. *Design*
   Pada tahapan ini dilakukan pemodelan secara cepat.yang sesuai dengan kebutuhan dengan merancang struktur data, arsitektur perangkat lunak, dan *Unified Modelling Language* (UML) dari desain.aplikasi dengan cepat untuk membuat gambaran sistem dan alat yang akan di bangun pada penelitian ini.
4. *Construction of Prototype*
   Pada tahap ini mulai dilakukan pembangunan website, dan pembangunan alat yang sesuai dengan kebutuhan pengguna, melakukan pengkodean untuk mikrokontroler arduino untuk dapat terhubung dengan sensor curah hujan, sensor *soil moisture*, sensor getar, sensor kelembaban udara dan menghubungkan dengan *Raspberry Pi* sebagai media komunikasi data yang kemudian mengirimkan data hasil pengukuran sensor lalu menyimpan data ke dalam *database* yang kemudian diolah dan ditampilkan ke dalam tampilan *website* Setelah pengkodean selesai kemudian dilakukan dilakukan testing terhadap sistem yang dibangun dengan tujuan untuk menemukan kesalahan yang kemudian dapat diperbaiki.
5. *Deployment Delivery and Feedback*
   Tahapan ini merupakan tahapan akhir dari proses pembangunan sistem, setelah serangkaian tahapan yang dilakukan maka sistem telah selesai dibuat dan digunakan oleh pengguna, setelah itu dilakukan evaluasi oleh pengguna sebagai *feedback* dari pembangunan sistem.

2. ISI PENELITIAN

2.1 Analisis Prosedur yang Berjalan

Analisis prosedur yang berjalan adalah tahapan untuk menganalisa prosedur urutan kegiatan yang dilakukan dalam tahapan memonitoring tanah rawan longsor, proses yang dilakukan, serta orang yang melakukan proses monitoring, berikut adalah urutan prosedur monitoring pada tanah longsor :

1. Petugas melakukan survey lapangan menuju lokasi yang rawan longsor
2. Petugas melakukan pengujian kelembaban tanah dengan menggunakan alat *hygrometer* khusus untuk pengukuran dalam tanah
3. Petugas melakukan pengukuran kemiringan tanah.
4. Petugas mencatat hasil kemudian diserahkan kepada kantor pusat BPBD untuk di inventarisir.

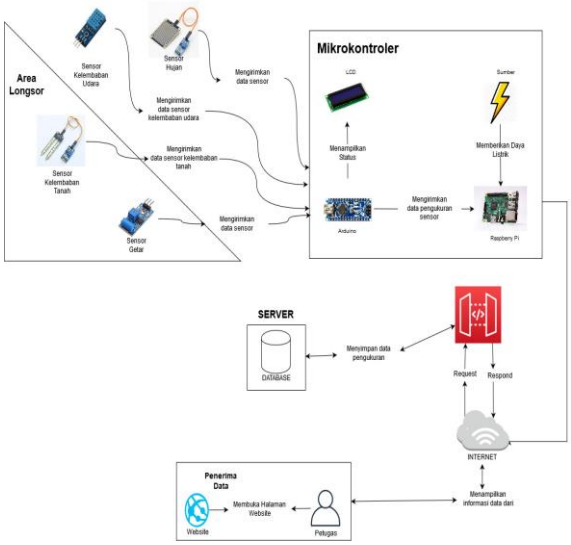
Tabel 3. Evaluasi Prosedur yang Berjalan

No	Masalah	Solusi
1	Proses pengecekan kelembaban tanah dilakakukan tidak setiap saat.	Melihat kelembaban kondisi tanah dengan menggunakan sensor soil moisture.sehingga pengecekan dapat dilakukan setiap saat dan memberikan peringatan

		ketika tingkat kelembaban tanah menjadi tinggi.
2	Pemantauan dilakukan dengan parameter terbatas	Dengan menggunakan multi sensor yang dapat megukur kondisi tanah rawan longsor.
3	Kurang efektifnya pemantauan curah hujan yang menjadi faktor utama penyebab terjadinya longsor, curah hujan yang digunakan untuk mendeteksi tidak berdasarkan pada wilayah titik longsor	Menggunakan sensor curah hujan pada titik pemantauan, sensor curah hujan dapat memberikan informasi mengenai hujan yang terjadi dan dapat membantu menentukan tanda bahaya apabila curah hujan tinggi.

2.2 Analisis Arsitektur Sistem

Analisis arsitektur sistem merupakan analisa dari sistem monitoring dan pendeteksi dini longsor yang akan dibangun, sistem monitoring dan pendeteksi longsor menggunakan internet of things ini menggunakan *arduino* sebagai pengolah data dari server lalu data tersebut dikirimkan ke *raspberry pi* yang kemudian berkomunikasi dengan webservice dan melakukan pertukaran data dengan JSON, berikut gambar dari analisis arsitektur perancangan alat monitoring dan pendeteksi longsor.



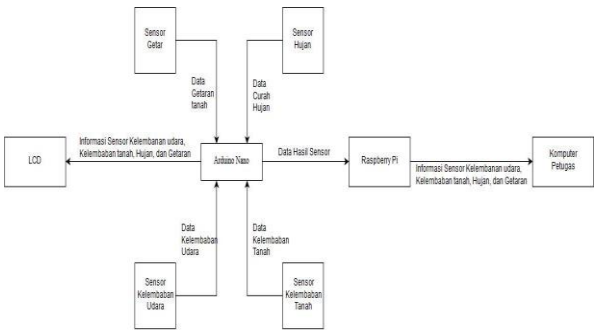
Gambar 4. Arsitektur Sistem

Berikut adalah penjelasan dari arsitektur sistem pemantauan longsor berbasis *Internet of Thing*.

1. Sensor Curah hujan digunakan sebagai pendeteksi hujan, data dari sensor curah hujan ini akan memberikan informasi mengenai intensitas hujan yang terjadi pada wilayah longsor.
2. Sensor kelembaban Tanah menggunakan Soil moisture Sensor, data sensor ini digunakan untuk mengukur tingkat kelembaban tanah,
3. Sensor kelembaban udara mengunakan DHT 11, data dari sensor ini digunakan sebagai pengukur kelembaban udara pada wilayah yang rawan terhadap longsor.
4. Sensor getaran menggunakan SW420, sensor ini digunakan untuk mendeteksi getaran apabila terjadi longsor.
5. Lcd 16x2 digunakan sebagai media untuk menampilkan data hasil pengukuran sensor secara langsung.
6. Webservice digunakan sebagai media untuk mengirim data antara sensor dan halaman website.
7. Aplikasi web digunakan sebagai media untuk menampilkan data dari hasil pengukuran sensor kelembaban tanah, curah hujan, kelembaban udara, dan sensor getaran.

2.3 Analisis Komunikasi Data

Komunikasi data merupakan suatu hal sangat dibutuhkan dalam perancangan alat yang dibangun, dalam hal ini komunikasi data berperan penting sebagai penyampai informasi kepada pihak yang berkepentingan mengenai pendeteksian dan monitoring longsor. Data yang dimaksud adalah sinyal elektronik yang dibuat oleh sumber data yang kemudian ditangkap dan dikirimkan kepada penerima.



Gambar 5. Analisis Komunikasi Data

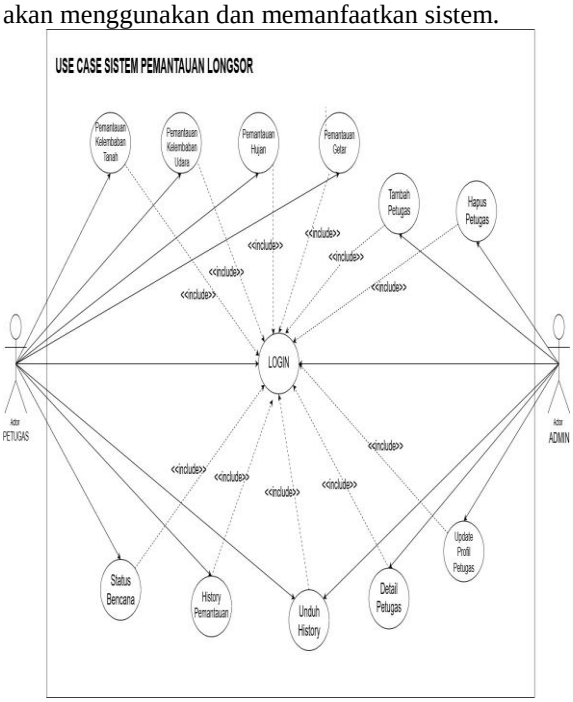
Berikut penjelasan dari unsur utama pada sistem komunikasi data sebagai berikut :

1. Semua sensor mengirimkan data ke *arduino.*
2. Kemudian data dari *arduino* dikirimkan ke *Raspberry Pi3* untuk di transmisikan.
3. *Raspeberry Pi 3* dalam perancangan alat pendeteksi dan monitoring longsor digunakan sebagai media pengiriman data dari hasil pengukuran yang diproses oleh arduino.

4. Pertukaran data dilakukan oleh *Raspberry pi* dengan *website* dengan menggunakan JSON, pengiriman data hasil pengukuran sensor dilakukan dengan interval 5 menit sekali secara berkala.
5. Arduino akan memberikan *trigger* apabila salah satu sensor mengalami perubahan pada pengukuran, dan dilanjutkan dengan memberikan status kepada komputer petugas.
6. Lcd 16x2 digunakan sebagai media pemberi informasi secara langsung pada lokasi ditempatkan alat pendeteksi dan monitoring longsor.
7. Sensor Getaran
   Sensor getaran digunakan sebagai pendeteksi getaran apabila terjadi longsor, atau sebagai pendeteksi gempa bumi yang dapat mengakibatkan terjadinya longsor.

2.4 *Use Case Diagram*

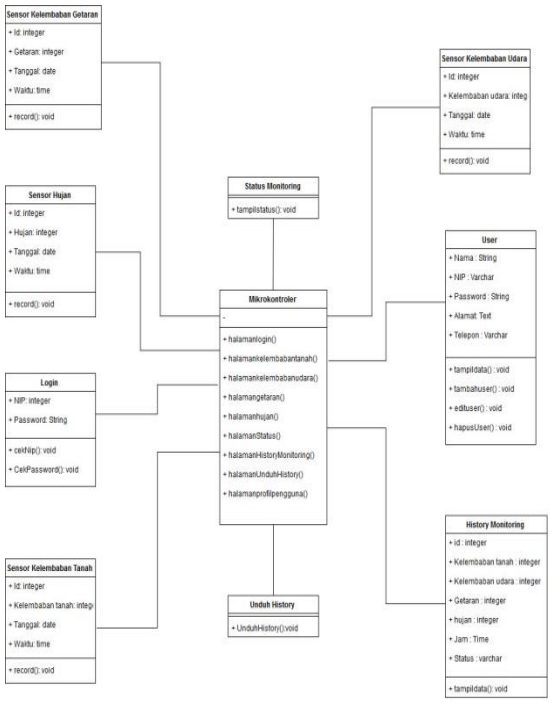
Use case atau *use case diagram* adalah merupakan pemodelan untuk kelakuan (*behaviour*) sistem informasi yang akan dibuat. *Use case Diagram* merupakan bagian tertinggi dari fungsionalitias yang dimiliki sistem yang akan menggambarkan bagaimana seseorang atau aktor akan menggunakan dan memanfaatkan sistem.



Gambar 6. Use Case Diagram

2.5 Class Diagram

Class Diagram adalah sebuah spesifikasi dari fungsionalitas yang menghasilkan objek dan merupakan inti dari pengembangan aplikasi ini. Adapun *Class diagram* dari sistem Monitoring dan Deteksi dini bencana Longsor dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 7. Class Diagram

2.6 Pengujian Sistem

Setelah tahapan perancangan dilakukan, maka tahapan yang dilakukan selanjutnya adalah tahapan implementasi dan perancangan, Pada tahap ini dilakukan pengujian sistem berdasarkan hasil analisis, baik itu berupa perangkat lunak maupun perangkat keras.

2.6.1 Pengujian *Blackbox*

Pengujian black box berfokus pada apakah perangkat lunak yang dibangun memenuhi kebutuhan yang disebutkan dalam spesifikasi. Pengujian dilakukan dengan menjalankan atau mengeksekusi unit, kemudian diamati apakah hasil dari unit yang diuji tersebut apakah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak.

Tabel 4. Tabel Skenario Pengujian *Blackbox*

Kasus Uji	Detail Pengujian	Jenis Pengujian
Login	Login Petugas	*Black Box*
Melihat Kelembaban Tanah	Melihat kelembanan tanah	*Black Box*
Melihat Curah Hujan	Mellihat status curah hujan	*Black Box*
Melihat Pemantauan Getaran	Melihat status bencana	*Black Box*
Melihat Kelembaban Udara	Melihat kelembaban udara	*Black Box*
Melihat Status Bencana	Melihat status bencana	*Black Box*
Mengunduh File	Mengunduh file	*Black Box*

History	history bencana	
Melihat File PDF history pemantauan	Melihat data hasil pemantauan	*Black Box*

2.6.1 Hasil Pengujian *Blackbox*

Pengujian dilakukan dengan proses kemungkinan data salah, berikut hasil pengujian *blackbox* pada tabel berikut

Tabel 5. Hasil pengujian Blackbox

Kasus dan Hasil Uji (Data Benar)			
Aksi / Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Memasukan semua field inputan yang sesuai dengan databse	Menampilkan ke halaman utama	Menampilkan ke halaman utama	[√] Diterima [ ] Ditolak
Kasus dan Hasil Uji (Data Salah)			
Aksi / Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Memasukan semua field inputan yang tidak sesuai dengan database	Menampilkan tulisan 'nip atau password salah' di bawah field password	Tampil tulisan 'nip atau password salah' di bawah field password	[√] Diterima [ ] Ditolak
Mengosongkan field inputan	Menampilkan icon informasi error dengan tulisan 'Username atau Password is required'	Tampil icon informasi error di masing masing field dengan tulisan 'Username atau Password is required'	[√] Diterima [ ] Ditolak

2.6.2 Kesimpulan Pengujian Black Box

Berdasarkan hasil pengujian Black Box yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa secara fungsional seluruh proses pada sistem telah berjalan sesuai dengan yang di harapkan.

2.7 Pengujian Perangkat Keras

2.7.1 Pengujian Sensor Kelembaban tanah

Pengujian sensor kelembaban tanah dilakukan dengan menguji sensor pada kondisi tanah kering, kemudian dilakukan pengujian pada kondisi tanah yang basah. Berikut hasil pengujian sensor kelembaban tanah pada tabel berikut:

Tabel 6. Tabel Pengujian Kelembaban Tanah

Jam	Nilai kelembaban Tanah	Kondisi Tanah
06:10	0%	Kering
06:20	21%	Kering
06:30	33%	Kering
06:40	39%	Kering
06:50	53%	Lembab
07:00	57%	Basah
07:10	61%	Basah
07:20	73%	Basah
07:30	82%	Sangat basah
07:40	89%	Sangat Basah

2.7.2 Pengujian Sensor Kelembaban Udara

Pengujian kelembaban udara dilakukan dengan menguji sensor dengan berbagai tingkat kelembaban udara, dimulai dengan tingkat kelembaban udara kering sampai tingkat kelembaban udara tinggi, berikut hasil pengujian sensor kelembaban udara pada tabel:

Tabel 7. Tabel Pengujian Kelembaban Udara

Jam	Nilai kelembaban Udara	Kondisi Udara
08:00	55%	Normal
08:10	67%	Lembab
08:20	43%	Normal
08:30	73%	Sangat Lembab
08:40	41%	Normal
08:50	44%	Normal
09:00	77%	Sangat Lembab
09:10	63%	Lembab
09:20	66%	Lembab
09:30	61%	Lembab

2.7.3 Pengujian Sensor Hujan

Pengujian sensor hujan dilakukan dengan menguji sensor dengan melakukan simulasi menggunakan tetesan air pada permukaan sensor, dimulai dengan meneteskan air dengan jumlah yang kecil hingga meneteskan air dalam jumlah yang cukup banyak, berikut hasil pengujian sensor hujan pada tabel berikut:

Tabel 8. Tabel Pengujian Hujan

Jam	Nilai Sensor Hujan	Kondisi
16:00	0%	Tidak ada hujan
16:10	18%	Hujan Ringan
16:20	32%	Hujan
16:30	33%	Hujan
16:40	54%	Hujan
16:50	61%	Hujan lebat
16:00	67%	Hujan lebat
16:10	72%	Hujan sangat lebat
16:20	81%	Hujan sangat lebat

16:30	87%	Hujan sangat lebat

2.7.4 Pengujian Sensor Getar

Pengujian sensor getar dilakukan dengan cara menggerakan sensor dan dilihat nilai dari perubahan sensor, berikut hasil pengujian sensor getaran pada tabel berikut:

Tabel 9. Tabel Pengujian Getar

Jam	Nilai Sensor Getar	Kondisi
09:00	0	Tidak ada getaran
09:10	0	Tidak ada getaran
09:20	1	Getaran
09:30	0	Tidak ada getaran
09:40	1	Getaran
09:50	1	Getaran
10:00	0	Tidak ada getaran
10:10	1	Getaran
10:20	1	Getaran
10:30	1	Getaran

2.7.5 Pengujian Respon Alat

Pengujian respon alat dilakukan untuk mengetahui waktu respon sensor dan *delay* rata-rata setiap alat yang digunakan, berikut hasil pengujian respon alat sebagai berikut:

Tabel 10. Tabel Pengujian Delay Sensor

Jam	Kelembaban Tanah	Kelembaban Udara	Hujan	Getar
	Dalam Sekon			
11:00	2	1,7	3,9	2,7
11:10	2	1,4	3,6	2,4
11:20	2,5	1,6	3,6	2,4
11:30	2,3	1,6	3,5	2,4
11:40	2,1	1,5	3,7	2,7
11:50	2,3	1,4	3,6	2,6
12:00	2,3	2	3,6	2,8
12:10	2	1,8	3,8	2,2
12:20	2,4	1,7	3,5	2,5
12:30	2,2	1,6	3,3	2,5
Rata-rata	2,21	1,63	3,61	2,52

2.7.6 Kesimpulan Pengujian Perangkat keras

Berdasarkan hasil pengujian komponen perangkat keras, maka dapat disimpulkan bahwa secara fungsional komponen-komponen yang digunakan dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan sensor dapat mengirimkan peringatan berupa status bencana.

2.8 Pengujian Pada Lokasi Longsor

Pengujian alat pada lokasi longsor dilakukan untuk megnetahui kerja alat langsung pada lokasi longsor, pengujian dilakukan di lokasi rawan loongsor yaitu di wilayah jalan penghubung Desa Kutawaringin Kecamatan Salawu, Kabupaten Tasikmalaya.

Tabel 11. Spesifikasi Lokasi Pengujian

Spesifikasi	Keterangan
Jenis Tanah	Tanah Lempung
Kemiringan	38°
Tingkat Kemiringan	Tinggi
Potensi Longsor	Tinggi
Penyusun Geologi Tanah	Tanah Alluvial

Berikut adalah Tabel pengujian pada lokasi longsor, pengujian dilakukan dengan memantau kondisi tanah sebanyak 20 kali untuk mengetahui kerja alat pada lokasi longsor.

Tabel 12. Tabel Pengujian Pada Lokasi Longsor

Tanggal	Jam	Kelembaban Tanah	Kelembaban Udara	Hujan	Getar	Status
10-7-2019	13:33	51%	58%	3%	0	Normal
10-7-2019	13:43	51%	58%	3%	0	Normal
10-7-2019	13:53	51%	58%	0%	0	Normal
10-7-2019	14:03	51%	58%	1%	0	Normal
10-7-2019	14:13	51%	58%	1%	0	Normal
10-7-2019	14:23	51%	58%	0%	0	Normal
10-7-2019	14:33	50%	58%	0%	0	Normal
10-7-2019	14:43	50%	58%	0%	0	Normal
10-7-2019	14:53	51%	58%	0%	0	Normal
10-7-2019	15:03	51%	59%	0%	0	Normal
10-7-2019	15:13	51%	58%	0%	0	Normal
10-7-	15:13	51%	58%	0%	0	Normal

2019						
10-7-2019	15:23	50%	58%	0%	0	Normal
10-7-2019	15:33	50%	58%	0%	0	Normal
10-7-2019	15:43	50%	57%	0%	0	Normal
10-7-2019	15:53	51%	58%	0%	0	Normal
10-7-2019	16:03	51%	58%	0%	0	Normal
10-7-2019	16:13	51%	58%	0%	0	Normal
10-7-2019	16:23	51%	58%	0%	0	Normal
10-7-2019	16:33	51%	58%	0%	0	Normal

e

2.8.1 Kesimpulan Pengujian Lokasi Longsor

Dari hasil pengujian langsung pada lokasi longsor, dapat diambil kesimpulan bahwa alat dapat memberikan informasi sesuai dengan apa yang diharapkan, setiap sensor berfungsi sebagaimana mestinya, dan dapat memberikan informasi mengenai kondisi tanah pada lokasi rawan longsor, hal ini memudahkan petugas untuk melakukan pemantauan kondisi tanah, tanapa harus daatang ke lokasi longsor, sehingga pemantauan dapat dilakukan lebih efektif serta tidak perlu datang langsung ke lokasi longsor.

3 PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dibuat maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi *monitoring* dan pendeteksi bencana longsor ini dapat membantu petugas dalam menjalankan proses pemantauan.
2. Aplikasi *monitoring* dan pendeteksi bencana ini dapat memberikan peringatan mengenai kejadian longsor yang didapatkan dari sensor
3. Aplikasi *monitoring* dan pendeteksi longsor dapat memberikan data hasil pemantauan yang dalam bentuk PDF yang kemudian dapat digunakan sebagai data kejadian.
4. Alat monitoring dan pendeteksi dapat mambantu proses mitigasi bencana longsor

3.2 Saran

1. Parameter penetuan longsor diperbaiki dan dibuat lebih akurat.
2. Grafik dibuat dengan tampilan secara *Realtime* dan penggunaan *auto refresh* pada halaman pemantauan.
3. Penggunaan energi alternatif sebagai pengganti aliran listik jika listrik padam.
4. Waktu pembacaan sensor dan alat pendeteksi dibuat lebih cepat dengan *delay* yang minimal.

DAFTAR PUSTAKA

[1] BNPB. (2018) Badan Nasional Penanggulangan Bencana. [Online]. Tersedia : http://BNPB.com [Diakses 18 april 2019]

[2] Dwikorita Karnawati,(2005) "Pengenalan Daerah Rentan Gerakan Tanah dan Upaya Mitigasinya".Yogyakarta : FT Geologi Gadjah Mada

[3] Dwikorita Karnawati, (2007)"Bencana Alam Gerak Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya".Jakarta : BNPB

[4] Corry Janssen. Internet of Things. [Online]. Tersedia:http//www.technopedia.com [diakses 17 april 2019]

[5] H Wicaksono Muhammad Fajar.(2017). Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino, Bandung:INFORMATIKA.

[6] Masisimo Banzi and Michael Schiloh, *Getting Started with Arduino*., 2008.

[7] Steven J Johnston and Simon J Cox. (2017, July).The Raspberry Pi A TEchnology Disrupter, and the Enabler of Dream.*Computational Engineering and Design University Of Southampton*.doi:10.3390/electronics6030051

[8] Irsan Koestiawan. (2018) www.jogjaweb.co.id. [Online]. tersedia :https://jogjaweb.co.id/blog/catatan/sejarah-dan-jenis-raspberry-pi [diakses 22 juni 2019]

[9] Roger S. Pressmann, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*.Yogyakarta.1997.

[10] D Hirawan and P Sidik.(2018, Agustus)

"Prototype Emission Testing Tools for L3 Category Vehicle,"IOP Conf Series :Material Science and Engineering 407 (2018)012099 doi :10.1088/1757-899X/407/1/012099