



Tugas Pendahuluan Proyek Akhir

**SISTEM INFORMASI PERINGATAN DINI BENCANA TANAH
LONGSOR DI KABUPATEN TRENGGALEK**

LELY NUR WITANTI

2103171060

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK INFORMATIKA

DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER

POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

2020

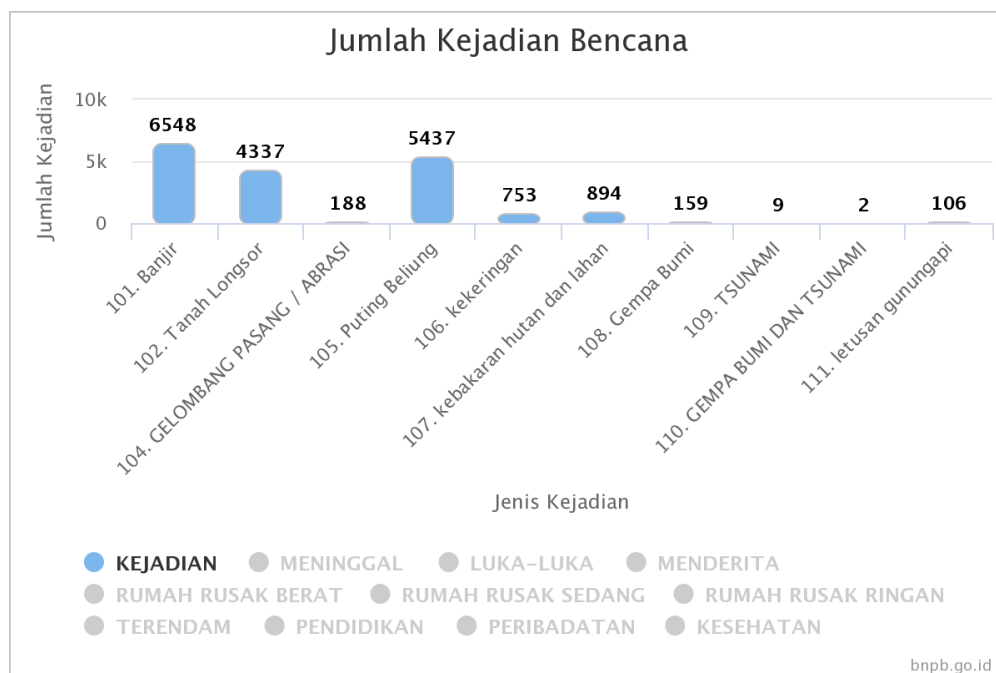
A. JUDUL PROYEK AKHIR

Sistem Informasi Peringatan Dini Bencana Tanah Longsor di Kabupaten Trenggalek.

B. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan letak geologis diantara tiga lempeng tektonik yaitu Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik. Proses tektonik bekerja sebagai akibat dari tenaga endogen yang berasal dari dalam bumi, di sisi lain karena pengaruh cuaca dan iklim yang sangat besar peranannya sebagai agen geomorfologi merupakan tenaga endogen. Dua tenaga tersebut bekerja bersama membentuk wilayah Indonesia yang kompleks.

Wilayah yang kompleks ini menjadikan Indonesia kaya akan berbagai macam sumber daya di dalamnya. Kompleksitas wilayah ini pula menyebabkan Indonesia memiliki kerawanan berbagai jenis bencana alam, seperti gempa bumi, tsunami, letusan gunung berapi, banjir, tanah longsor, angin rebut, dan sebagainya. Bahaya yang mengancam di tengah – tengah masyarakat dapat menyebabkan kerugian, baik berupa harta maupun jiwa. Salah satu bencana alam yang sering mengancam masyarakat adalah tanah longsor.



Gambar 1. Jumlah kejadian bencana alam di Indonesia tahun 2010 – 2019

Bahkan pihak BPBD telah menyatakan bahwa tanah longsor menempati urutan ketiga sebagai bencana alam dengan jumlah kejadian terbanyak di Indoenesia. Tanah longsor dapat terjadi di seluruh wilayah di Indonesia yang terletak pada bentuk lahan (landform) asal

proses penelanjangan atau disebut dengan denudasional. Bentuk lahan asal proses denudasional dapat dijumpai di hampir seluruh pulau di Indonesia dengan ciri – ciri relief sangat kasar, terjadi pendalaman lembah, dan bentuk – bentuk struktural tidak lagi tampak jelas

Kabupaten Trenggalek merupakan salah satu dari 38 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur yang terletak di Kawasan Selatan Jawa Timur (KSJT), yaitu \pm 181 km sebelah barat daya dari Kota Surabaya dengan 1.261,40 km² atau 126.140 ha. Secara geografis terletak pada koordinat 111o 24' – 112o 11' BT dan 7o 53' – 8 o 34' LS, serta memiliki batas-batas administratif, sebagai berikut :

- a. Sebelah Utara : Kabupaten Tulungagung dan Kabupaten Ponorogo
- b. Sebelah Timur : Kabupaten Tulungagung
- c. Sebelah Selatan : Samudra Hindia
- d. Sebelah Barat : Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Ponorogo

Lapisan tanah Aluvial terbentang di sepanjang aliran sungai di bagian wilayah timur dan merupakan lapisan tanah yang subur, berkisar antara 10% hingga 15% dari seluruh wilayah. Bagian selatan, barat laut, dan utara tanahnya terdiri dari lapisan Mediteran yang bercampur lapisan Grumusol dan Latosol (Trenggalek dalam Angka, BPS 2016).

Kabupaten Trenggalek terdiri dari 14 kecamatan, 152 desa, 5 kelurahan, 555 dusun/lingkungan, 1.287 rukun warga, dan 4.490 rukun tetangga. Kabupaten Trenggalek sebagian besar terdiri dari tanah pegunungan dengan luas meliputi dua per tiga ($2/3$) bagian luas wilayah. Sisanya satu per tiga ($1/3$ bagian) merupakan tanah dataran rendah. Ketinggian tanahnya diantara 0 hingga 690 meter diatas permukaan laut. Luas wilayah 126.140 ha, Kabupaten Trenggalek terbagi menjadi 14 Kecamatan dan 157 desa, hanya sekitar 4 kecamatan yang mayoritas wilayahnya dataran, yaitu : Kecamatan Trenggalek, Kecamatan Pogalan, Kecamatan Tugu, dan Kecamatan Durenan, sedangkan 10 kecamatan lainnya mayoritas wilayahnya pegunungan, (Trenggalek dalam angka Tahun 2016).

Sebagian wilayah Kabupaten Trenggalek adalah daerah rawan bencana, terutama tanah longsor dan banjir, selain itu di sebelah selatan Kabupaten Trenggalek yaitu di kawasan pesisir merupakan wilayah rawan bencana tsunami dan gempa tektonik akibat tumbukan lempeng. Bencana tanah longsor sering terjadi di Kabupaten Trenggalek terutama jika musim hujan tiba. Terdapat dua faktor yang menyebabkan sebagian besar kawasan empat

Trenggalek masuk kategori rawan bencana tingkat sedang dan tinggi. Pertama adalah faktor alam yang terdiri dari aspek geologi dan tanah, aspek hidrologi dan klimatologi, aspek topografi dan aspek penutup lahan (vegetasi). Kedua adalah faktor manusia yang memanfaatkan alam secara tidak bertanggung jawab. Kecamatan yang termasuk kategori kerawanan tinggi untuk bencana tanah longsor adalah Kecamatan Panggul, Kecamatan Munjungan, Kecamatan Watulimo, Kecamatan Kampak, Kecamatan Gandusari, dan Kecamatan Bendungan, (Hasil Pelaksanaan RKPD Kabupaten Trenggalek Tahun 2015).

C. PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah disebutkan sebelumnya, dapat dilihat bahwa Kabupaten Trenggalek merupakan salah satu kabupaten di Indonesia yang memiliki kemungkinan besar terjadinya bencana tanah longsor. Terbukti bahwa setiap tahun selalu terjadi bencana tanah longsor. Serta dapat diketahui bahwa masyarakat Kabupaten Trenggalek masih belum mengetahui daerah-daerah yang rawan akan bencana tanah longsor. Terbukti dengan masih ada banyak rumah rusak yang terkena dampak bencana tersebut.

Pemerintah Kabupaten Trenggalek pun masih melakukan upaya penanggulangan bencana tanah longsor dengan cara sosialisasi kepada masyarakat. Belum ada suatu sistem informasi yang terintegrasi tentang peringatan dini bencana tanah longsor dan pemetaan daerah-daerah yang rawan akan bencana tanah longsor di Kabupaten Trenggalek. Informasi mengenai bencana tanah longsor tidak bisa didapatkan secara mudah dan akurat oleh masyarakat Kabupaten Trenggalek karena tidak adanya pangkalan informasi peringatan dini dan tanggap darurat.

D. TUJUAN PROYEK AKHIR

Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu sistem informasi peringatan dini bencana tanah longsor di Kabupaten Trenggalek untuk melakukan upaya mitigasi bencana tanah longsor dengan menentukan kerentanan tanah berdasarkan parameter yang memengaruhi, yaitu riwayat longsor, curah hujan, dan kemiringan lahan. Sistem ini berbasis *client server* dimana admin mengakses melalui *web* dan *user* dapat mengakses melalui perangkat *mobile*. Dalam aplikasi ini terdapat pemetaan daerah-daerah di Kabupaten Trenggalek yang rawan dan yang sedang terjadi bencana tanah longsor serta peringatan dini yang harus dilakukan

masyarakat sebelum, saat, dan sesudah terjadi bencana tanah longsor dengan tujuan masyarakat lebih waspada dan berhati-hati. Aplikasi ini menyediakan informasi yang diberikan dengan cepat dan tepat sehingga masyarakat Kabupaten Trenggalek dapat memperoleh manfaat dari adanya tujuan aplikasi ini dibuat.

E. KONTRIBUSI PROYEK AKHIR

Aplikasi ini membuat framework baru yang menampilkan informasi berupa kerentanan longsor di setiap daerah yang ada di Kabupaten Trenggalek. Sehingga dengan informasi tersebut masyarakat dapat waspada sedini mungkin terhadap daerah yang rentan akan terjadinya bencana tanah longsor. Kemudian diharapkan masyarakat dapat ikut andil dalam melakukan tindakan preventif untuk meminimalisasi terjadinya bencana tanah longsor serta dampak tanah longsor itu sendiri yang berupa materi dan korban jiwa.

F. TINJAUAN PUSTAKA

1. Bencana Tanah Longsor

Longsoran atau gerakan massa erat kaitannya dengan proses-proses yang terjadi secara ilmiah pada suatu bentang alam. Bentang alam merupakan suatu bentukan alam pada permukaan bumi misalnya bukit, perbukitan, gunung, pegunungan, dataran, dan cekungan (Dwikorita, 2005). Tanah Longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering melanda daerah tropis basah. Kerusakan yang ditimbulkan oleh gerakan massa tidak hanya kerusakan secara langsung seperti rusaknya fasilitas umum, lahan pertanian, ataupun adanya korban manusia, akan tetapi juga kerusakan secara tidak langsung yang melumpuhkan kegiatan pembangunan dan aktivitas ekonomi di daerah bencana dan sekitarnya (Hardiyatmo, 2006).¹

1.1 Pengertian Tanah Longsor

Tanah longsor atau sering disebut gerakan tanah adalah suatu peristiwa geologi yang terjadi karena pergerakan massa batuan atau tanah dengan berbagai tipe dan jenis seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah. Secara umum kejadian longsor disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor pendorong dan faktor pemicu. Faktor pendorong adalah faktor-faktor yang memengaruhi kondisi material sendiri, sedangkan faktor pemicu adalah faktor yang menyebabkan bergerakaknya material tersebut. Berikut beberapa dari tokoh yang telah dipublikasikan di beberapa pustaka :

1. Skempton dan Hutchinson (1969) tanah longsor atau gerakan tanah didefinisikan sebagai gerakan menuruni lereng oleh massa tanah dan atau batuan penyusun lereng akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut.
2. Varnes (1978) mengusulkan gerakan lereng yang dianggap lebih tepat untuk mendefinisikan longsoran, yaitu sebagai gerakan material penyusun lereng ke bawah atau keluar lereng di bawah pengaruh gravitasi bumi.
3. Dwikorita (2005) longsor adalah gerakan menuruni atau keluar lereng oleh massa tanah atau batuan penyusun lereng ataupun percampuran keduanya sebagai bahan rombakan, akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusunnya.

1.2 Penyebab Terjadinya Tanah Longsor

Banyak faktor yang memengaruhi kestabilan lereng yang mengakibatkan terjadinya longsoran. Faktor - faktor tersebut semacam kondisi-kondisi geologi dan hidrografi, topografi, iklim, dan perubahan cuaca. Pada prinsipnya tanah longsor terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban serta berat jenis tanah batuan. Hardiyatmo (2007) menyatakan beberapa faktor penyebab tanah longsor, diantaranya yaitu :

1. Jenis Tanah

Jenis tanah juga memengaruhi penyebab terjadinya longsor. Tanah yang mempunyai tekstur renggang, lembut, yang sering disebut tanah lempung atau tanah liat dapat menyebabkan longsoran. Apa lagi ditambahkan pada saat musim penghujan kemungkinan longsor akan lebih besar pada tanah jenis ini. Hal ini dikarenakan ketebalan tanah tidak lebih dari 2,5 meter dengan sudut lereng 22 derajat. Selain itu kontur tanah ini mudah pecah jika udara terlalu panas dan menjadi lembek jika terkena air yang mengakibatkan rentan pergerakan tanah.

2. Curah Hujan

Ancaman tanah longsor biasanya dimulai pada bulan November karena meningkatnya intensitas curah hujan. Musim kering yang panjang akan menyebabkan terjadinya penguapan air di permukaan tanah dalam jumlah besar. Hal itu

¹ Karnawati, Dwikorita. "Bencana alam gerakan massa tanah di Indonesia dan upaya penanggulangannya." *Penerbit Jurusan Teknik Geologi FT Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta* (2005).

mengakibatkan munculnya pori-pori atau rongga tanah hingga terjadi retakan dan merekahnya tanah permukaan. Pada saat hujan, air akan menyusup ke bagian yang retak. Tanah pun dengan cepat mengembang kembali. Pada awal musim hujan, kandungan air pada tanah menjadi jenuh dalam waktu singkat. Hujan lebat pada awal musim dapat menimbulkan longsor karena melalui tanah yang merekah itulah, air akan masuk dan terakumulasi di bagian dasar lereng, sehingga menimbulkan gerakan lateral. Apabila ada pepohonan di permukaan, pelongsoran dapat dicegah karena air akan diserap oleh tumbuhan. Akar tumbuhan juga berfungsi sebagai pengikat tanah.

3. Kemiringan Lereng

Lereng atau tebing yang terjal akan memperbesar gaya pendorong. Lereng yang terjal terbentuk karena pengikisan air sungai, mata air, air laut, dan angin. Kemiringan lereng dinyatakan dalam derajat atau persen. Kecuraman lereng 100 persen sama dengan kecuraman 45 derajat. Selain memperbesar jumlah aliran permukaan, makin curam lereng juga memperbesar kecepatan aliran permukaan, dengan itu memperbesar energi angkut air.

Klasifikasi kemiringan lereng untuk pemetaan ancaman tanah longsor dibagi dalam lima kriteria diantaranya yaitu lereng datar dengan kemiringan 0-8%, landai berombak sampai bergelombang dengan kemiringan 8-15%, agak curam berbukit dengan kemiringan 15-25%, curam sampai sangat curam 25-40%, sangat curam dengan kemiringan >40%. Wilayah yang kemiringan lereng antara 0-15% akan stabil terhadap kemungkinan longsor, sedangkan di atas 15% potensi untuk terjadi longsor pada kawasan rawan gempa bumi semakin besar.

4. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan (land use) adalah modifikasi yang dilakukan oleh manusia terhadap lingkungan hidup menjadi lingkungan terbangun seperti lapangan, pertanian, dan permukiman. Permukiman yang menutupi lereng dapat mempengaruhi penstabilan yang negatif maupun positif. Sehingga tanaman yang disekitarnya tidak dapat menopang air dan meningkatkan kohesi tanah, atau sebaliknya dapat memperlebar keretakan dalam permukaan baruan dan meningkatkan peresatan.

Penggunaan lahan seperti persawahan, perladangan, dan adanya genangan air di lereng yang terjal. Pada lahan persawahan akarnya kurang kuat untuk mengikat butir

tanah dan membuat tanah menjadi lembek dan jenuh dengan air sehingga mudah terjadi longsor. Sedangkan untuk daerah perladangan penyebabnya adalah karena akar pohonnya tidak dapat menembus bidang longsor yang dalam dan umumnya terjadi di daerah longsor lama.

5. Getaran

Getaran yang terjadi biasanya diakibatkan oleh gempa bumi, ledakan, getaran mesin, dan getaran lalu lintas kendaraan. Akibat yang ditimbulkannya adalah tanah, badan jalan, lantai, dan dinding rumah menjadi retak.

6. Susut Muka Air atau Bendungan

Akibat susutnya muka air yang cepat di danau maka gaya penahan lereng menjadi hilang, dengan sudut kemiringan waduk 220° mudah terjadi longsor dan penurunan tanah yang biasanya diikuti oleh retakan.

7. Adanya Beban Tambahan

Adanya beban tambahan seperti beban bangunan pada lereng, dan kendaraan akan memperbesar gaya pendorong terjadinya longsor, terutama di sekitar tikungan jalan pada daerah lembah. Akibatnya adalah sering terjadinya penurunan tanah dan retakan yang arahnya ke arah lembah.

8. Pengikisan/erosi

Pengikisan banyak dilakukan oleh air sungai ke arah tebing. Selain itu akibat penggundulan hutan di sekitar tikungan sungai, tebing akan menjadi terjal.

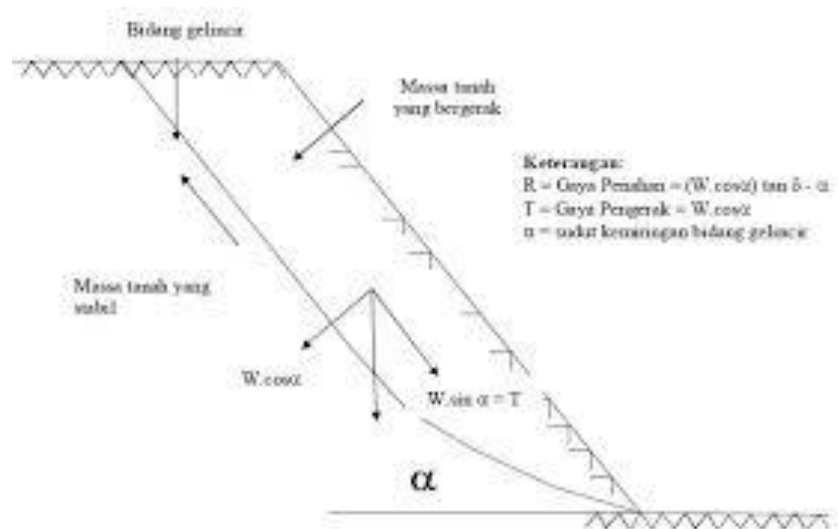
9. Adanya Material Timbunan pada Tebing

Untuk mengembangkan dan memperluas lahan pemukiman umumnya dilakukan pemotongan tebing dan penimbunan lembah. Tanah timbunan pada lembah tersebut belum terpadatkan sempurna seperti tanah asli yang berada di bawahnya. Sehingga apabila hujan akan terjadi penurunan tanah yang kemudian diikuti dengan retakan tanah.

Banyak faktor semacam kondisi-kondisi geologi dan hidrologi, topografi, iklim, dan perubahan cuaca dapat memengaruhi stabilitas lereng yang mengakibatkan terjadinya longsor. Gerakan massa tanah terjadi jika dipenuhi tiga keadaan, yaitu:

1. Kelerengan yang curam,
2. Terdapat bidang peluncur di bawah permukaan tanah yang kedap air,

3. Terdapat cukup air (dari hujan) di dalam tanah di atas lapisan kedap, sehingga tanah jenuh air. Air hujan yang jatuh dari di atas permukaan tanah kemudian menjenuhi tanah sangat menentukan kestabilan lereng, yaitu menurunnya tanah sangat menentukan kestabilan lereng, menurunnya ketahanan geser tanah (t) yang jauh lebih besar dari penurunan tekanan geser tanah (s), sehingga faktor keamanan lereng (F) menurun tajam ($F=t/s$), menyebabkan lereng rawan longsor.



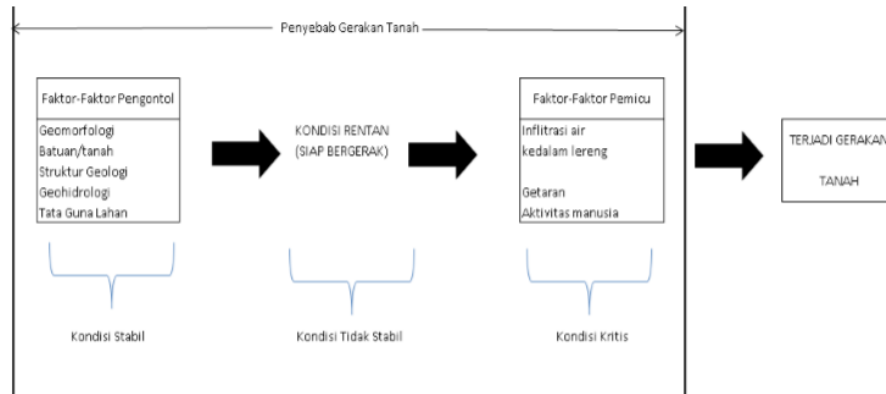
Gambar 2. Gaya-gaya yang mengontrol kestabilan suatu lereng (Karnawati, 2005)

1.3 Proses Terjadinya Tanah Longsor

Pergerakan massa tanah/batuan pada lereng dapat terjadi akibat interaksi pengaruh antara beberapa kondisi yang meliputi geologi, morfologi, struktur geologi, hidrogeologi dan tata guna lahan. Kondisi-kondisi tersebut saling berpengaruh sehingga mewujudkan suatu kondisi lereng yang mempunyai kecenderungan atau berpotensi untuk bergerak (Karnawati, 2005).¹ Kondisi lereng demikian disebut kondisi rentan untuk bergerak. Jadi, pengertian rentan disini berarti berpotensi atau kecenderungan untuk bergerak namun belum mengalami gerakan.

Proses dan tahapan terjadinya gerakan tanah secara sistematis dapat digambarkan sebagai berikut :

^[1] Karnawati, Dwikorita. "Bencana alam gerakan massa tanah di Indonesia dan upaya penanggulangannya." *Penerbit Jurusan Teknik Geologi FT Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta* (2005).



Gambar 3. Proses terjadinya gerakan tanah dan komponen-komponen penyebabnya (Karnawati, 2005)

Dari gambar 2 dijelaskan bahwa terjadinya proses gerakan tanah melalui beberapa tahapan, yaitu :

1. Tahap stabil
2. Tahap rentan
3. Tahap kritis
4. Tahap benar-benar bergerak

Gambar di atas juga menunjukkan bahwa penyebab gerakan tanah dapat dibedakan faktor pengontrol (faktor-faktor yang mengondisikan suatu lereng menjadi rentan atau siap bergerak). Penyebab langsung yang berupa pemicu yaitu proses-proses yang merubah kondisi lereng dari kondisi rentan atau siap bergerak menjadi kondisi benar-benar bergerak setelah melampaui kondisi kritis.

Menurut proses terjadinya (Swanston dan Swanson, 1980), tanah longsor dikelompokkan menjadi jatuhan, longsor, aliran, rayapan, dan bandang. Masing-masing tipe terjadi pada medan dengan karakteristik yang berbeda satu dengan yang lain, hal ini karena bencana tanah longsor disebabkan oleh beberapa faktor.

Sumber : Swanston dan Swanson (1980)

Tabel 1. Klasifikasi Longsor

Jenis	Deskripsi	Terbentuk Oleh	Penyebab
Jatuhan (falls)	Gerakan udara ; melambung, memutar, menggelinding, sangat	Pengangkatan atau lereng, curam, patahan batuan, kurangnya ketahanan vegetasi.	Pemindahan daya dukung, penjepit dan pengumpul, gempa,

	cepat.		kelebihan beban.
Longsor (<i>slide</i>)	Material yang bergerak tidak banyak berubah bentuk ; bergerak sepanjang bidang luncur ; lambat-cepat	Zona massif di atas zona lunak, adanya lapisan dasar yang kedap, buruknya sedimentasi, atau sedimen yang tak terkonsolidasi.	Terlalu curam, penurunan friksi internal.
Aliran (<i>flows</i>)	Bergerak dalam bentuk cairan lumpur; lambat-cepat.	Bahan tak terkonsolidasi, perubahan permeabilitas, sedimen halus yang kedap pada batuan dasar.	Penurunan friksi internal karena kandungan air.
Rayapan (<i>creep</i>)	Gerakan lambat ke arah lereng bawah; beberapa cm/thn	Tingginya perubahan temperatur harian, perubahan period kering-hujan, siklus kembang-kerut.	Goyangan pohon, penjepit dan pengumpul, pemotongan tebing atau erosi jurang.
Bandang (<i>debris, torrents</i>)	Gerakan cepat dari yang bermuatan tanah, batu dan material organik di saluran sungai.	Saluran curam, lapisan tipis dari material yang tak terkonsolidasi diatas batuan induk didalam saluran, lapisan partikel-partikel liat dari bidang luncur jika basah	Debit aliran tinggi, tanah jenuh air, sering tandai oleh longsor tanah/batu, penggundulan hutan.

2. Pemetaan Risiko Bencana

Pemetaan dapat diartikan sebagai proses pengukuran, perhitungan dan penggambaran objek-objek di permukaan bumi dengan menggunakan cara dan atau metode tertentu sehingga didapatkan hasil berupa peta. Peta menyajikan kumpulan titik-titik, garis-garis, dan area-area yang didefinisikan oleh lokasinya dengan sistem koordinat tertentu dan oleh atribut non spasialnya. Risiko bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu kawasan dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan

kegiatan masyarakat (Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana).

Kajian Risiko Bencana adalah mekanisme terpadu untuk memberikan gambaran menyeluruh terhadap risiko bencana suatu daerah dengan menganalisis Tingkat Ancaman, Tingkat Kerentanan dan Kapasitas Daerah. Upaya pengkajian risiko bencana pada dasarnya adalah menentukan besaran tiga komponen risiko tersebut dan menyajikannya dalam bentuk spasial maupun non spasial agar mudah dimengerti. Kajian tersebut dapat menghasilkan sebuah Peta Risiko Bencana, yaitu gambaran Tingkat Risiko bencana suatu daerah secara spasial dan non spasial berdasarkan Kajian Risiko Bencana suatu daerah. Hasil dari semua pengkajian risiko bencana digunakan sebagai salah satu dasar untuk menyusun aksi praktis dalam rangka kesiapsiagaan, seperti menyusun rencana dan jalur evakuasi, pengambilan keputusan daerah tempat tinggal dan sebagainya.

Wilayah Negara Indonesia yang merupakan wilayah rawan bencana akan bahaya dapat dilihat dari geografis, klimatologis, dan demografis. Sesuai dengan Undang-Undang RI No.24 tahun 2004 tentang Penanggulangan Bencana, bahwa diperlukan perencanaan bencana di setiap wilayah administrasi Indonesia. Didalam perencanaan tersebut tercantum data dan informasi tentang risiko bencana pada suatu daerah dalam waktu tertentu, dimana data dan informasi itu nantinya untuk pengambilan kebijakan akan penanggulangan bencana. Perlunya studi risiko bencana yang baik, tepat dan teliti sesuai dengan kondisi suatu wilayah sehingga nantinya dihasilkan informasi yang benar-benar nyata (Nugraha, 2013).

2.1 Analisis Risiko Bencana

Analisis risiko dapat dilakukan dengan beberapa metode. Salah satunya menggunakan metode VCA (Vulnerability capacity Analysis). Dengan parameter ancaman, kerentanan, dan kapasitas dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$R = H \times \frac{v}{c} \quad \text{dimana} \quad R = \text{Risiko}$$

H = Ancaman atau biaya

v = Kecepatan

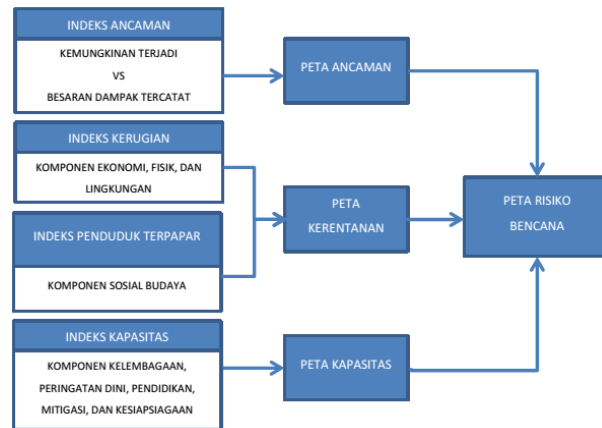
c = Kapasitas

Dari analisis risiko kemudian dilakukan penilaian risiko akhir dengan menggunakan matriks risiko. Nilai risiko ditentukan dari seberapa rentan dan seberapa kuat kapasitas

masyarakat pada suatu kawasan ketika bahaya datang. Pada matriks risiko ini, bahaya menjadi faktor paling dominan dalam penentuan nilai tingkat risiko.

Peta risiko bencana dihasilkan dengan penilaian matriks risiko kedalam bentuk peta tematik. Proses visualisasi peta risiko bencana dapat dilakukan dengan SIG.

2.2 Penyusunan Peta Risiko



Gambar 4. Metode Penyusunan Peta Risiko Bencana (PERKA BNPB No. 02 Tahun 2012)

Pada gambar di atas terlihat bahwa peta risiko bencana merupakan overlay (penggabungan) dari Peta Ancaman, Peta Kerentanan dan Peta Kapasitas. Peta-peta tersebut diperoleh dari berbagai indeks yang dihitung dari data-data dan metode perhitungan tersendiri. Perlu dicatat bahwa peta risiko bencana dibuat untuk setiap jenis ancaman bencana yang ada pada suatu kawasan. Metode perhitungan dan data yang dibutuhkan untuk menghitung berbagai indeks akan berbeda untuk setiap jenis ancaman. Kebutuhan data dan metode perhitungan indeks-indeks tersebut.

3. Penelitian-penelitian Sebelumnya

Berikut penelitian-penelitian yang sebelumnya mengenai pemetaan bencana tanah longsor antara lain sebagai berikut :

Penelitian yang berjudul Pembuatan Peta Zona Rawan Tanah Longsor di Kota Semarang dengan Melakukan Pembobotan Parameter (Jerson Otniel Purba, 2014). Tujuan penelitian ini adalah membuat peta zona rawan tanah longsor di Kota Semarang dan menghasilkan informasi untuk mengetahui zona rawan longsor Kota Semarang.

Data yang digunakan adalah data kontur Kota Semarang interval 2 m, peta administrasi, peta jenis tanah kota Semarang tahun 2011, citra Landsat 8 kota Semarang tahun 2013, data

curah hujan Kota Semarang tahun 2012, riwayat kejadian longsor, dan peta kejadian longsor di Kota Semarang tahun 2012. Hasil dari penelitian tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Sumber : Jerson Otniel Purba, 2014

Tabel 2. Hasil Penelitian Pembuatan Peta Zona Rawan Longsor di Kota Semarang

Peringkat	Cukup Rawan		Rawan		Sangat Rawan	
	Kecamatan	Luas (ha)	Kecamatan	Luas (ha)	Kecamatan	Luas (ha)
1	Tembalang	1240,024	Ngalian	123,885	Ngalian	62,234
2	Ngalian	1216,813	Tembalang	119,092	Mijen	15,387
3	Gajah Mungkur	625,223	Mijen	61,985	Bayumanik	15,106

Penelitian yang berjudul Sistem Informasi Bencana Tanah Longsor (Si-Benar) Berbasis Web Kecamatan Cililin, Kabupaten Bandung Barat (Riyalda *et al.*, 2018). Penelitian ini merancang aplikasi sistem informasi bencana tanah longsor (Si-Benar) berbasis web menggunakan beberapa tahapan desain, termasuk desain diagram, desain tampilan, menggunakan bahasa pemrograman PHP, database MySQL, dan menampilkan data sensorik dari perangkat keras EWS dengan tampilan responsif. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai software tampilan data informasi. Sistem informasi bencana tanah longsor (Si-Benar) berbasis web adalah software tampilan data informasi yang digunakan untuk menampilkan output dari data yang dihimpun dari modul induk. Keluaran tersebut berupa tampilan data lewat suatu tampilan aplikasi, atau yang dapat disebut dengan Graphic User Interface (GUI) dalam web. Tampilan GUI monitoring tersebut berisi konten yang mencakup informasi mengenai data-data apa saja yang akan ditampilkan untuk dimonitoring, dianalisa dan dievaluasi oleh pihak stakeholder kebencanaan (BPBD, BNPB, Kecamatan yang beresiko terkena bencana, dan sebagainya). Tampilan GUI tersebut sederhana yang berisikan peta, grafik dan tabel. Apabila pemakai aplikasi melihat langsung dapat memahami dengan durasi waktu yang relatif singkat. Adapun konten menunya adalah menu login, menu beranda, menu stasiun lews, dan menu logout.

Penelitian berjudul Sistem Deteksi Dini Bencana Tanah Longsor Berbasis *3D WebGIS* (Wardana *et al.*, 2018). Penelitian ini mengajukan solusi sistem deteksi dini bencana tanah longsor berbasis *3D WebGIS* dengan fitur *real time monitoring system* dan visualisasi data

spasial, guna mengantisipasi bencana tanah longsor dengan lebih baik. Tahap pengembangan perangkat lunak menggunakan model *prototype* untuk menjamin kualitas perangkat lunak sesuai dengan kebutuhan BPBD Kota Batu. Tahap implementasi dilakukan dengan ekstraksi data DEM, mengolah data spasial hasil digitasi BALITBANGDA Kota Batu, ekstraksi data hasil survei, digitasi bangunan, membangun *3D Map* dan melakukan visualisasi *3D Map* ke dalam *WebGIS*. Metode pengujian menggunakan *unit testing* dan tingkat akurasi sensor. Hasil *unit testing* menunjukkan bahwa seluruh komponen program telah memiliki hasil output sesuai yang diharapkan, sehingga seluruh fitur dapat berjalan dengan baik, sedangkan hasil pengujian akurasi sensor menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga data yang dipublikasikan oleh sistem merupakan data yang valid.

Sebelumnya terdapat aplikasi peringatan dini yang dibuat oleh BNPB untuk mengetahui potensi bencana dari berbagai fenomena alam yang bernama inaRISK. Aplikasi ini berbasis mobile yang menyediakan sejumlah area yang mungkin berpotensi menimbulkan kerusakan baik fisik maupun material pada garis besar bencana. Namun pada aplikasi ini belum ada fitur notifikasi atau peringatan bencana alam yang bersifat *real-time*.

Tabel 3. *Competitive Analysis Terhadap Aplikasi Sejenis*

No.	Fitur-fitur Aplikasi	inaRISK	EWL (Early Warning Landslide) Trenggalek
1	Daerah rawan longsor	Ada	Ada
2	Daerah-daerah riwayat longsor	Ada	Ada
3	Longsor saat ini	Tidak ada	Ada
4	Notifikasi daerah rawan longsor secara <i>real-time</i>	Tidak ada	Ada

Perbedaan penelitian yang dilakukan penulis dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah jika penulis membangun suatu sistem informasi berbasis *mobile* tentang peringatan dini bencana tanah longsor di Kabupaten Trenggalek bertujuan melakukan upaya mitigasi bencana tanah longsor dengan menentukan kerentanan tanah berdasarkan parameter yang memengaruhi, yaitu riwayat longsor, curah hujan, jenis tanah, dan kemiringan lahan. Sedangkan penelitian-penelitian sebelumnya kebanyakan berupa suatu perangkat keras

sistem peringatan dini bencana tanah longsor dan belum ada penelitian yang bertujuan untuk membuat suatu sistem informasi yang terintegrasi tentang peringatan dini bencana tanah longsor dan pemetaan daerah-daerah yang rawan akan bencana tanah longsor di Kabupaten Trenggalek. Penelitian ini menggunakan *Rule Base System* (RBS) yang menurut Lusiani dan Cahyono, merupakan suatu perangkat lunak yang menyajikan keahlian pakar dalam bentuk aturan-aturan pada suatu domain tertentu untuk menyelesaikan suatu permasalahan.

G. METODE PROYEK AKHIR

Metodologi yang digunakan dalam proyek akhir ini meliputi beberapa tahap, sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi Literatur ini merupakan tahap awal dalam pengerjaan penelitian ini. Pada tahap ini dilakukan pencarian dan pendalaman terhadap literatur yang berkaitan dengan Sistem Informasi Geografis (GIS) bencana longsor serta pencarian riwayat longsor, peta rawan longsor, dan longsor yang terjadi saat ini. Sumber literatur didapatkan dari berbagai sumber.

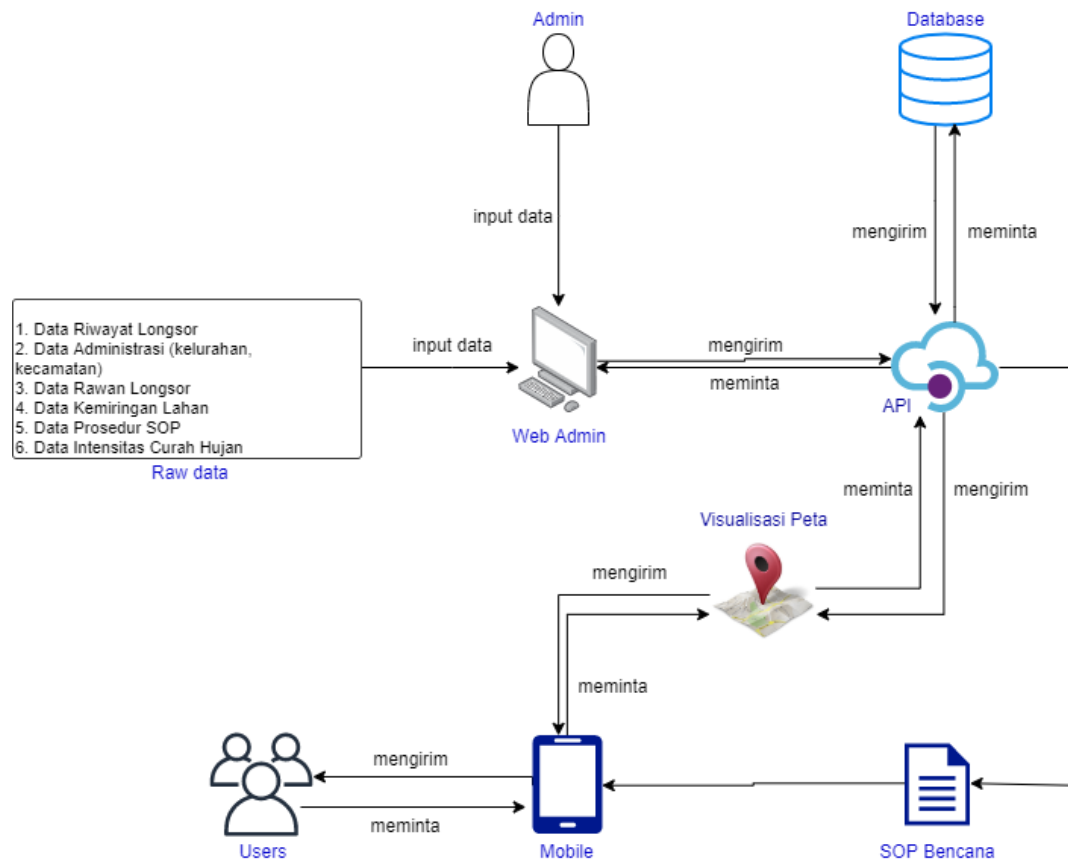
2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara yaitu mencari data di website resmi Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) DIBI dan survei langsung ke instansi terkait seperti Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) dan Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah (Bappeda). Survei dilakukan dengan cara observasi langsung ke wilayah penelitian dan wawancara kepada pihak terkait yang bertujuan untuk menentukan variabel yang mempengaruhi terjadinya longsor dan mencari data yang dibutuhkan dan berhubungan dengan mitigasi bencana tanah longsor di Kabupaten Trenggalek.

3. Perancangan Sistem

Tahap selanjutnya setelah melakukan studi literatur dan pengumpulan data, yaitu perancangan sistem berdasarkan data dan fakta yang telah didapatkan untuk penyusunan aplikasi pada penelitian yang akan dikerjakan ini.

3.1 Perancangan Sistem



Gambar 5. Desain Sistem

Penjelasan langkah-langkah pada skema rancangan desain sistem di atas adalah sebagai berikut :

a) Raw data (data mentah)

Pada sistem ini, input data awal sebelum diolah yaitu berupa data tetap seperti data kecamatan, kelurahan/desa, data riwayat tanah longsor, data kemiringan lahan, dan data SOP (Standar Operasional Prosedur). Kemudian setiap harinya diinputkan data yang bersifat tidak tetap seperti data curah hujan. Data diperoleh dari berbagai sumber seperti survei langsung ke beberapa lembaga terkait penelitian, salah satunya BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah) Kabupaten Trenggalek, mengumpulkan data dari situs resmi bencana alam di Indonesia.

b) Menginputkan data

Data awal merupakan data mentah dari badan terkait yang masih belum dilakukan pemrosesan sama sekali. Ada juga data yang didapat dari situs resmi yang menyediakan data tertentu namun juga masih belum diproses. Data akan diinputkan oleh admin ke dalam sistem web admin untuk diproses.

c) Memproses raw data

Data yang sudah dikumpulkan dilakukan preprocessing terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam database. Preprocessing merupakan proses untuk memilah data yang bertujuan untuk mengambil data yang diperlukan.

d) Menyimpan Data

Kumpulan data atau informasi yang telah diinputkan atau dimasukkan oleh admin akan disimpan dalam database yang nantinya akan diproses sampai menjadi informasi peringatan dini untuk user atau masyarakat Kabupaten Trenggalek.

e) Analisis pembobotan

Melakukan analisis dengan menentukan variabel dan memberi nilai atau bobot pada masing-masing variabel. Adapun nilai variabel dalam bentuk tabel adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Tabel Parameter

No.	Parameter	Kriteria	
1.	Curah hujan	≤ 100	Rendah
		100 - 200	Sedang
		> 200	Tinggi
2.	Riwayat Longsor	0	Rendah
		1	Sedang
		>2	Tinggi
3.	Kemiringan Lahan	2 s.d 14,99	Landai
		15 s.d 39,99	Agak curam

		> 40	Curam
--	--	------	-------

f) Proses analisis

Analisis risiko dilakukan untuk mendapatkan informasi peringatan dini daerah rawan longsor. Role admin hasil analisis risiko disajikan dalam bentuk visualisasi peta dan teks untuk role user, sementara hasil analisis disajikan dalam bentuk peta saja. Analisis resiko menggunakan acuan dari penelitian yang pernah ada dilakukan untuk mendapatkan informasi area rawan longsor.

g) Web admin

Web admin mengolah data berdasarkan inputan dan analisis risiko menggunakan PHP.

h) Menyimpan data

Data akan disimpan ke dalam database. Pada aplikasi ini database yang digunakan adalah database PostgreSQL.

i) API

Hasil analisis risiko disediakan dalam bentuk API yang akan digunakan pada multiplatform seperti mobile platform (android).

j) Visualisasi Peta

Mengkomunikasikan informasi secara jelas dan efisien kepada pengguna atau masyarakat lewat peta. Pada tahap ini, penyusunan peta peringatan dini dengan data-data yang sudah diperoleh sebelumnya, sehingga dapat diketahui daerah-daerah rawan bencana longsor dan juga daerah yang sedang terjadi bencana tanah longsor. Sehingga masyarakat bisa senantiasa waspada dan mengurangi dampak buruk yang dapat terjadi.

k) Mengakses aplikasi sistem informasi peringatan dini bencana tanah longsor di Kabupaten Trenggalek

l) User menggunakan fitur yang ada dalam aplikasi

- User mengakses fitur peringatan dini, maka akan ditampilkan informasi daerah rawan longsor di Kabupaten Trenggalek berbasis spasial.
- User mengakses fitur tanggap darurat yaitu informasi SOP sebelum, saat, dan sesudah terjadi bencana di Kabupaten Trenggalek.
- User mengakses riwayat longsor, maka akan ditampilkan informasi riwayat longsor di Kabupaten Trenggalek berbasis spasial.

m) Mobile

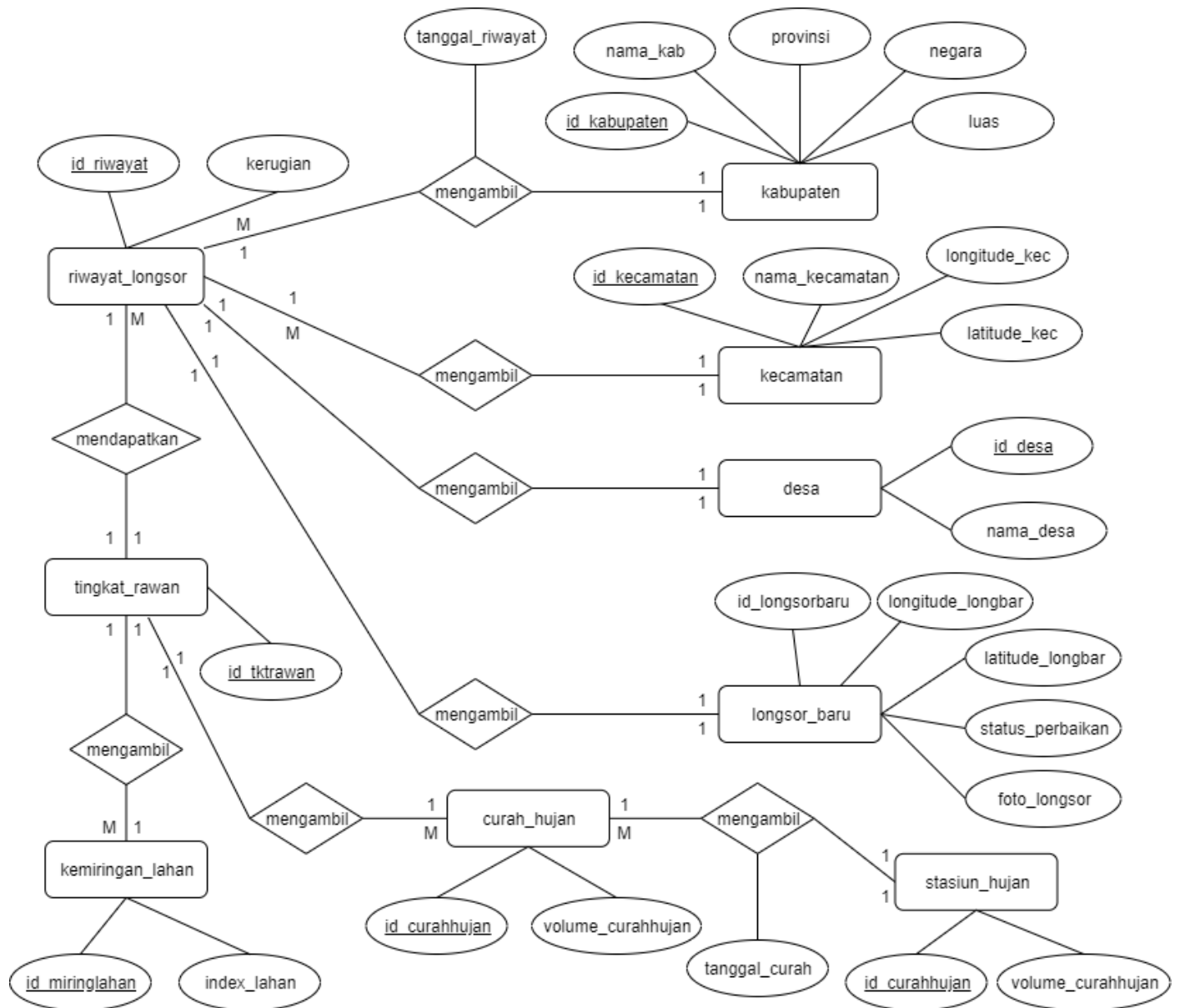
Pada perangkat mobile nantinya akan disajikan visualisasi peta dan rincian SOP. Masyarakat Kabupaten Trenggalek atau user akan mendapatkan notifikasi berupa daerah-daerah yang rawan longsor setelah dilakukan analisis risiko oleh admin setiap harinya. User dapat mengakses fitur peringatan dini dan akan ditampilkan informasi daerah yang sedang terjadi longsor dan daerah yang pernah terjadi longsor di Kabupaten Trenggalek berbasis spasial. Masyarakat atau user dapat mengakses informasi SOP sebelum, saat, dan sesudah terjadi bencana longsor di Kabupaten Trenggalek.

n) Prosedur SOP

Setelah semua data telah diinputkan oleh admin ke web server dan data tersebut disimpan di database, maka dengan melalui API prosedur SOP untuk tanah longsor di Kabupaten Trenggalek akan diberikan kepada masyarakat atau user yang ditampilkan melalui mobile.

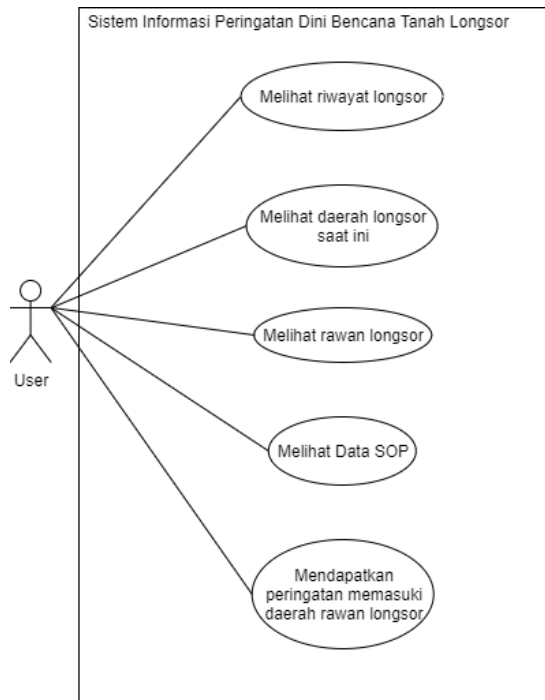
3.2 Perancangan Database

Di bawah ini adalah *Entity Realitionship Database (ERD)* untuk menyimpan data yang digunakan dalam proses perhitungan sistem ini. Hasil dari proses perhitungan tidak ditampung dalam database ini dikarenakan akan dihitung langsung oleh sistem pada controller.



Gambar 6. Entity Realitionship Database (ERD)

3.3 Use Case Diagram



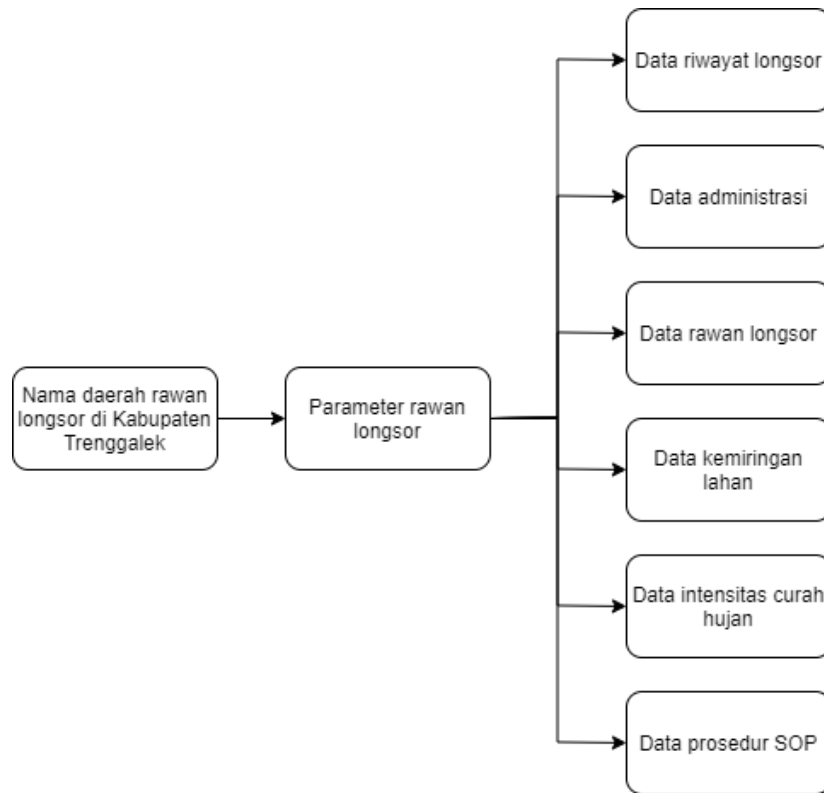
Gambar 7. Use Case Diagram

Pada gambar 7 di atas menunjukkan bahwa ada satu aktor pada aplikasi ini, yaitu Users (masyarakat Kabupaten Trenggalek). User dapat melihat longsor yang sedang terjadi, daerah-daerah rawan longsor, informasi SOP, dan mendapatkan peringatan bahwa daerah yang ditinggalinya merupakan daerah rawan longsor. Sedangkan admin dapat memasukkan data SOP, riwayat longsor, curah hujan, ketinggian dan kemiringan lahan, serta jenis tanah di masing-masing daerah yang ada di Kabupaten Trenggalek.

3.4 Metode Rule-Based System

1. Pohon Keputusan

Pohon keputusan yang dibangun pada gambar di bawah terdapat 6 parameter untuk menentukan apakah daerah tersebut merupakan daerah yang rawan longsor.



Gambar 8. Pohon Keputusan *Rule-Based System*

2. Rule Identifikasi Rawan Longsor

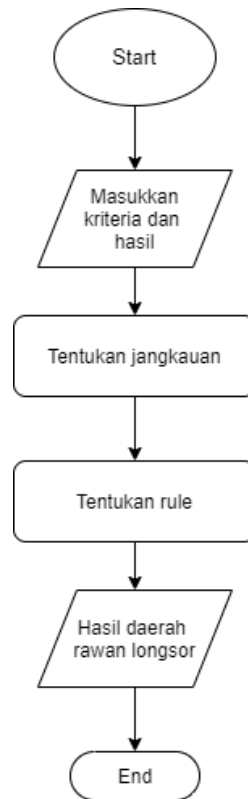
Penulisan *rule-based system* adalah sebagai berikut :

```

IF      Kemiringan Lahan > Tinggi AND
        Curah Hujan > Tinggi cm AND
        AND Memiliki riwayat longsor > Ya
THEN
        RAWAN LONGSOR
  
```

3. Flowchart *Rule-Based System*

Untuk memperjelas bagaimana proses *rule-based system* yang akan digunakan dalam penelitian ini maka dapat dilihat melalui gambar di bawah ini yang merupakan flowchart dari metode *rule-based system* yang digunakan.



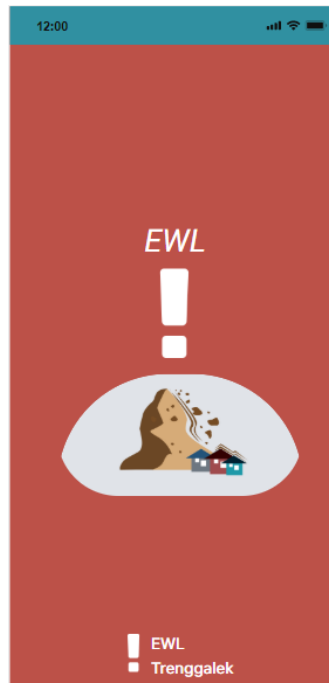
Gambar 9. *Flowchart Rule Based System*

3.5 Perancangan Antarmuka (*Prototype*)

Sistem akan dibangun berbasis *web* dan *mobile*. Adapun untuk database digunakan database PostgreSQL. Sedangkan peta ditampilkan dengan menggunakan Google Maps. Pada user interface ini akan dijelaskan beberapa bagian dari aplikasi.

3.5.1 Tampilan Mobile

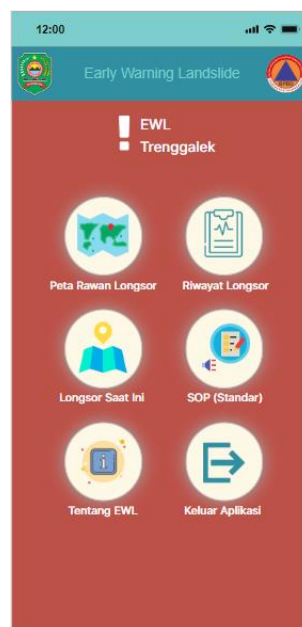
1. Tampilan Antarmuka *Splashscreen*



Gambar 10. Gambar Desain Antarmuka *Splashscreen*

Tampilan *splashscreen* ini adalah tampilan yang pertama kali user lihat setelah membuka aplikasi EWL (*Early Warning Landslide*) Trenggalek.

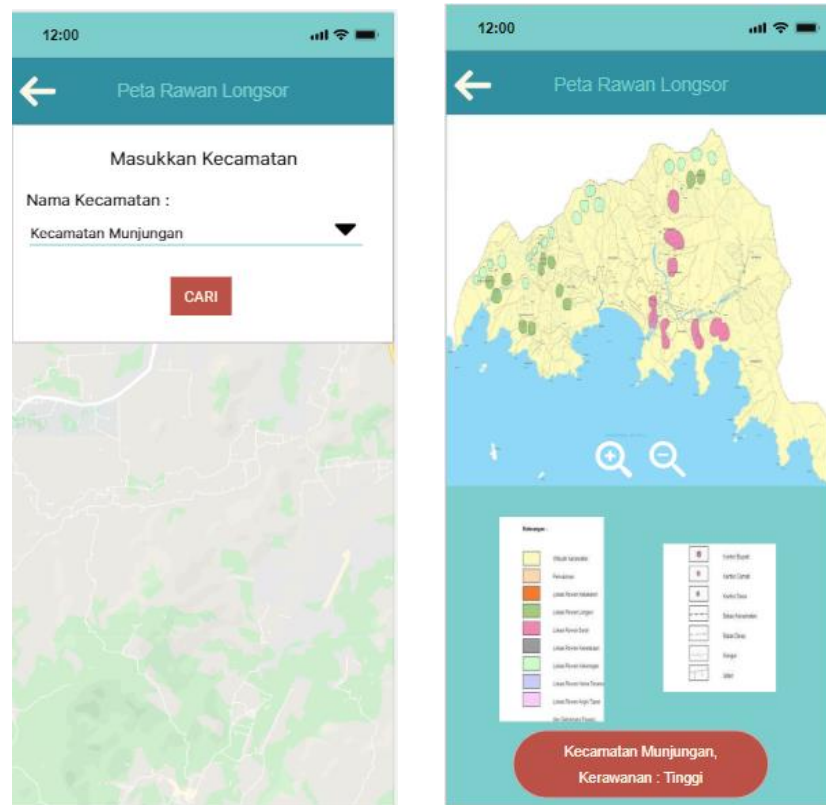
2. Tampilan Antarmuka Homepage



Gambar 11. Gambar Desain Antarmuka Homepage

Pada gambar 11 di atas menunjukkan menu-menu yang ada pada aplikasi ini yaitu menu peta rawan longsor, menu riwayat longsor, menu longsor saat ini, menu mitigasi SOP, menu tentang aplikasi, dan keluar dari aplikasi.

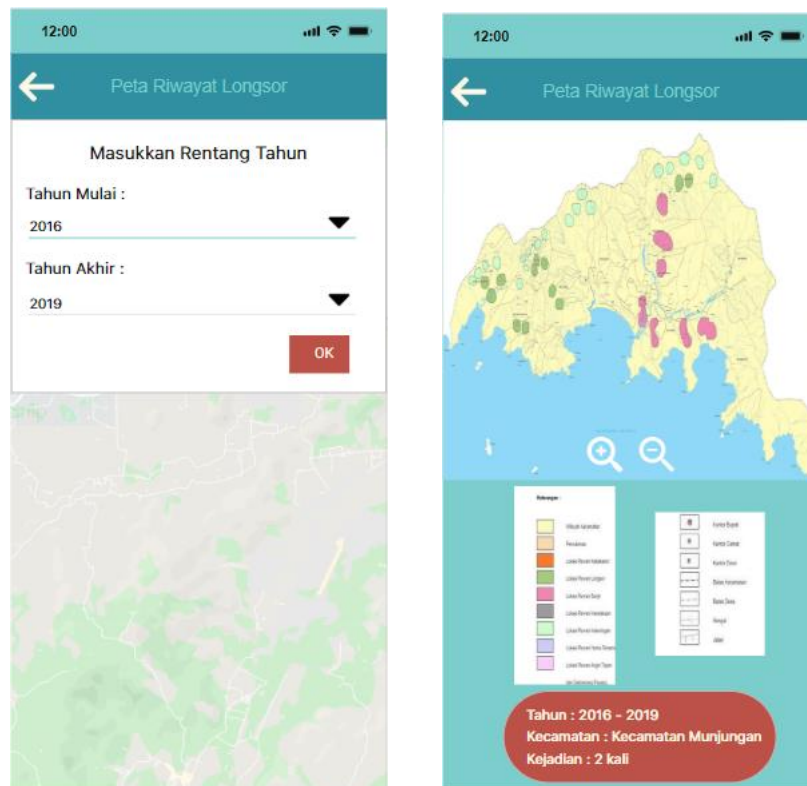
3. Tampilan Antarmuka Menu Rawan Longsor



Gambar 12. Gambar Desain Antarmuka Menu Rawan Longsor

Pada menu rawan longsor ini akan menunjukkan titik-titik dimana saja area rawan longsor yang ada di Kabupaten Trenggalek.

4. Tampilan Antarmuka Menu Riwayat Longsor



Gambar 13. Gambar Desain Antarmuka Menu Riwayat Longsor

Pada menu riwayat longsor ini user dapat memilih rentan tahun yang ingin ditampilkan dan jika di klik di salah satu daerahnya maka akan memunculkan nama daerah dan berapa kali kejadian longsor dalam rentan waktu yang dicari.

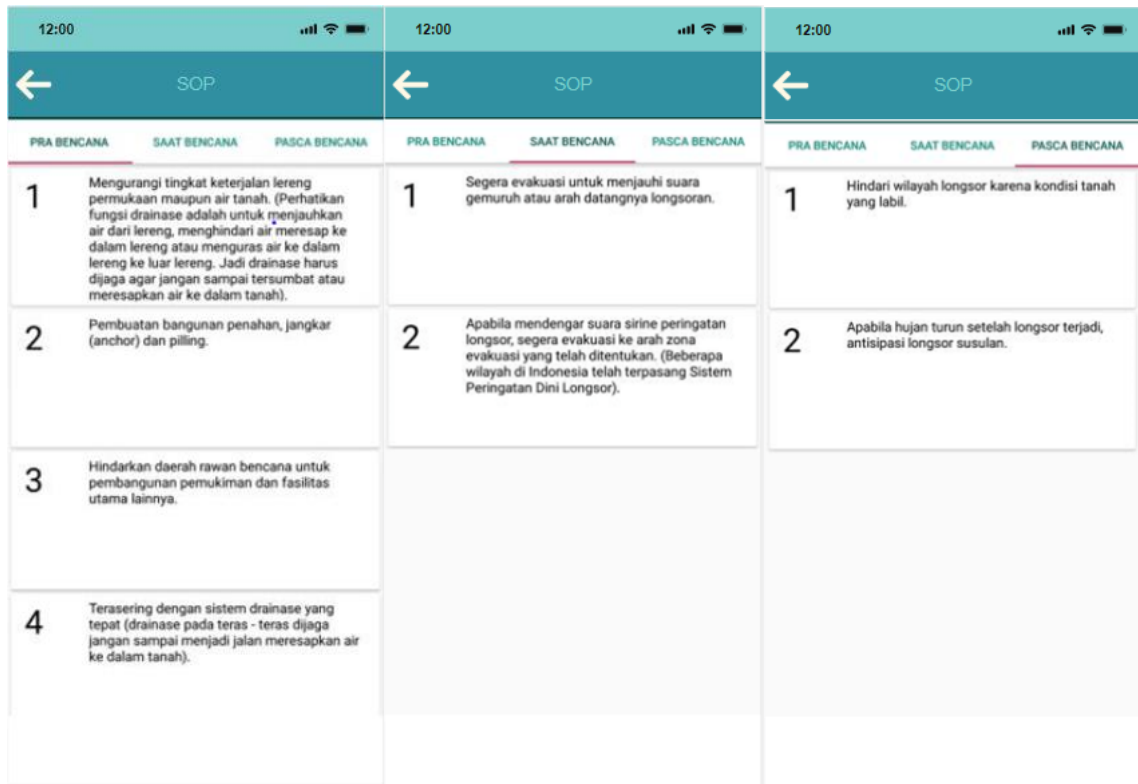
5. Tampilan Antarmuka Menu Longsor Saat Ini



Gambar 14. Gambar Desain Antarmuka Menu Longsor Saat Ini

Pada menu longsor saat ini akan menunjukkan dimana titik longsor yang sedang terjadi di Kabupaten Trenggalek.

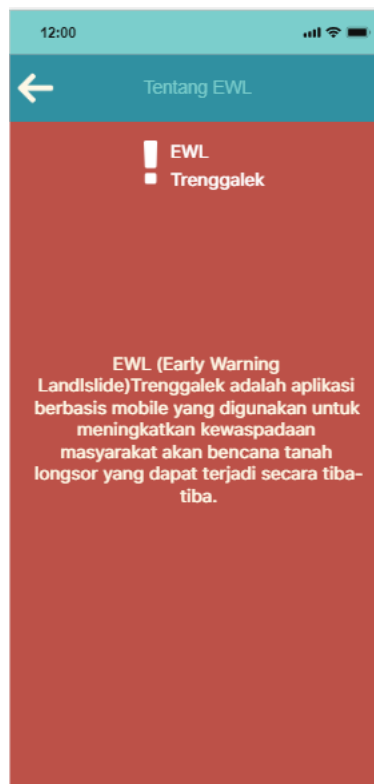
6. Tampilan Antarmuka Menu SOP



Gambar 15. Gambar Desain Antarmuka Menu SOP

Pada menu SOP ini akan menampilkan 3 sub-menu yaitu pra bencana, saat bencana, dan pasca bencana, kemudian pada setiap sub-menunya akan menunjukkan prosedur apa saja yang harus dilakukan pada saat tertentu.

7. Tampilan Antarmuka Menu About

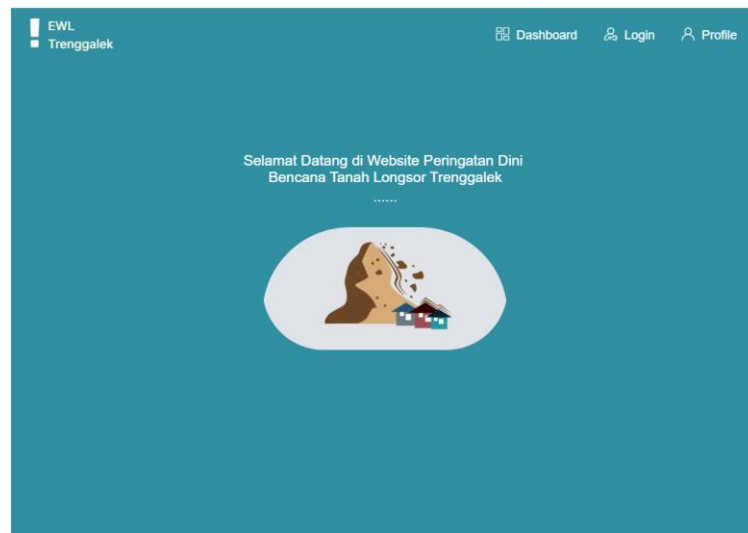


Gambar 16. Gambar Desain Antarmuka Menu About

Pada menu about disini akan menampilkan deskripsi singkat mengenai aplikasi ini.

3.5.2 Tampilan Web Admin

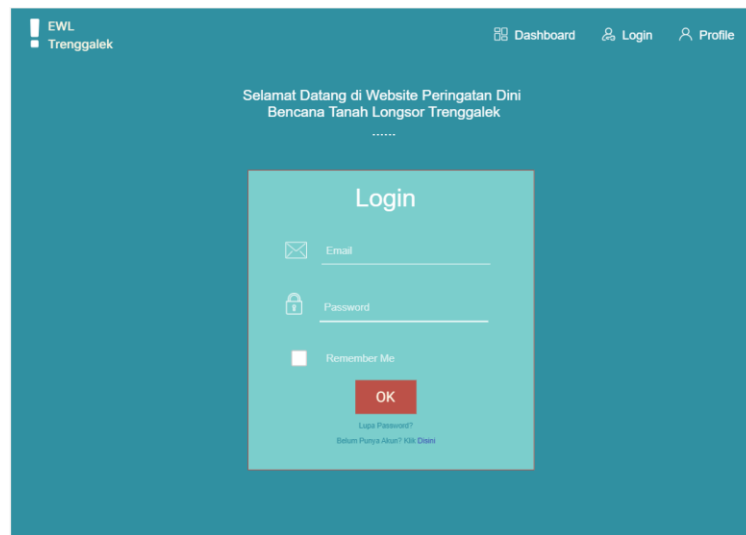
1. Desain Antarmuka Welcome Page



Gambar 17. Gambar Desain Antarmuka Welcome Page

Pada gambar 17 merupakan desain antarmuka welcome page yang akan tampil pada saat pertama kali web terbuka. Terdapat menu Dashboard, yang hanya bisa dibuka apabila sudah login. Ada menu login untuk masuk ke sistem admin. Terdapat menu Profile apabila admin ingin melihat profil dirinya sendiri.

2. Desain Antarmuka Halaman Login



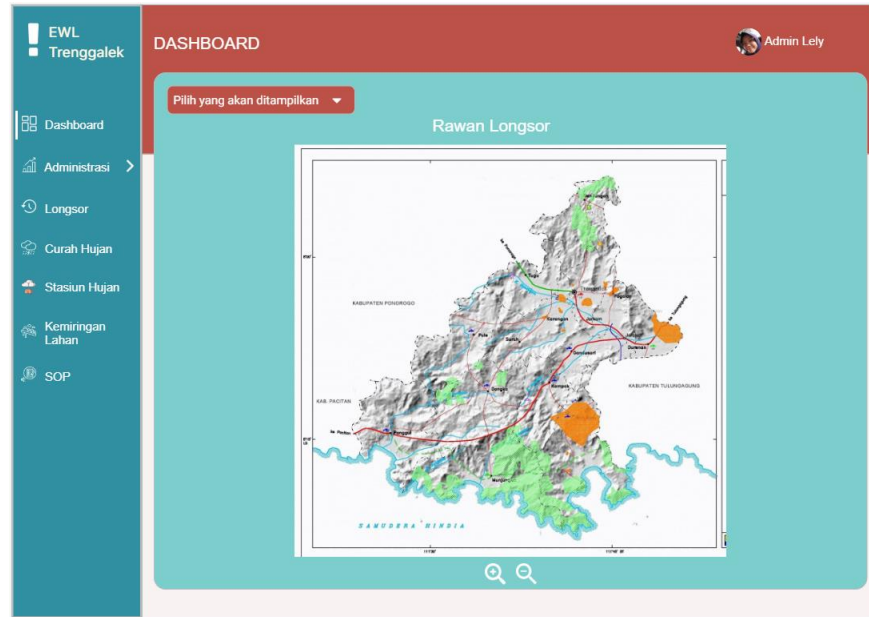
Gambar 18. Desain Antarmuka Halaman Login

Pada gambar 18 merupakan desain antarmuka halaman login yang digunakan untuk masuk kedalam sistem admin. Terdapat field E-mail dan Password yang harus diisi apabila ingin login.

3. Desain Antarmuka Dashboard

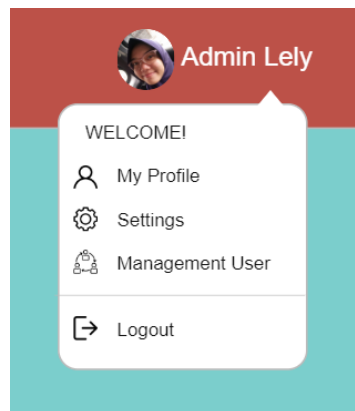
Pada bagian ini akan ditampilkan dropdown yang mana pilihannya akan menampilkan peta kerawanan longsor, peta riwayat longsor, peta curah hujan, peta kemiringan lahan.

Gambar 19 di bawah merupakan dropdown kerawanan longsor pada dashboard yang mana apabila di-klik pada petanya akan menunjukkan informasi berupa daerah apa dan seberapa tinggi tingkat kerawanan pada daerah tersebut. Daerah dengan warna oranye memiliki tingkat kerawanan tinggi.



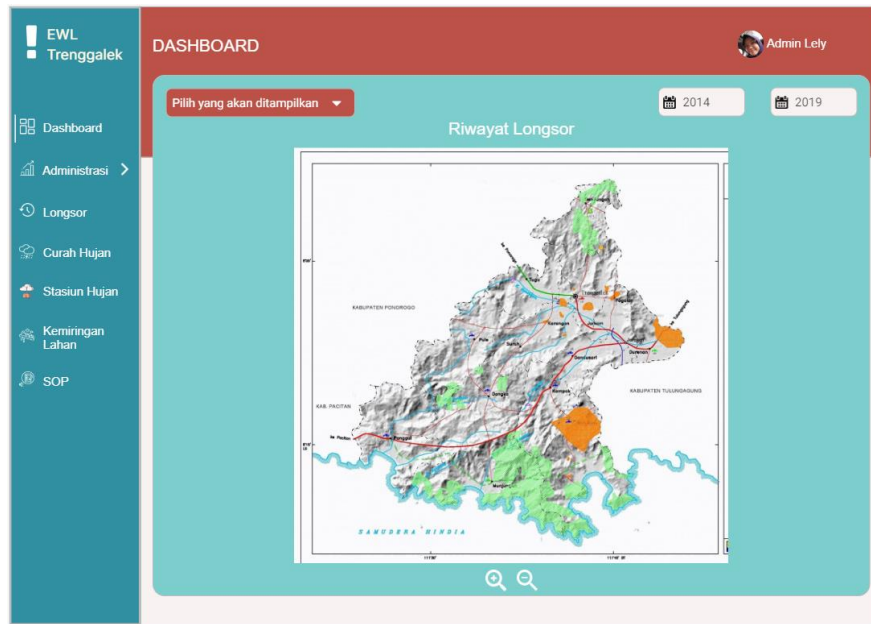
Gambar 19. Dropdown Kerawanan Longsor pada Dashboard

Sebelah kanan web merupakan side-bar yang berisikan menu-menu dan submenu yang terdapat pada aplikasi ini. Pada pojok kiri atas terdapat profil admin yang berisikan tiga sub-menu yaitu “My profile”, “Settings”, “Management User”, dan “Logout” seperti yang tampak pada gambar 20 di bawah ini.



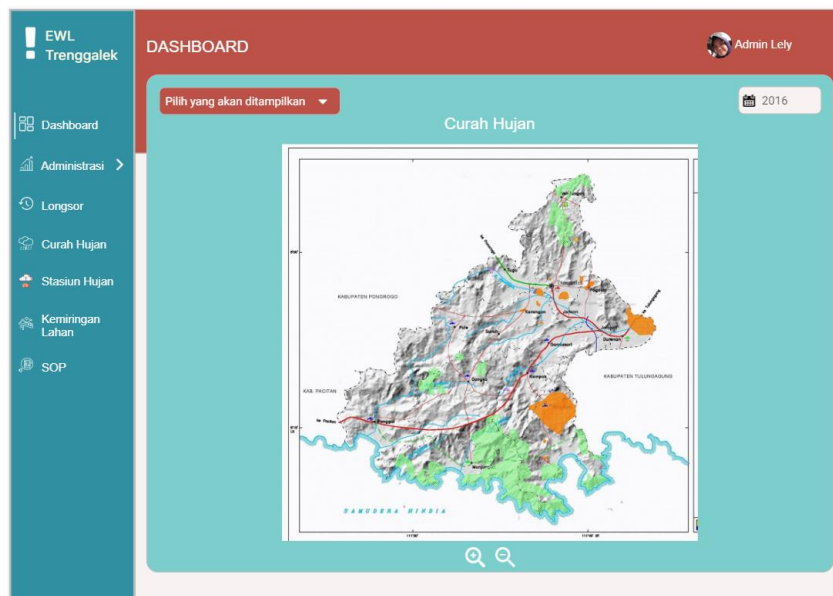
Gambar 20. Detail Profil

Sedangkan gambar 21 di bawah ini merupakan dropdown riwayat longsor pada dashboard yang mana apabila diklik pada petanya akan manunjukkan informasi berupa desa apa, kecamatan apa, dan berapa kali kejadian longsor pada range beberapa tahun yang mana admin dapat memilih ingin melihat riwayat longsor pada range tahun tertentu.



Gambar 21. Dropdown Riwayat Longsor pada Dashboard

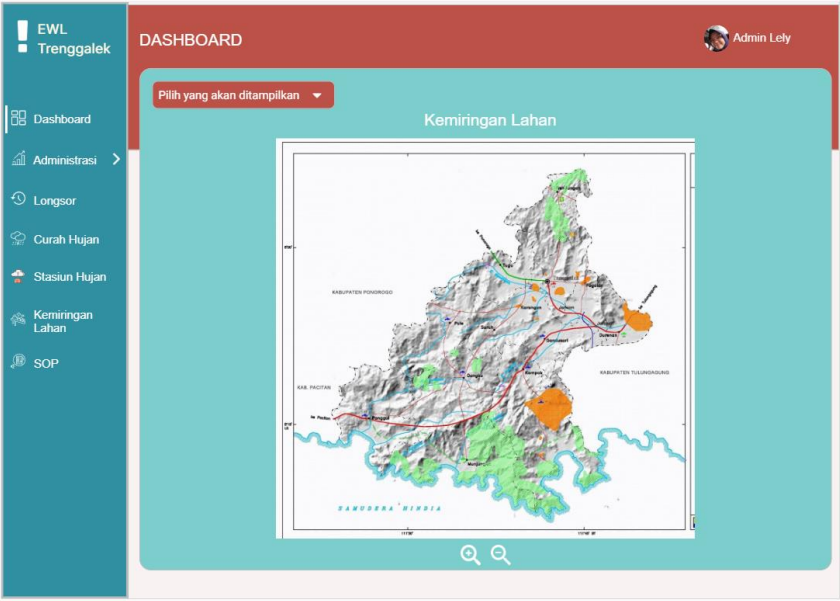
Gambar 22 di bawah merupakan dropdown curah hujan pada dashboard yang mana apabila di-klik pada petanya akan manunjukkan informasi berupa kecamatan apa dan berapa banyak volume hujan pada tahun yang telah dipilih oleh admin.



Gambar 22. Dropdown Curah Hujan pada Dashboard

Gambar 23 berikut merupakan dropdown kemiringan lahan pada dashboard yang mana apabila di-klik pada petanya akan manunjukkan

informasi berupa kelurahan apa dan seberapa tinggi indeks kemiringan lahannya.



Gambar 23. Dropdown Kemiringan Lahan pada Dashboard

4. Desain Antarmuka Administrasi Kecamatan

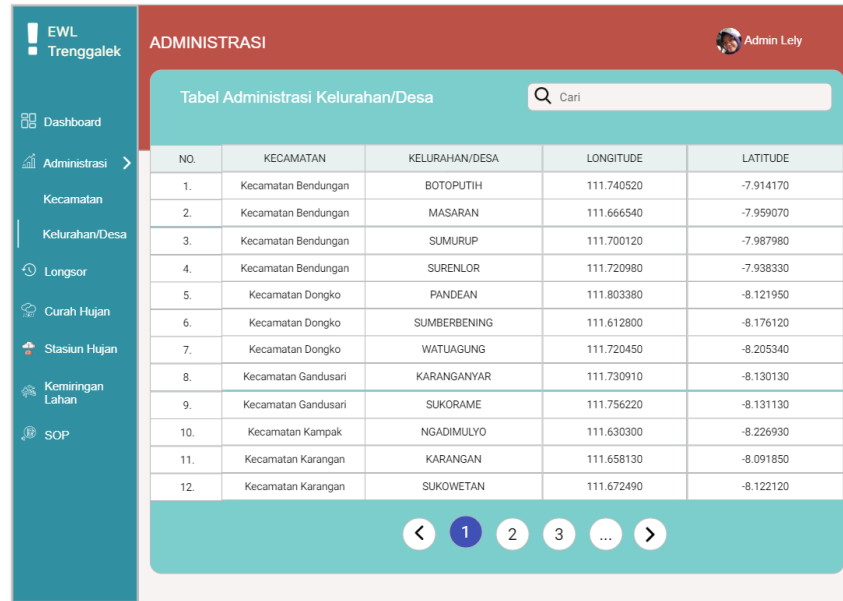
Pada bagian ini akan menampilkan semua data kecamatan yang berada di Kabupaten Trenggalek, tersedia juga informasi mengenai longitude dan latitude dari masing-masing kecamatan.

NO.	KABUPATEN	KECAMATAN	LONGITUDE	LATITUDE
1.	TRENGGALEK	Kecamatan Bendungan	111.840569	-8.083970
2.	TRENGGALEK	Kecamatan Dongko	111.562202	-8.194700
3.	TRENGGALEK	Kecamatan Durenan	111.796440	-8.131310
4.	TRENGGALEK	Kecamatan Gandusari	111.684967	-8.164630
5.	TRENGGALEK	Kecamatan Kampak	111.630302	-8.226930
6.	TRENGGALEK	Kecamatan Karang	111.658130	-8.091850
7.	TRENGGALEK	Kecamatan Munjungan	111.573692	-8.310790
8.	TRENGGALEK	Kecamatan Panggul	111.451439	-8.212277
9.	TRENGGALEK	Kecamatan Pogalan	111.737940	-8.060570
10.	TRENGGALEK	Kecamatan Pule	111.538810	-8.135830
11.	TRENGGALEK	Kecamatan Suruh	111.631670	-8.099350
12.	TRENGGALEK	Kecamatan Trenggalek	111.706040	-8.076410
13.	TRENGGALEK	Kecamatan Tugu	111.632070	-8.025490
14.	TRENGGALEK	Kecamatan Watulimo	111.715360	-8.240130

Gambar 24. Gambar Tabel Administrasi Kecamatan

5. Desain Antarmuka Administrasi Kelurahan/Desa

Pada bagian ini akan menampilkan semua data kelurahan/desa yang berada di Kabupaten Trenggalek.



NO.	KECAMATAN	KELURAHAN/DESA	LONGITUDE	LATITUDE
1.	Kecamatan Bendungan	BOTOPUTIH	111.740520	-7.914170
2.	Kecamatan Bendungan	MASARAN	111.666540	-7.959070
3.	Kecamatan Bendungan	SUMURUP	111.700120	-7.987980
4.	Kecamatan Bendungan	SURENLOR	111.720980	-7.938330
5.	Kecamatan Dongko	PANDEAN	111.803380	-8.121950
6.	Kecamatan Dongko	SUMBERBENING	111.612800	-8.176120
7.	Kecamatan Dongko	WATUAGUNG	111.720450	-8.205340
8.	Kecamatan Gandusari	KARANGANYAR	111.730910	-8.130130
9.	Kecamatan Gandusari	SUKORAME	111.756220	-8.131130
10.	Kecamatan Kampak	NGADIMULYO	111.630300	-8.226930
11.	Kecamatan Karangan	KARANGAN	111.658130	-8.091850
12.	Kecamatan Karangan	SUKOWETAN	111.672490	-8.122120

Gambar 25. Gambar Tabel Administrasi Kelurahan/Desa

6. Desain Antarmuka Menu Longsor

Pada bagian ini akan menampilkan tabel longsor baru yang memiliki kolom status perbaikan dengan nilai “belum” yang mana berarti telah terjadi longsor pada daerah tersebut namun belum ada perbaikan di tempat kejadian perkara. Tabel kedua adalah tabel riwayat longsor yang memiliki status perbaikan dengan nilai “sudah” yang mana berarti pernah terjadi kejadian longsor di daerah tersebut dan sudah di perbaiki. Terdapat tombol tambah data baru, tombol *view*, tombol edit untuk mempermudah admin untuk menyunting ataupun menambah data, dan tombol *delete* untuk menghapus data.

The screenshot shows the LONGSOR application interface. On the left is a sidebar menu with options: EWL Trenggalek, Dashboard, Administrasi, Kecamatan, Kelurahan/Desa, Longsor, Curah Hujan, Stasiun Hujan, Kemiringan Lahan, and SOP. The main content area has a red header with 'LONGSOR' and a user profile 'Admin Lely'. Below the header, there are two tables.

Tabel Longor Baru

NO.	TAHUN	KELURAHAN/DESA	STATUS PERBAIKAN	OPSI
1.	2019	NGADIMULYO	Sudah	[View] [Edit] [Delete]

Tabel Riwayat Longsor

NO.	TAHUN	KELURAHAN/DESA	STATUS PERBAIKAN	OPSI
1.	2019	SUMBERBENING	Belum	[View] [Edit] [Delete]
2.	2019	WATUAGUNG	Sudah	[View] [Edit] [Delete]
3.	2019	KARANGANYAR	Sudah	[View] [Edit] [Delete]
4.	2018	SUKORAME	Sudah	[View] [Edit] [Delete]
5.	2018	NGADIMULYO	Sudah	[View] [Edit] [Delete]
6.	2017	KARANGAN	Sudah	[View] [Edit] [Delete]
7.	2017	SUKOWETAN	Sudah	[View] [Edit] [Delete]

Gambar 26. Gambar Tabel Longsor Baru dan Tabel Riwayat Longsor

Pada gambar 27 di bawah ini admin dapat melihat data lebih lengkap yang tidak ditampilkan pada tabel longsor.

The screenshot shows a form titled 'Riwayat Longsor Desa KARANGAN pada Tahun 2018'. It contains a photo of a landslide area and several input fields for detailed information.

Latitude	-8.091850
Longitude	111.658130
Status Perbaikan	Sudah
Kerusakan	Tembok penahan tanah/tebing rusak, jalan poros kecamatan terancam longsor, 6 rumah roboh.
Kerugian (Rp)	1.560.000

Gambar 27. Gambar Form View Tabel Longsor

Pada form edit ini admin dapat meng-edit data pada tabel longsor ataupun tabel riwayat longsor.

Gambar 28. Gambar Form Edit Tabel Longsor

7. Desain Antarmuka Curah Hujan

Pada bagian ini akan menampilkan tabel curah hujan pada stasiun-stasiun penangkar hujan yang tersebar di Kabupaten Trenggalek, terdapat tombol *add* untuk menambahkan data hujan terbaru, tombol *view* untuk melihat lebih lengkap data tentang curah hujan, tombol *edit* untuk menyunting data hujan dan tombol *delete* untuk menghapus data.

NO.	STASIUN	BULAN	VOLUME HUJAN	OPSI
1.	NGADIMULYO	Januari 2019		
2.	SUMBERBENING	Januari 2019		
3.	WATUAGUNG	Januari 2019		
4.	KARANGANYAR	Januari 2019		
5.	SUKORAME	Januari 2019		
6.	PANDEAN	Januari 2019		
7.	KARANGAN	Januari 2019		
8.	SUKOWETAN	Januari 2019		

Gambar 29. Gambar Tabel Curah Hujan

Form add di bawah ini berfungsi agar admin dapat menambahkan data curah hujan.

Gambar 30. Gambar Form Add Tabel Curah Hujan

Pada form edit di bawah ini admin dapat meng-edit data pada tabel curah hujan di Kabupaten Trenggalek.

Gambar 31. Gambar Form Edit Tabel Curah Hujan

8. Desain Antarmuka Stasiun Penangkar Hujan

Pada bagian ini akan menampilkan tabel stasiun penangkar hujan yang ada di Kabupaten Trenggalek. Pada tabel ini juga terdapat informasi persebaran stasiun penagkar hujan yang ada di Kabupaten Trenggalek, kemudian terdapat tombol add untuk menambahkan data stasiun penangkar hujan baru yang terdapat di Trenggalek dan tombol edit untuk mengedit data stasiun penangkar hujan di Kabupaten Trenggalek.

NO.	NOMOR STASIUN	NAMA STASIUN	KECAMATAN	OPSI
1.	82	NGADIMULYO		
2.	23	SUMBERBENING		
3.	14	WATUAGUNG		
4.	21	KARANGANYAR		
5.	46	SUKORAME		
6.	18	PANDEAN		
7.	22	KARANGAN		
8.	31	SUKOWETAN		

Gambar 32. Gambar Tabel Stasiun Penangkar Hujan

Form add di bawah ini berfungsi agar admin dapat menambahkan data stasiun penangkar hujan.

Tambahkan Data Stasiun Penangkar Hujan

Masukkan Nomor Stasiun Hujan (Apabila Ada)

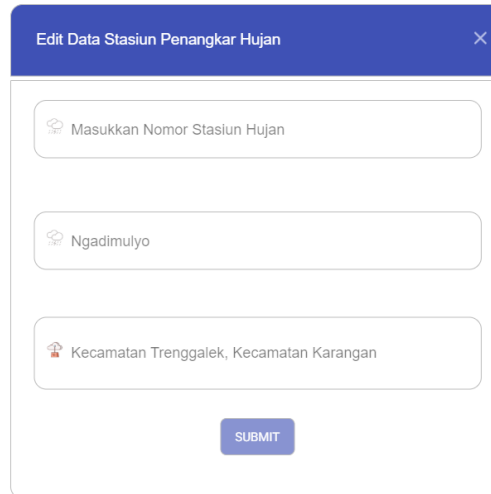
Masukkan Nama Stasiun Hujan

Pilih Kecamatan

ADD

Gambar 33. Gambar Form Add Tabel Stasiun Hujan

Pada form edit di bawah ini admin dapat meng-edit data pada tabel stasiun hujan di Kabupaten Trenggalek.



Form Edit Data Stasiun Penangkar Hujan

Masukkan Nomor Stasiun Hujan

Ngadimulyo

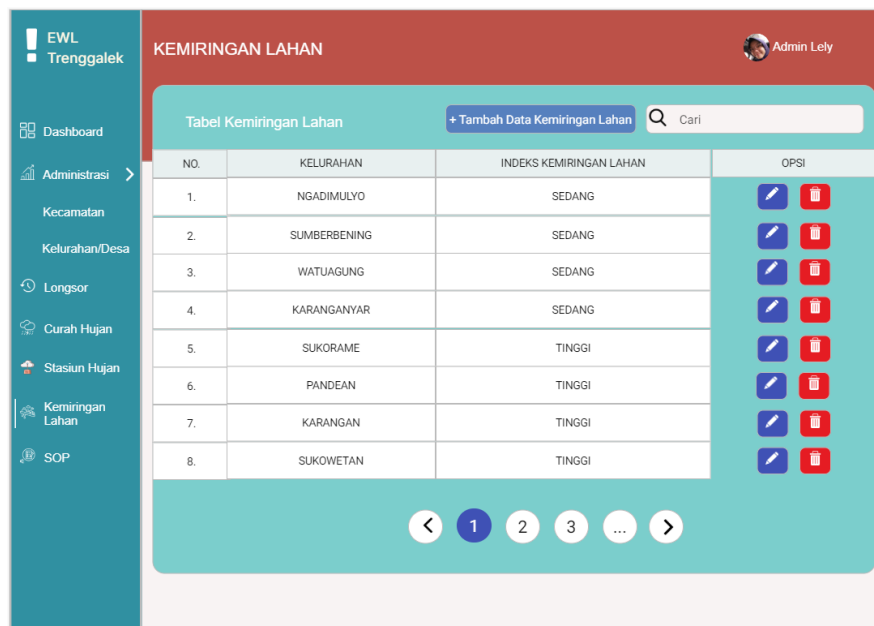
Kecamatan Trenggalek, Kecamatan Karanganyar

SUBMIT

Gambar 34. Gambar Form Edit Tabel Stasiun Hujan

9. Desain Antarmuka Kemiringan Lahan

















Pada bagian ini akan menampilkan data kelurahan beserta indeks kemiringan lahannya. Terdapat tombol add untuk menambahkan data apabila terdapat data baru dan tombol edit untuk menyunting data yang ada.



KEMIRINGAN LAHAN

Admin Lely

Tabel Kemiringan Lahan + Tambah Data Kemiringan Lahan Cari

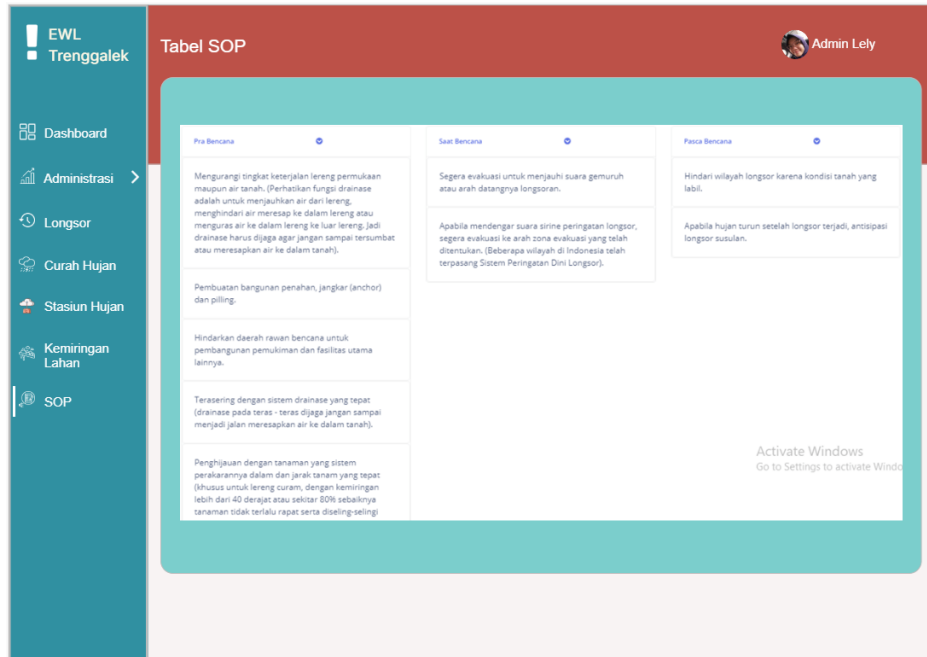
NO.	KELURAHAN	INDEKS KEMIRINGAN LAHAN	OPSI
1.	NGADIMULYO	SEDANG	 
2.	SUMBERBENING	SEDANG	 
3.	WATUAGUNG	SEDANG	 
4.	KARANGANYAR	SEDANG	 
5.	SUKORAME	TINGGI	 
6.	PANDEAN	TINGGI	 
7.	KARANGAN	TINGGI	 
8.	SUKOWETAN	TINGGI	 

< 1 2 3 ... >

Gambar 35. Gambar Tabel Kemiringan Lahan

10. Desain Antarmuka SOP

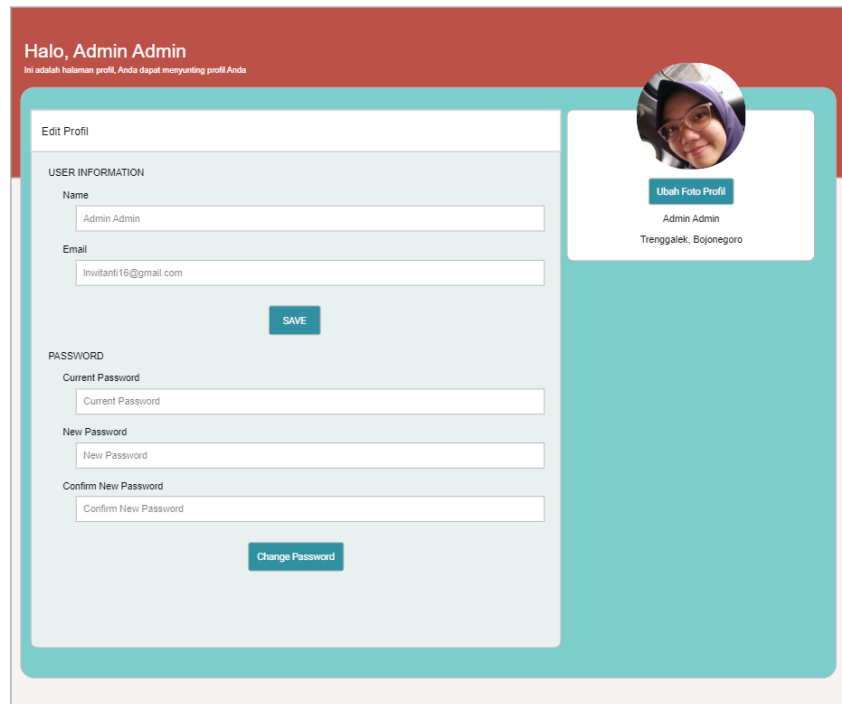
Pada bagian ini terdapat 3 sub-menu yaitu pra bencana, saat bencana, dan pasca bencana yang apabila ditekan tombol arah bawah maka akan memunculkan prosedur lebih lengkap dari pada menu-menu tersebut.



Gambar 36. Gambar Tabel SOP

10. Desain Antarmuka Halaman Profil

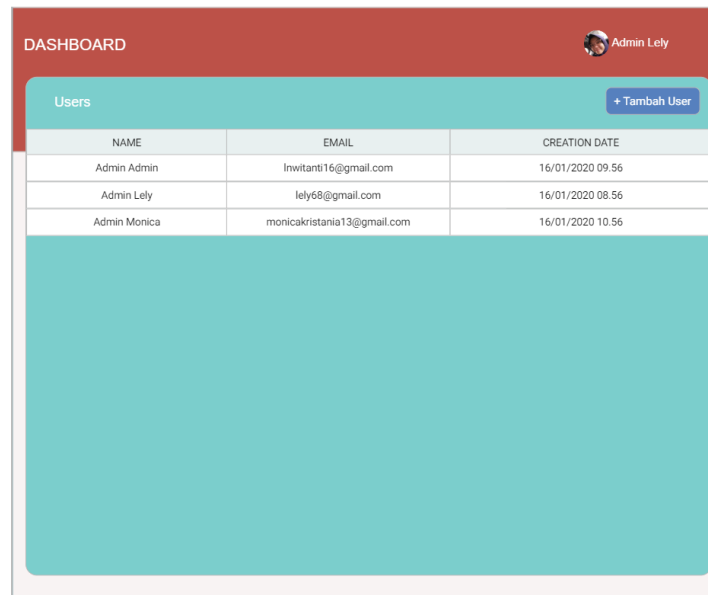
Pada gambar 37 di bawah ini merupakan tampilan halaman profil dimana admin dapat melihat informasi dirinya dan dapat mengubah password sesuai yang diinginkan.



Gambar 37. Gambar Halaman Profil

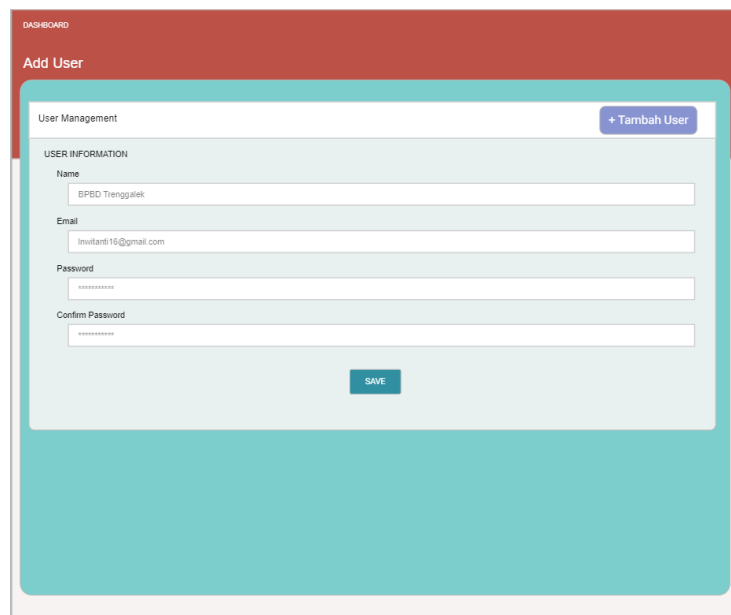
11. Desain Antarmuka Halaman Management User

Pada gambar 38 di bawah ini merupakan halaman management user yang mana admin dapat mengetahui siapa saja orang yang bisa mengakses sistem admin ini. Admin juga dapat menambahkan Admin lain agar terverifikasi dengan baik.



Gambar 38. Gambar Halaman Management User

Pada gambar 39 merupakan menu untuk menambah admin baru yang berisikan 4 field yang wajib diisi apabila ingin menambahkan admin baru.



The screenshot shows a dashboard titled "DASHBOARD" with a user profile "Admin Lely" in the top right. Below the header is a section titled "Add User" with a "+ Tambah User" button. The form is titled "User Management" and contains the following fields:

- NAME: BPBD Tienggalak
- Email: lnwitant16@gmail.com
- Password: [masked]
- Confirm Password: [masked]

A "SAVE" button is located at the bottom of the form. Below the form is a large teal rectangular area.

Gambar 39. Gambar Halaman Add User

3.6 Rancangan Uji Coba

Uji coba pada aplikasi ini dilakukan dengan 2 tahap, yaitu tahap uji coba expert judgement yang akan dilakukan oleh BPBD Kabupaten Trenggalek dan uji coba user yang akan dilakukan oleh masyarakat Kabupaten Trenggalek.

1. Rancangan Uji Coba Expert Judgement (BPBD Kabupaten Trenggalek)

Expert judgement yang akan melakukan uji coba web admin ini adalah BPBD Kabupaten Trenggalek. Pertama pihak BPBD Kabupaten Trenggalek yang berperan sebagai admin akan melakukan login, lalu di dashboard web admin tersedia beberapa menu, seperti menu profil, administrasi kecamatan, administrasi kelurahan/desa, menu longsor, curah hujan, stasiun hujan, kemiringan lahan, dan menu SOP. Admin memasukkan data kecamatan yang terdiri dari nama kecamatan, kabupaten, longitude, dan latitude pada menu administrasi kecamatan. Admin memasukkan data desa/kelurahan yang terdiri dari nama desa/kelurahan, kecamatan, longitude, dan latitude pada menu administrasi desa/kelurahan. Admin memasukkan/mengedit/menghapus data longsor baru yang terdiri dari tahun terjadinya longsor, desa tempat kejadian, dan status perbaikan ada menu longsor. Admin memasukkan/mengedit/menghapus data curah hujan yang terdiri dari stasiun hujan, bulan, dan volume hujan pada menu curah hujan. Admin memasukkan/mengedit/menghapus data kemiringan lahan yang terdiri dari desa/kelurahan dan indeks kemiringan pada menu kemiringan lahan.

Setelah semua data dimasukkan, maka sistem akan mengolah data-data tersebut dengan metode *rule-based system* dan dihasilkan tingkatan-tingkatan rawan longsor di beberapa daerah dalam bentuk visualisasi peta. Informasi visualisasi peta tersebut dijadikan acuan oleh masyarakat Trenggalek untuk lebih berhati-hati dan waspada serta dapat melakukan upaya mitigasi untuk bencana tanah longsor.

2. Rancangan Uji Coba User (masyarakat Kabupaten Trenggalek)

User yang akan melakukan uji coba aplikasi mobile ini adalah masyarakat Kabupaten Trenggalek. Pertama masyarakat Kabupaten Trenggalek yang berperan sebagai user akan membuka aplikasi tersebut, lalu pada homepage terdapat 6 menu diantaranya menu longsor saat ini, rawan longsor, riwayat

longsor, menu SOP, *about*, dan keluar dari aplikasi. User melihat peta rawan longsor pada kecamatan tertentu dengan mengklik tombol menu rawan longsor, lalu mengetikkan nama kecamatan dan mengklik tombol cari, kemudian akan tampak peta rawan longsor kecamatan yang dicari dengan informasi tingkatan rawannya. User melihat riwayat longsor pada rentang waktu tertentu dengan mengklik tombol menu riwayat longsor, setelah itu memasukkan tahun awal dan tahun akhir kemudian mengklik tombol cari, lalu akan tampak peta riwayat longsor dan muncul beberapa titik yang apabila diklik akan muncul informasi nama desa, tahun, dan jumlah kejadian. User melihat Standar Operasional Prosedur (SOP) dengan mengklik tombol menu SOP, kemudian user membaca SOP pra, saat, dan sesudah bencana tanah longsor. User sewaktu-waktu mendapatkan notifikasi/peringatan bahwa mungkin akan terjadi longsor dikarenakan curah hujan tinggi atau faktor yang lainnya.

Setelah user mendapatkan semua informasi tersebut, user atau masyarakat Kabupaten Trenggalek menjadikan informasi tersebut untuk lebih berhati-hati dan waspada serta dapat melakukan upaya mitigasi untuk bencana tanah longsor.

4. Implementasi Sistem

Tahap implementasi dari perancangan sistem yang akan digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Berikut adalah alur yang akan digunakan dalam pengerjaan proyek akhir:

1. Pengambilan beberapa data antara lain: data administrasi, data riwayat bencana tanah longsor, data wilayah rawan longsor, data kemiringan lahan, data intensitas curah hujan, dan data SOP. Data tersebut diambil di Kabupaten Trenggalek.
2. Membuat database sesuai dengan data yang telah didapat dengan menggunakan PostgreSQL.
3. Membuat kode program yang akan digunakan untuk penambahan data mengenai tanah longsor menggunakan laravel.
4. Menampilkan data sesuai dengan database yang telah tersimpan dan menampilkan peta rawan longsor, riwayat longsor, dan peta longsor yang sedang terjadi saat ini di Kabupaten Trenggalek.

5. Pengujian dan Analisa

Pengujian dan analisa dimaksud untuk mengetahui tingkat akurasi dari hasil pengerjaan proyek akhir ini dan sejauh mana aplikasi yang dibuat pada proyek akhir ini bisa berfungsi sesuai dengan tujuan yang diharapkan dalam proyek akhir ini.

6. Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan merupakan tahap dimana dilakukan dokumentasi dari semua tahapan proses yang telah dilakukan diatas. Dokumentasi disusun dalam bentuk laporan yang berisi tentang dasar teori dan metode yang digunakan serta hasil yang diperoleh selama pengerjaan proyek akhir ini.

H. JADWAL PELAKSANAAN

Kegiatan	Bulan						
	12	1	2	3	4	5	6
Study Literature							
Sidang TPPA							
Mencari dan Mengumpulkan Data Penelitian							
Merancang Desain atau Prototype							
Mengolah Data							
Merancang Sistem							
Implementasi Coding Web							
User Review							
Implementasi Coding Android							
Perbaikan Aplikasi dan Software Testing							
Bimbingan Dosen Pembimbing							
Pengerjaan Buku PA							

I. PERSONALIA PROYEK AKHIR

Mahasiswa

Nama : Lely Nur Witanti
NRP : 2103171060
Jurusan : Teknik Informatika
Program Studi : D3 Teknik Informatika

DOSEN PEMBIMBING 1

Nama : Arif Basofi,S.Kom, M.T.
NIP : 197609212003121002
Jurusan / Prodi : Teknik Informatika
Bidang Keahlian : Sistem Informasi Geografis (GIS)

DOSEN PEMBIMBING 2

Nama : Arna Fariza,S.Kom., M.Kom.
NIP : 197107081999032001
Jurusan / Prodi : Teknik Informatika
Bidang Keahlian : Sistem Informasi Geografis (GIS)

J. PERKIRAAN BIAYA PROYEK AKHIR

Berikut merupakan biaya perkiraan untuk pembuatan proyek akhir :

No.	Bahan	Justifikasi Pemakaian	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Bahan dan Peralatan				
	1.1 Harddisk (Penyimpanan dan Backup Data)	Media penyimpanan dan backup data	1 buah	950.000	950.000
	1.2. Ram (Upgrade ram untuk mempercepat pengerjaan)	Mempermudah dan mempercepat pengerjaan aplikasi	1 buah	600.000	600.000
2	Pembuatan Makalah dan Dokumentasi				
	2.1 Kertas A4 80 gram	Pembuatan Laporan	2 rim	45.000	90.000
	2.2 Kertas A5 80 gram	Pembuatan buku proyek akhir	2 rim	35.000	70.000
	2.3 Tinta Print	Mencetak laporan dan buku	4 warna	50.000	200.000
	2.4 Penjilidan	Menjilid buku	5	20.000	100.000
	2.5 CD Dokumentasi	Dokumentasi	3 buah	5.000	15.000
3	Lain-lain				
	3.1 Biaya pengambilan data bencana tanah longsor	Akomodasi pencarian data longsor dan konsultasi pada BPBD Pacitan	-	250.000	250.000
Total					2.275.000

K. DAFTAR PUSTAKA

1. Achmad, Fadly. Studi Identifikasi Penyebab Tanah Longsor Di Botu. 2016. Universitas Negeri Gorontalo.
2. Bondan Fiqi Riyalda, Iyan Turyana, Eko Widi Santoso. Sistem Informasi Bencana Tanah Longsor (SI-BENAR) Berbasis Web Kecamatan Cililin, Kabupaten Bandung Barat. 2018. BPPT.
3. Dibi.bnpb.go.id. (2019). Jumlah Kejadian Bencana di Kabupaten Trenggalek. Diakses pada 7 Oktober 2019, dari <http://bnpb.cloud/dibi/grafik1a>
4. Eprints.undip.ac.id. (2015). BAB II. Diakses pada 16 Oktober 2019, dari http://eprints.undip.ac.id/45482/3/BAB_II.pdf
5. Isnet.or.id. (11 Oktober 2019). Sistem Peringatan Dini dan Mitigasi Bencana Tanah Longsor. Diakses pada 16 Oktober 2019, dari <https://isnet.or.id/sistem-peringatan-dini-dan-mitigasi-bencana-tanah-longsor/>
6. Iswanto. Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor Berbasis Atmega8535. 2009. UPN "Veteran" Yogyakarta.
7. Jerson Otniel Purba, Sawitri Subiyanto, Bandi Sasmito. Pembuatan Peta Zona Rawan Tanah Longsor di Kota Semarang dengan Melakukan Pembobotan Parameter. 2014. Universitas Diponegoro.
8. Lestari, Ayu. Sistem Informasi Peringatan Dini Bencana Tanah Longsor Di Kabupaten Bojonegoro. 2019. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS).
9. Media.neliti.com. (2015). Hubungan Klasifikasi Longsor, Klasifikasi Tanah Rawan Longsor dan Klasifikasi Tanah Pertanian Rawan Longsor. Diakses pada 28 Oktober 2019, dari <https://media.neliti.com/media/publications/61412-ID-hubungan-klasifikasi-longsor-klasifikasi.pdf>
10. Mukhlisin, Muhammad. Analisis Kesiapan Warga Menghadapi Potensi Bencana Longsor Kota Semarang. 2018. Universitas Diponegoro.
11. Ni'mah, F. Tingkat Kerentanan Longsor Di Kecamatan Munjungan Kabupaten Trenggalek Tahun 2016. 2017. Universitas Negeri Yogyakarta.
12. Pengertian Tanah Longsor. Diakses pada 16 Oktober 2019, dari <https://eprints.uny.ac.id>
13. Peta-kota.blogspot.com. (2017). Peta Kabupaten Trenggalek. Diakses pada 11 Januari 2020, dari <https://peta-kota.blogspot.com/2017/01/peta-kabupaten-trenggalek.html>