



Sistem Peringatan Dini Rawan Bencana Longsor Di Kota Ambon menggunakan *IoT*

Chrisdano Ryan Chandra Dasmasele*, Irwan Sembiring, Hindriyanto Dwi Purnomo

Magister Sistem Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana

Naskah Diterima : 7 Desember 2019; Diterima Publikasi : 19 Desember 2020
DOI : 10.21456/vol10iss2pp220-227

Abstract

Landslide disasters not only cause property losses but also have a multidimensional impact, for example people's psychology becomes disrupted, relocation of residential settlements and even disruption of investment as capital for economic development in Ambon City. This research aims to design an early warning system for landslide prone disasters in Ambon city and analysis using *IoT*. The results of the analysis use satellite landsat imagery as supporting spatial data with *overlay* indicators for landslide causes, including: rainfall, soil type, slope, population and land cover combined with placing *IoT* devices in landslide prone areas resulting in an early warning system for landslides. This *IoT* device uses a *soil moisture* sensor to read *soil moisture* and an MPU6050 accelerometer sensor to read soil movements. The results of the two sensors if they meet the criteria for landslide prone will be processed and sent as a notification to the smartphone. This research produces a landslide detection system starting from the analysis of landslide hazard maps to using sensors to detect landslide symptoms and then sending notification as a danger sign.

Keywords: GIS; *IoT*; Landslide; Early Warning System.

Abstrak

Bencana tanah longsor tidak hanya menyebabkan kerugian harta benda semata tetapi berdampak secara multidimensional, misalnya psikologi orang menjadi terganggu, relokasi pemukiman penduduk bahkan terganggunya investasi sebagai modal pembangunan ekonomi di kota Ambon. Penelitian ini bertujuan merancang sistem peringatan dini rawan bencana longsor di kota Ambon dan analisisnya menggunakan *IoT*. Peta rawan bencana longsor menggunakan citra landsat satelit sebagai pendukung data spasial dengan *overlay* indikator penyebab bencana longsor, antara lain: curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng, kepadudukan dan tutupan lahan yang dipadukan dengan meletakkan perangkat *IoT* pada daerah rawan bencana longsor menghasilkan sistem peringatan dini bencana longsor. Perangkat *IoT* ini menggunakan sensor *soil moisture* untuk membaca kelembaban tanah dan sensor accelerometer MPU6050 untuk membaca pergerakan tanah. Hasil dari ke dua sensor tersebut apabila memenuhi kriteria rawan bencana longsor akan diproses dan dikirim sebagai notifikasi ke smartphone. Penelitian ini menghasilkan *system* deteksi longsor mulai dari analisa peta rawan bencana longsor hingga menggunakan sensor untuk mendeteksi gejala longsor kemudian mengirim notifikasi sebagai tanda bahaya.

Kata kunci: GIS; *IoT*; Tanah Longsor; Sistem Peringatan Dini

1. Pendahuluan

Bencana longsor adalah suatu peristiwa alam yang pada saat ini frekuensi kejadiannya semakin meningkat. Secara geografis sebagian besar wilayah Indonesia berada pada Kawasan rawan bencana alam, dan salah satu bencana alam yang sering terjadi adalah bencana longsor Kesaulya *et al.* (2016). Tanah longsor adalah berpindahannya material pada lereng yang bergerak menurun atau keluar lereng Muntohar (2010). Terjadinya longsor bersumber dari sesuatu yang menyebabkan lereng menjadi tidak stabil karena tidak dapat menahan gaya geser. Di Indonesia, faktor

utama penyebab terjadinya tanah longsor adalah curah hujan yang tinggi sehingga mengakibatkan perubahan tekanan di dalam tanah dan terjadi perubahan struktur tanah.

Pada Juni 2017, BPBD Kota Ambon mencatat ada 94 titik longsor yang tersebar di empat kecamatan. 61 titik longsor berada di kecamatan sirimau saat terjadi hujan lebat disusul oleh kecamatan baguala sebanyak 5 titik, kecamatan nusaniwe sebanyak 3 titik dan kecamatan leitimur selatan sebanyak 1 titik.

Pemantauan fenomena tanah longsor di suatu kawasan sangat diperlukan. Pemantauan dapat berupa identifikasi serta pemetaan daerah rawan tanah

*) Penulis korespondensi: chrizye@gmail.com

longsor yang mampu memberikan gambaran kondisi kawasan berdasarkan faktor-faktor penyebab terjadinya tanah longsor. Salah satu kegiatan mitigasi bencana tanah longsor adalah pemetaan daerah rawan tanah longsor dari wilayah yang dikhawatirkan memiliki banyak titik rawan bencana longsor. Peta ini secara umum dapat dijadikan panduan bagi pihak-pihak terkait untuk mengantisipasi terjadinya tanah longsor di suatu wilayah ataupun sebagai acuan dalam pengembangan kawasan.

Geographic Information System (GIS) merupakan suatu sistem yang mempunyai kemampuan analisis terhadap data spasial untuk keperluan manipulasi maupun pemodelan Arifin (2006). Penggunaan ArcGIS dalam pemetaan kawasan rawan longsor di Kota Ambon akan menggunakan metode *overlay* dan *scoring*. Peta daerah rawan longsor pada Kota Ambon yang merupakan hasil pengolahan dan interpretasi dari faktor-faktor penyebab rawan longsor, akan digunakan sebagai data pendukung dari *early warning system* yang akan dibangun untuk pencegahan yang komprehensif terhadap bahaya longsor di Kota Ambon.

Perencanaan dalam upaya penanggulangan bencana harus dapat digunakan dalam kondisi ekstrim dan penuh tekanan, Hal ini membutuhkan tidak hanya informasi statis seperti peta daerah rawan bencana longsor ataupun titik-titik rawan longsor, akan tetapi juga informasi dinamis dan real time seperti informasi terkini tentang bencana dan posisi terkini potensi bencana longsor Mardiyansyah (2018).

Teknologi *Internet of Things (IoT)* tidak dapat mencegah terjadinya bencana, namun akan sangat bermanfaat untuk kesiapsiagaan bencana, seperti prediksi dan peringatan dini. Pada system *IoT* dalam penanggulangan bencana tanah longsor, sensor akan dipasang di tempat-tempat yang berpeluang untuk terjadinya bencana sesuai dengan data dari peta GIS, sensor tersebut secara berkala mengirimkan data ke server untuk kemudian data dilakukan fusi data analisis. Jika data sesuai dengan parameter longsor berdasarkan system *IoT*, peringatan akan dikirim melalui internet ke *endpoint* dalam hal ini berupa *Smartphone* yang terintegrasi ke jaringan internet.

Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan sistem peringatan dini rawan bencana longsor di kota Ambon Menggunakan *IoT*.

2. Kerangka Teori

2.1. Tanah longsor

Tanah longsor dapat didefinisikan sebagai pergerakan massa tanah atau batuan ke arah bawah (*downward*) yang disebabkan dan dipicu oleh faktor-faktor alam seperti jenis batuan, bentuk lahan, struktur dan perlapisan batuan, kemiringan lereng, tebal tanah atau bahan lapuk, curah hujan dan tutupan vegetasi (Muntohar, 2010).

2.2. GIS

Geographic Information System (GIS) merupakan suatu sistem yang mempunyai kemampuan analisis terhadap data spasial untuk keperluan manipulasi maupun pemodelan (Arifin, *et al.*, 2006).

2.3. Ethernet Shield

Ethernet Shield menambah kemampuan arduino board agar terhubung ke jaringan komputer. Ethernet shield berbasiskan chip ethernet Wiznet W5100. Ethernet library digunakan dalam menulis program agar arduino board dapat terhubung ke jaringan dengan menggunakan Arduino ethernet shield (Kasrani dan Widyanto, 2016).



Gambar 1. Ethernet shield

2.4. Sensor MPU6050

MPU6050 merupakan perangkat *motion tracking* pertama di dunia yang terintegrasi 6 *axis* dengan menggabungkan 3 *axis MPU6050* dan 3 *axis gyroscope* serta *Digital Motion Processor* yang semuanya dalam paket ukuran kecil, 4x4x0.9 mm.

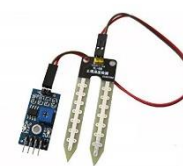
Sensor MPU6050 dilengkapi dengan tiga converter ADC (*Analog Digital Converter*) 16 bit untuk mengkonversi keluaran *gyroscope* dan tiga converter ADC 16 bit untuk mengkonversi keluaran MPU6050. (Artha *et al.*, 2018)



Gambar 2. Sensor MPU6050

2.5. Sensor Soil Moisture

Sensor *soil moisture* adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. sensor *soil moisture FC-28* ini sederhana namun ideal untuk mendeteksi kelembaban tanah. Terdiri dari dua probe untuk melewati arus melalui tanah, kemudian membaca resistensinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban (Candra dan Maulana, 2019).



Gambar 3. Sensor Soil Moisture

2.6. Rujukan Pustaka

Indrasgoro (2013) dengan judul *Geographic Information System (GIS)* yang dilakukan untuk Deteksi Daerah Rawan Longsor Untuk Deteksi Daerah Rawan Longsor Studi Kasus Di Kelurahan Karang Anyar Gunung Semarang studi kasus di Kelurahan Karang Anyar Gunung Semarang). penelitian ini menggunakan metode *overlay* dengan hasilnya berupa *early warning system* (peringatan sedini mungkin) tentang bencana longsor di daerah tersebut berupa peta.

Penelitian Taufik *et al.*, (2016) mengidentifikasi Daerah Rawan Tanah Longsor Menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis), dengan menggunakan klasifikasi terbimbing (*supervised*) untuk mendapatkan peta tutupan lahan sebagai salah satu parameternya. Penelitian ini menghasilkan tingkat rawan longsor tertinggi sebesar 8,26%. daerah tersebut terletak pada dataran tinggi dengan kelerengan berkisar antara 25-40% dan lebih dari 40% dengan jenis tanah latosol.

Kesaulya *et al.* (2016) juga melakukan penelitian tentang bencana longsor di Kota Ambon yaitu Perencanaan Mitigasi Bencana Longsor di Kota Ambon, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis tingkat kerawanan bencana longsor di Kota Ambon dan merencanakan pengendalian pemanfaatan ruang menurut tingkat kerawanan longsor di Kota Ambon. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dalam menganalisis tingkat kerawanan longsor dan pengendalian pemanfaatan ruang. Analisis tingkat kerawanan dilakukan dengan memberikan skoring pada tiap-tiap parameter. Hasil dari penelitian ini berupa peta rawan bencana longsor.

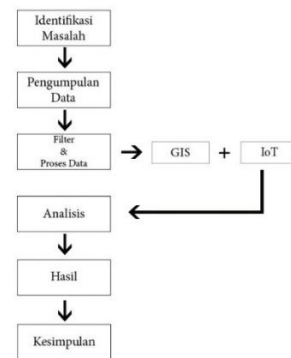
Penelitian Artha *et al.* (2018) dengan menggunakan sensor accelerometer MPU6050 untuk mengukur getaran tanah dan sensor *soil moisture* untuk mengukur kelembaban tanah sehingga menghasilkan Sistem Peringatan Dini Bencana Longsor Menggunakan Sensor Accelerometer dan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Android yang dapat diakses secara langsung dan *real time*.

Penelitian lain oleh Fitriani *et al.* (2019) menggunakan sensor *soil moisture* untuk mengukur kelembaban tanah dan sensor potensiometer untuk mengukur pergeseran tanah. Hasil dari penelitian ini menghasilkan deteksi dini tanah longsor yang dapat memberikan warning system untuk status aman, siaga, dan bahaya.

3. Metode

3.1. Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan, mulai dari tahap identifikasi masalah, pengumpulan data, filter dan proses data GIS+IoT, analisis, hasil, dan kesimpulan. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tahapan penelitian

Identifikasi masalah: penelitian tentang *Early Warning System* bencana longsor di Kota Ambon sudah ada, hanya saja berupa mitigasi. Hal ini kurang dalam proses mendapatkan informasi bencana longsor secara *real time*.

Pengumpulan data: pengumpulan data meliputi data administrasi Kota Ambon, data curah hujan dari BMKG, data jenis tanah dari Kantor Pertanahan Kota Ambon, data kependudukan, dan citra satelit.

Filter dan proses data: pada bagian *GIS*, dibuatkan indikator rawan bencana longsor seperti peta curah hujan, peta kemiringan, peta jenis tanah, peta tutupan lahan, peta kepadatan penduduk. Kemudian pada bagian *IoT*, sensor diinisialisasikan untuk pemrosesan data ke mikrokontroler agar dapat dikirim sebagai notifikasi ke *smartphone*.

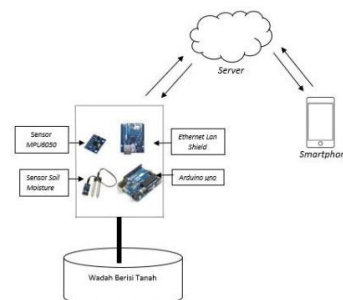
Analisis dari data yang telah dikumpulkan merupakan indikator rawan bencana longsor kemudian di *overlay* dan diberi *scoring* dengan menggunakan ArcGis. Data hasil analisa nantinya berupa peta rawan bencana longsor.

Hasil dari titik rawan pada peta rawan bencana longsor tersebut dijadikan lokasi penempatan perangkat *IoT* untuk mendeteksi bencana longsor.

Berdasarkan hasil analisis dan kajian dapat menjadi saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut.

3.2. Gambaran Umum Sistem IoT

Prinsip kerja dari sistem peringatan dini bencana longsor menggunakan *IoT*:



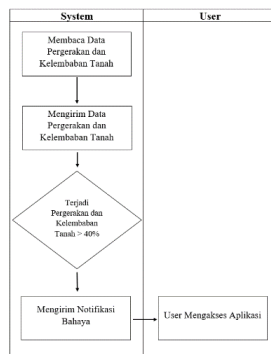
Gambar 5. Gambaran umum sistem

Keterangan dari masing-masing diatas antara lain:

1. Sensor *accelerometer* MPU6050 merupakan: sensor yang dapat membaca pergerakan tanah.
2. Sensor *soil moisture* merupakan: sensor yang dapat membaca kelembaban tanah.
3. Arduino uno merupakan: mikrokontroler yang akan memproses data hasil inputan sensor.
4. *Ethernet Lan Shield* merupakan: modul yang dapat menghubungkan mikrokontroler ke jaringan internet.
5. Data pergerakan tanah dan kelembaban tanah dari sensor akan disimpan di server dan akan dikirim ke *smartphone*.
6. *Smartphone*: untuk menerima notifikasi peringatan bahaya longsor.

3.3. Rancangan Proses Secara Umum

Ketika ada pergerakan tanah dengan range x lebih 20° dan x kurang dari 340° atau y kurang dari 340° dan y lebih dari 20° kemudian kelembaban tanah memenuhi syarat bahaya yaitu lebih dari 40%, maka notifikasi akan dikirim ke *smartphone*. Rancangan proses dapat dilihat pada Gambar 6.



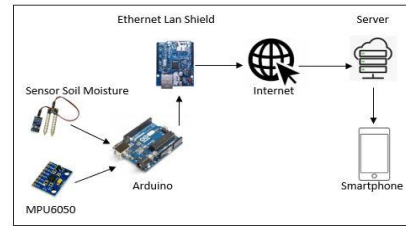
Gambar 6. Rancangan proses secara umum

Berikut penjelasan dari Gambar 6 sebagai berikut:

1. Sistem membaca data pergerakan, dan kelembaban tanah
2. Sistem mengirim data pergerakan dan kelembaban tanah
3. Sistem menyaring data pergerakan dan kelembaban diatas 40% untuk dikirim sebagai tanda bahaya
4. Sistem mengirim notifikasi tanda bahaya
5. User mengakses aplikasi, menerima tanda bahaya

3.4. Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras dan Diagram Skematik Rangkaian Elektronik

Blok diagram perancangan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 7.

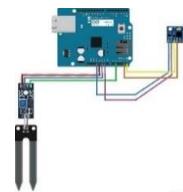


Gambar 7. Blok diagram perancangan perangkat keras

Berikut penjelasan dari Gambar 7 blok diagram perancangan perangkat keras sebagai berikut:

1. Sensor *accelerometer* MPU6050 berfungsi membaca pergerakan tanah.
2. Sensor *soil moisture* berfungsi untuk membaca kelembaban tanah.
3. Arduino berfungsi sebagai mikrokontroler.
4. *Ethernet Lan Shield* berfungsi sebagai modul Lan penghubung internet.
5. *Smartphone* berfungsi untuk menerima notifikasi bahaya longsor.

Rangkaian elektronik sensor dan mikrokontroler Arduino uno yang terhubung dengan ethernet shield. Pada rangkaian ini sensor dihubungkan melalui ethernet shield dan diteruskan pada pin Arduino uno dibawahnya.

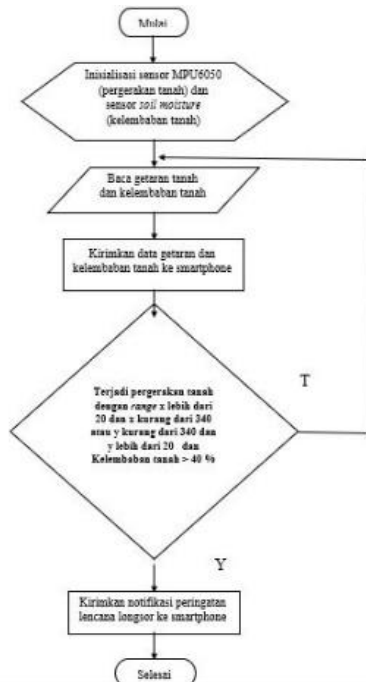


Gambar 8. Rangkaian sensor *soil moisture* dan sensor MPU6050

Sensor *soil moisture* berfungsi untuk mengukur kadar air dalam tanah, dengan kedua lempeng logamnya sebagai penghantar tempat berpindahnya electron. Ketika terkena air, maka electron akan berpindah dari lempeng yang satu ke lempeng yang lainnya sehingga menimbulkan arus dan menghasilkan tegangan yang kemudian diukur pada sensor. Kemudian sensor MPU6050 akan mendeteksi arah pergerakan dan akan diproses pada arduino.

3.5. Flowchart Sistem Peringatan Dini Longsor

Inisialisasi variabel dilanjutkan dengan pembacaan gerakan tanah dan kelembaban tanah. Jika terjadi pergerakan tanah dengan range x lebih dari 20 dan x kurang dari 340 atau y kurang dari 340 dan y lebih dari 20 dan kelembaban tanah lebih dari 40% maka akan dikirim notifikasi bahaya longsor pada *smartphone*. Rangkaian alur dari Sistem Peringatan Dini tersebut terdapat dalam flowchart Gambar 9.



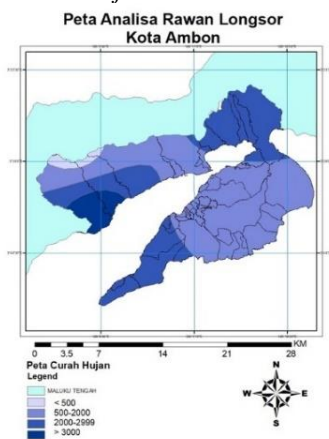
Gambar 9. Flowchart sistem peringatan dini longsor

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. GIS

Data spasial dan data pendukung dibuatkan peta indikator longsor terlebih dahulu, kemudian akan dilakukan *overlay* untuk mendapatkan peta rawan longsor. Data yang digunakan yaitu data curah hujan dalam tahunan, data jenis tanah, data DEM untuk kemiringan lereng, data kependudukan dan data citra satelit untuk tutupan lahan.

4.1.1. Peta Curah Hujan



Gambar 10. Peta curah hujan

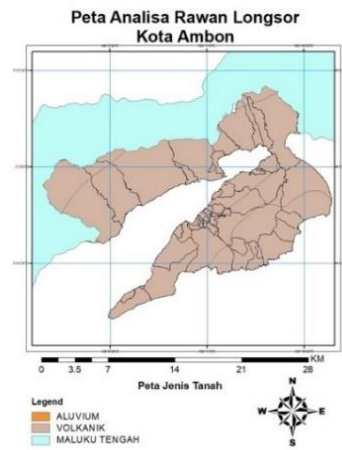
Penyebab longsor di Kota Ambon sering dipicu oleh curah hujan yang tinggi. Data curah hujan didapatkan dari Stasiun Geofisika kelas 1 Ambon, Stasiun Meteorologi kelas II Pattimura Ambon, dan Stasiun Klimatologi Seram Bagian Barat. Data curah hujan berupa statistik dan koordinat 4 stasiun

pengamatan hujan kemudian dibuatkan titik, interpolasi menjadi data raster dan ditampilkan dalam bentuk SHP. Peta Curah Hujan di Kota Ambon pada Gambar 11 menunjukkan desa laha-tawiri memiliki angka curah hujan yang tinggi setelah dilakukan skor untuk parameter ini.

Lokasi dengan curah hujan tertinggi berdasarkan data curah hujan tahun 2018 adalah Desa Laha dengan angka curah hujan 3931.

4.1.2. Peta Jenis Tanah

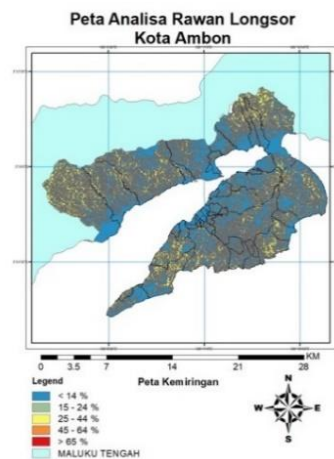
Data jenis tanah di Kota Ambon didapat dari Badan Pertahanan Nasional Kota Ambon. Peta jenis tanah pada Gambar 11 menunjukkan jenis tanah yang mendominasi Kota Ambon adalah jenis tanah vulkanis, kemudian terdapat jenis tanah aluvium di kecamatan teluk Ambon.



Gambar 11. Peta jenis tanah

4.1.3. Peta Kemiringan

Peta Kemiringan pada Gambar 12 menunjukkan variasi kemiringan lereng pada tiap kecamatan yang ada di Kota Ambon. Tingkat kemiringan datar dan sedang. Data ini didapat dari DEMNAS berupa data DEM, kemudian dibuatkan peta kemiringan. Tipe kontur dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 12. Peta kemiringan

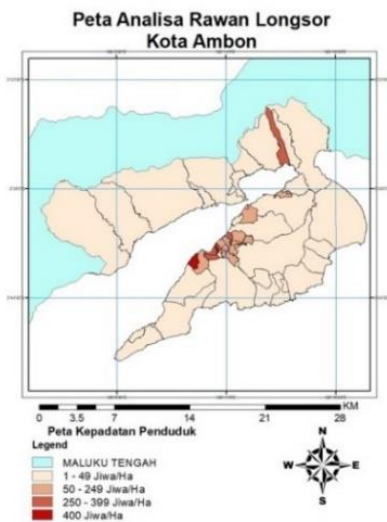
Tabel 1. Tipe kontur kemiringan di kota ambon

Bentuk Wilayah	Bahan Induk	Shape Area	luas wilayah (%)
Berbukit	Volkanik	216327843.08	67%
Datar	Aluvium	900805.4565	0%
Berombak-bergelombang	Volkanik	68472104.92	21%
Bergunung	Volkanik	37325042.74	12%

Mayoritas wilayah kota Ambon memiliki kontur tanah berbukit dengan bahan induk volkanik seluas 67%. Tipe kontur tersebut berpotensi terjadinya longsor dibandingkan kontur datar.

4.1.4. Peta Kepadatan Penduduk

Peta kepadatan penduduk menunjukkan angka kepadatan tertinggi pada 2 desa, disusul oleh 5 desa dengan angka kepadatan sedang. Data kependudukan didapat dari data BPS tahun 2017. Data desa yang memiliki angka kepadatan penduduk tertinggi dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 13. Peta kepadatan penduduk

Tabel 2. Desa dengan tingkat kepadatan penduduk

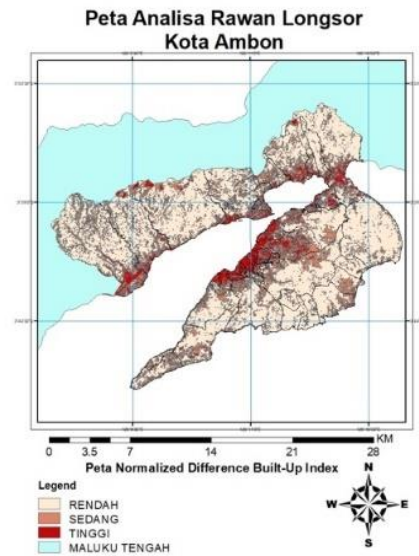
Kecamatan	Kelurahan/Desa	Kepadatan(jiwa/ha)
Nusaniwe	Waihaong	457.06666666700
Nusaniwe	Nusaniwe	698.50000000000

Tingkat kepadatan penduduk tertinggi di kota Ambon pada tahun 2017 di kecamatan Nusaniwe, Kelurahan Waihaong dengan kepadatan (jiwa/ha) yaitu 457.06666666700. Kemudian Kelurahan Nusaniwe dengan kepadatan (jiwa/ha) yaitu 698.50000000000.

4.1.5. Peta Tutupan Lahan

Peta tutupan lahan Gambar 14 menunjukkan indeks Kawasan terbangun, Kawasan yang memiliki indeks bangunan tertinggi berada pada pusat kota. Dimana

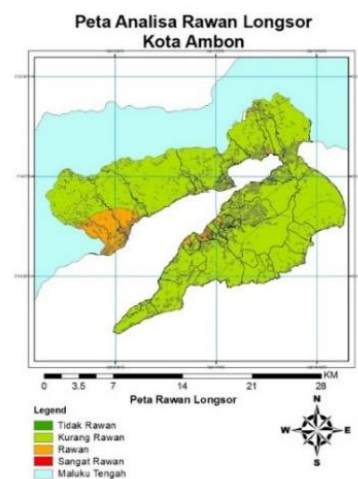
terdapat bangunan padat. Peta tutupan lahan didapat dari proses pengolahan citra satelit dengan NDBI.



Gambar 14. Peta tutupan lahan

4.1.6. Peta Analisa Rawan Bencana Longsor

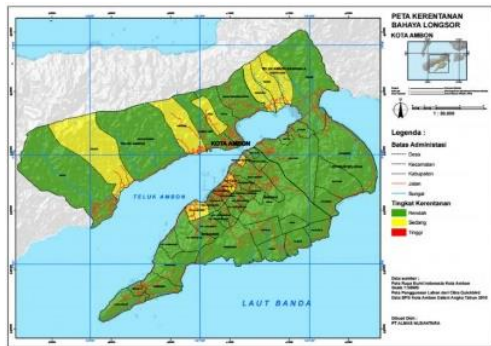
Peta Analisa Rawan Longsor Gambar 15 didapatkan dari hasil overlay 5 indikator sebelumnya yaitu peta curah hujan, peta jenis tanah, peta kemiringan, peta kependudukan, dan peta tutupan lahan. Daerah yang paling rawan longsor adalah desal laha, dengan indikator curah hujan tertinggi. Kemudian daerah rawan longsor juga menyebar di beberapa desa. Daerah rawan longsor tersebut menjadi lokasi penempatan perangkat IoT untuk mendeteksi longsor.



Gambar 15. Peta analisa rawan bencana longsor

4.1.7. Pengujian Peta Rawan Bencana Longsor

Peta hasil overlay dibandingkan dengan peta rawan bencana longsor yang dikeluarkan BPBD Kota Ambon. Peta rawan bencana longsor milik BPBD tahun 2010 memiliki daerah rawan yang sama pada beberapa desa. Peta rawan bencana longsor milik BPBD dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Peta kerentanan longsor bpbd kota ambon.
Sumber: bpbd.ambon.go.id

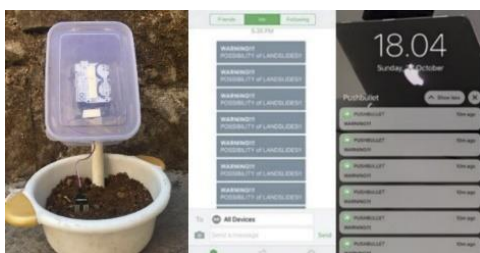
Peta kerentanan longsor milik BPBD kota Ambon pada gambar 18 menggunakan data BPS tahun 2010. Terlihat beberapa titik longsor yang sama contohnya seperti pada desa tawiri, desa laha, nania, waihaong dan sekitarnya. Namun peta ini hanya menampilkan desa yang rentan terjadi longsor saja dan bukan titik rentan pada desa-desa tersebut sehingga sulit untuk menentukan lokasi yang rawan pada suatu desa.

4.2. IoT

Pada bagian *IoT*, dilakukan uji coba *prototype* untuk membaca kelembaban tanah dan kemiringan oleh kedua sensor. Data akan diproses melalui mikrokontroler kemudian dikirim sebagai notifikasi bahaya ke *smartphone* dengan memanfaatkan API dari *pushingbox*.

4.2.1. Prototype

Perangkat *IoT* diletakan pada wadah berisi tanah untuk dilakukan pengujian. Sensor *soil moisture* tertanam ke tanah agar dapat membaca kelembaban tanah ketika diberi air. Sedangkan sensor MPU6050 dan mikrokontroler berada didalam kotak. Sensor MPU6050 akan membaca kemiringan jika wadah tersebut dimiringkan.



Gambar 17. Tampilan *prototype*

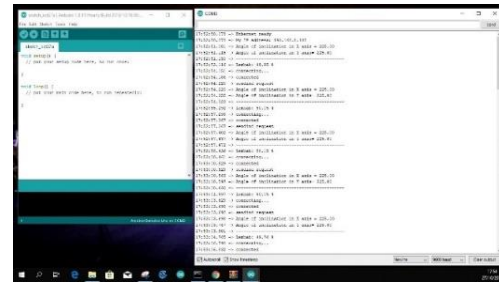
4.2.2. Pengujian Perangkat IoT

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui waktu respon dari data yang diterima oleh sensor sampai dikirim menjadi notifikasi bencana longsor dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini.

Pengujian ini dilakukan dengan *monitoring* aktifitas sensor menggunakan aplikasi arduino. Proses *monitoring* dapat dilihat pada Gambar 18.

Tabel 4. Tabel pengujian

No	Kemiringan	Kelembaban	Notifikasi	Waktu respon
1	225°	0.10%	-	-
2	105°	43.60%	Terkirim	3 detik
3	55°	52.98%	Terkirim	3 detik
4	95°	53.57%	Terkirim	3 detik
5	51°	57.18%	Terkirim	3 detik



Gambar 18. Monitoring aktifitas sensor

Jika perangkat terhubung ke internet dan mendapatkan IP kemudian sensor akan membaca aktifitas dan mengirim data untuk diproses ke mikrokontroler. Setelah data hasil bacaan sensor memenuhi kriteria rawan longsor, maka mikrokontroler akan mengikim notifikasi bahaya ke *smartphone*. Tampilan notifikasi bahaya dapat dilihat pada gambar 18. Pengguna dapat menerima notifikasi bahaya longsor secara *real-time* dengan memanfaatkan API *pushingbox* kemudian dikirim melalui aplikasi *pushbullet* pada *smartphone*.

Pada penelitian sebelumnya, Kesaulya *et al.* (2016) berjudul Perencanaan Mitigasi Bencana Longsor di Kota Ambon. Analisis tingkat kerawanan dilakukan dengan memberikan skoring pada tiap-tiap parameter. Hasil dari penelitian ini berupa peta rawan bencana longsor. Selanjutnya penelitian yang dilakukan Indrasmoro (2013) dengan judul *Geographic Information System (GIS)* yang dilakukan untuk Deteksi Daerah Rawan Longsor Untuk Deteksi Daerah Rawan Longsor menggunakan metode *overlay* dengan hasilnya berupa *early warning system* (peringatan sedini mungkin) tentang bencana longsor di daerah tersebut berupa peta. Kemudian penelitian Artha *et al.* (2018) menggunakan sensor accelerometer MPU6050 untuk mengukur getaran tanah dan sensor *soil moisture* untuk mengukur kelembaban tanah sehingga menghasilkan Sistem Peringatan Dini Bencana Longsor Menggunakan Sensor Accelerometer dan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Android yang dapat diakses secara langsung dan real time.

Penelitian-penelitian tersebut menghasilkan peta rawan bencana longsor ataupun menggunakan sensor untuk mendeteksi longsor, sedangkan penelitian ini menghasilkan *system* deteksi longsor mulai dari analisa peta rawan bencana longsor hingga

menggunakan sensor untuk mendeteksi gejala longsor kemudian mengirim notifikasi sebagai tanda bahaya.

Dengan demikian, maka penelitian ini dapat memberikan sumbangan pemikiran terhadap perkembangan ilmu pengetahuan terkhususnya pada sistem peringatan dini rawan longsor dengan menggunakan IOT

5. Kesimpulan dan Saran

Peta analisa rawan bencana longsor hasil *overlay* dan *scoring* menunjukkan beberapa lokasi longsor yang lebih terpusat sehingga mendapatkan titik rawan longsor yang tersebar. Peta analisa rawan bencana longsor ini juga jika dibandingkan dengan peta kerentanan longsor milik BPBD memiliki beberapa desa yang tergolong rawan yang sama.

Sistem dapat menerima dan menyaring data kemudian mengirim notifikasi bahaya secara *real-time* sehingga memungkinkan proses penyampaian informasi bahaya longsor lebih cepat.

Perangkat *IoT* jika ditempatkan sesuai Peta hasil analisa rawan bencana longsor dapat menjadi *early warning system* yang komprehensif.

Mengingat masih terdapat kekurangan pada penelitian ini maka perlu dilakukan beberapa perbaikan untuk meningkatkan kinerja system maka untuk penelitian selanjutnya, untuk menentukan lokasi longsor sebaiknya peta rawan longsor dapat disajikan bersama notifikasi bahaya longsor dalam suatu aplikasi berbasis web sehingga lokasi longsor dapat dipantau dan diketahui secara langsung. Penelitian selanjutnya juga lebih baik dapat terhubung langsung ke pihak yang berkepentingan seperti Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) sehingga pihak terkait mendapatkan notifikasi secara real time.

Daftar Pustaka

Arifin, S., Carolina, I., Winarso, C., 2006. Implementasi penginderaan jauh dan SIG untuk inventarisasi daerah rawan bencana longsor. *Jurnal Penginderaan Jauh Dan Pengolahan Data Citra Digital* 3,77–86.

Artha, O.O., Rahmadya, B., Putri, R. E., 2018. Sistem peringatan dini bencana longsor menggunakan sensor accelerometer dan sensor kelembabapan tanah berbasis android. *JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering)* 2 (02), 64–70.

Candra, J.E., Maulana, A., 2019. Penerapan soil moisture sensor untuk desain system penyiram tanaman otomatis. *SNISTEK* (2), 109–14.

Fitriani, P.N., Kusumawati, D.L., Handyesa, D.P., Madlazim., 2019. Rancang bangun prototipe deteksi dini tanah longsor berbasis double sensor. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)* 08 (02) , 50–58.

Indrasgoro, G.P., 2013. Geographic Information System (GIS) untuk deteksi daerah rawan longsor studi kasus di Kelurahan Karang Anyar Gunung Semarang. *Jurnal GIS Deteksi Rawan Longsor*. 1–11.

Kasrani, M.W., Widyanto, G., 2016. Perancangan Prototype pengendali relay berbasis web dengan Arduino Uno dan Ethernet Shield. *JTE UNIBA* 1 (1), 22–27.

Kesaulya, H.M., Poli, H., Takumansang, E.D., 2016. Perencanaan Mitigasi Bencana Longsor Di Kota Ambon. *Spasial* 3 (3), 228–35

Mardiyansyah., 2018. Peran Internet of Things (IoT) dalam pengurangan bencana Role of Internet of Things in Disaster Management. *Jurnal Manajemen Proyek ICT Magister Teknik Elektro Universitas Indonesia* 1–7.

Muntohar, A.S., 2010. Tanah longsor: analisis-prediksi-mitigasi. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta : Geotechnical Engineering Research Group (GERG).

Taufik, M., Kurniawan, A., Putri, A.R., 2016. Identifikasi daerah rawan tanah longsor menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis) (Studi Kasus : Kabupaten Kediri). *Jurnal Teknik ITS* 5 (2).