

Pemanfaatan *WebGIS* untuk Pemetaan Wilayah Rawan Longsor Kabupaten Boyolali dengan Metode Skoring dan Pembobotan

<http://dx.doi.org/10.28932/jutisi.v5i1.922>

Muhammad Sholikhan ^{#1}, Sri Yulianto Joko Prasetyo ^{*2}, Kristoko Dwi Hartomo ^{#3}

[#] *Fakultas Teknologi Informasi, Program Studi Magister Sistem Informasi Universitas Kristen Satya Wacana
Jalan Diponegoro No. 52-60 Sidorejo Kota Salatiga*

¹sholikhan@gmail.com

³kristoko@gmail.com

^{*} *Fakultas Teknologi Informasi, Program Studi Magister Sistem Informasi Universitas Kristen Satya Wacana
Jalan Diponegoro No. 52-60 Sidorejo Kota Salatiga*

²sriyulianto@gmail.com

Abstract — **WebGIS is an online-based application of Geographic Information System, this application is a combination of web design and web mapping. WebGIS is mainly used for publishing map-based spatial information. Therefore, the author utilized webGIS, in order to mapping area that prone to landslides by using scoring and weighting methods. Parameters that used in this paper referring to the estimation model by Puslittanak in 2004, the parameters were rainfall, rock type, slope, land use, and type of soil maps. The determination of area prone to landslides was carried out by multiplying score by weight for each parameter, subsequently, the result was added up according to the reference of Puslittanak. The result of this study indicates that there are 4 sub-districts with high disaster-prone level, the sub-districts are Ampel, Cepogo, Musuk, and Selo. The final result of the map processed into a webGIS by applying Google maps service and framework bootstrap; the webGIS can be accessed by internet browser.**

Keywords— **Bootstrap, Google Maps, prone to landslides, Scoring and Weighting, webGIS**

I. PENDAHULUAN

WebGIS adalah sebuah aplikasi Sistem Informasi Geografis yang berbasis pada website. Dalam sebuah webGIS terdapat beberapa komponen yang mempunyai keterkaitan satu dengan yang lainnya yang tergabung dalam sebuah database. Secara sederhana webGIS dapat diartikan sebagai gabungan antara web design dan web pemetaan [1]. Pada umumnya webGIS didasarkan pada proses input dan output data, analisis dan representasi dari data tersebut. Dengan adanya webGIS pada suatu kota maka diharapkan masyarakat setempat dapat dengan mudah menemukan lokasi tertentu yang diinginkan secara online. WebGIS banyak digunakan untuk memublikasikan informasi berbasis

spasial khususnya dalam bentuk pemetaan [2]. Dalam penelitian ini penulis memanfaatkan webGIS untuk melakukan pemetaan wilayah rawan bencana tanah longsor di kabupaten Boyolali. Pemanfaatan webGIS oleh pemerintah terutama BAPPEDA kabupaten dalam rangka pemetaan daerah juga sangat penting untuk meningkatkan pelayanan kepada masyarakat [3].

Undang-undang nomor 24 tahun 2007 menjelaskan bahwa bencana adalah suatu peristiwa atau rangkaian peristiwa yang bisa mengancam atau mengganggu kehidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam, nonalam maupun faktor manusia sendiri. Bencana dapat mengakibatkan timbulnya korban jiwa, kerugian harta benda, kerusakan lingkungan, dan juga bisa berdampak secara psikologis. Bencana alam merupakan bencana yang diakibatkan oleh alam antara lain berupa tsunami, gempa bumi, banjir, gunung meletus, angin topan, kekeringan, dan tanah longsor [4]. Tanah longsor terjadi karena adanya perpindahan material penyusun lereng berupa batuan, tanah atau material campuran tersebut yang bergerak ke bawah ataupun bergerak keluar lereng. Pada umumnya tanah longsor disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor pendorong dan faktor pemicu. Faktor pendorong bisa berasal dari faktor yang mempengaruhi kondisi material itu sendiri sedangkan faktor pemicu berasal dari luar, yaitu faktor yang menyebabkan pergerakan material tersebut [5].

Boyolali adalah salah satu kabupaten di Jawa Tengah. Letak geografisnya berbatasan dengan kabupaten Semarang, kota Salatiga dan kabupaten Grobogan di sebelah utara, kabupaten Karanganyar, kabupaten Sragen, kabupaten Sukoharjo, dan kota Surakarta di sebelah timur. Bagian selatan berbatasan dengan Daerah Istimewa Yogyakarta dan kabupaten Klaten serta di bagian barat berbatasan dengan kabupaten Semarang dan kabupaten Magelang. Ditinjau

secara topografi, kabupaten Boyolali mempunyai wilayah dataran tinggi dengan perbukitan dan pegunungan, wilayah boyolali rata-rata mempunyai ketinggian 700 meter di atas permukaan laut. kecamatan Selo menjadi titik tertinggi pada angka 1500 meter, sedangkan kecamatan Banyudono menjadi daerah dengan titik terendah yaitu pada 75 meter di atas permukaan air laut. [6].

Berdasarkan letak geografisnya, kabupaten Boyolali termasuk salah satu kabupaten yang rawan terhadap risiko bencana. Menurut data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) di tahun 2018 saja sudah terjadi 17 bencana di Boyolali, yang terdiri dari puting beliung (8 kali), tanah longsor (7 kali), dan banjir (2 kali). Dari bencana tersebut menyebabkan 1 orang meninggal, 1 luka-luka, 10 orang terdampak dan mengungsi. Ada 1 rumah yang rusak berat, 10 rumah rusak sedang, 60 rumah rusak ringan dan 72 rumah terendam serta satu fasilitas peribadatan juga ikut rusak [7].

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat peta wilayah rawan bencana tanah longsor di kabupaten Boyolali. Yaitu dengan menentukan wilayah rawan bencana dengan tingkat kerawanan rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi yang dideskripsikan berdasarkan faktor-faktor pendukung bencana tanah longsor tersebut. Peta rawan longsor tersebut akan ditampilkan dalam sebuah *webGIS* yang bisa diakses melalui *browser* internet.

II. METODE PENELITIAN

A. Data Penelitian

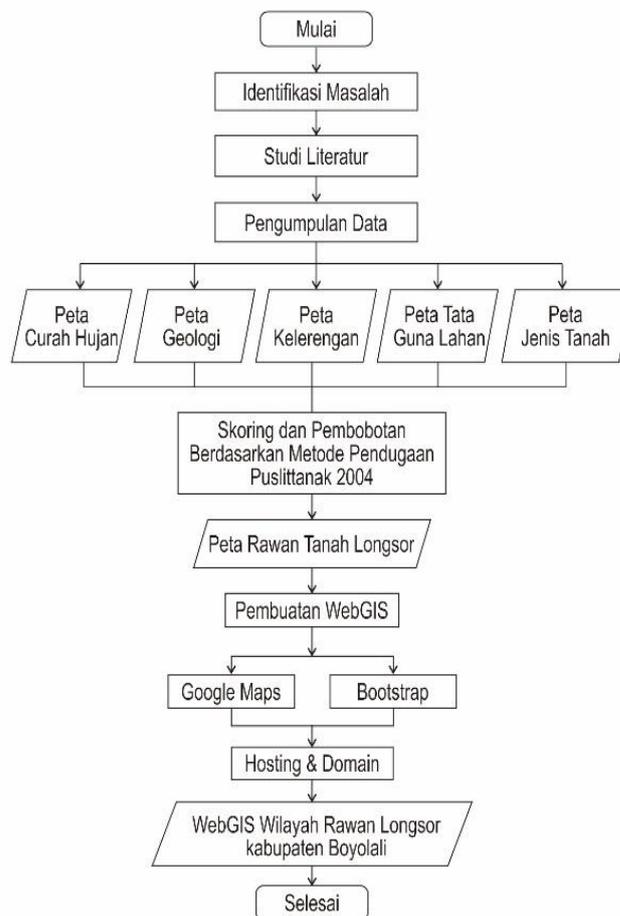
Data dalam penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer berupa data spasial yaitu peta tematik kabupaten Boyolali yang diperoleh dari Bappeda kabupaten Boyolali. Peta tematik yang dibutuhkan meliputi peta curah hujan, peta kelerengan, peta geologi, peta jenis tanah dan peta tutupan lahan. Data sekunder berupa data pendukung yang berkaitan dengan topik penelitian. Penulis mengumpulkan informasi dari buku, jurnal, dan dokumen penting lainnya. Kemudian penulis melakukan penelaahan terhadap teori-teori yang dipakai untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan yang terdapat dalam penelitian tersebut sebagai bahan pendukung untuk digunakan dalam penelitian ini.

B. Tahapan Penelitian

Pada diagram alir penelitian pada gambar 1 disebutkan bahwa tahap awal penelitian yaitu identifikasi masalah dilanjutkan studi literatur dan pengumpulan data. Data berupa peta tematik curah hujan, peta geologi, peta kelerengan, peta tata guna lahan dan peta jenis tanah. Untuk menghasilkan peta rawan bencana tanah longsor dilakukan skoring dan pembobotan peta tematik pendukung bencana tanah longsor tersebut. Penentuan besarnya skor dan bobot dan penghitungannya mengacu pada model pendugaan Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslittanak) tahun 2004. Setelah dilakukan penghitungan maka didapatkan data

kerawanan bencana tanah longsor yang kemudian ditampilkan dalam bentuk peta kerawanan longsor menggunakan *opensource quantum GIS*.

Peta rawan longsor tersebut kemudian diolah menjadi sebuah *webGIS* dengan memanfaatkan teknologi *Google Maps* dan *framework bootstrap*. Setelah *webGIS* bisa tampil di *localhost* maka dilakukan *upload* data ke *webhosting* sehingga *webGIS* bisa diakses melalui browser internet.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

C. Metode Skoring dan Pembobotan

Metode skoring adalah suatu metode pemberian skor atau nilai terhadap masing - masing *value* parameter berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Metode pembobotan atau metode *weighting* adalah suatu metode yang digunakan apabila setiap parameter memiliki peranan yang berbeda-beda. Pembobotan dipakai jika objek penelitian memiliki beberapa parameter untuk menentukan kemampuan lahan atau sejenisnya [8].

Penentuan besarnya pembobotan mengacu pada model pendugaan yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslittanak) yang berpusat di Bogor pada tahun 2004. Parameter penyebab tanah longsor sesuai Puslittanak yaitu peta tematik curah hujan, peta tingkat kelerengan, peta jenis batuan/geologi, peta jenis tanah dan peta tutupan lahan

[9]. Besarnya bobot dan skor dari setiap parameter dapat dilihat pada tabel I.

TABEL I
KLASIFIKASI PARAMETER PEMBOBOTAN BENCANA TANAH LONGSOR

Parameter	Besaran	Skor	Bobot
Curah Hujan (mm/tahun)	>3000	5	30%
	2501-3000	4	
	2001-2500	3	
	1500-2000	2	
	<1500	1	
Jenis batuan/geologi	Batu vulkanik	3	20%
	Batu sedimen	2	
	Batu aluvial	1	
Kemiringan lereng	>45%	5	20%
	30-45%	4	
	15-30%	3	
	8-15%	2	
	<8%	1	
Tutupan Lahan	Tegalan, sawah	5	20%
	Semak belukar	4	
	Hutan dan perkebunan	3	
	Kota/pemukiman/bandara	2	
	Tambak, waduk, perarian	1	
Jenis tanah	Regosol, Litosol, Organosol	5	10%
	Andosol, Laterit, Grumosol	4	
	Brown Forest soil, Mediterian	3	
	Latosol	2	
	Aluvial, Planosol, Hidromorf	1	

Sumber : Puslittanak 2004

Formula yang dipakai adalah

$$\text{Skor Total} = 0,3\text{FCH} + 0,2\text{FBD} + 0,2\text{FKL} + 0,2\text{FPL} + 0,1\text{FJT}$$

Keterangan:

FCH = Faktor Curah Hujan

FBD = Faktor Jenis Batuan

FKL = Faktor Kemiringan Lereng

FPL = Faktor Penutupan Lahan

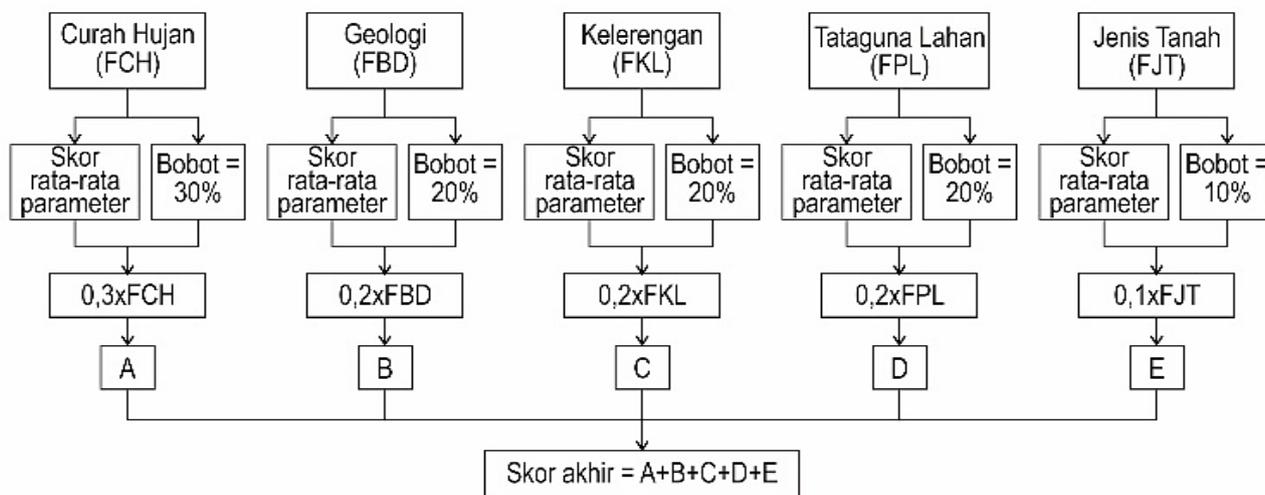
FJT = Faktor Jenis Tanah

0,3;0,2;0,1 = Bobot nilai

Pada gambar 2 yaitu diagram skoring dan pembobotan dapat dilihat bahwa terdapat faktor pendukung tanah longsor yaitu peta tematik curah hujan, geologi, kelerengan, tataguna lahan dan jenis tanah. Kelima faktor tersebut kemudian dilakukan penghitungan skor rata-rata dan dikali dengan bobot sesuai acuan Puslittanak. Hasil perkalian skor dan bobot masing-masing parameter tersebut kemudian dijumlahkan sehingga muncul skor akhir.

Hasil akhir dari klasifikasi menggunakan analisis skor dengan menyusun menjadi 4 kelas kerawanan tanah longsor, yaitu tingkat kerawanan rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Adapun penentuan jumlah interval kelasnya menggunakan persamaan :

$$\text{Interval kelas} = \frac{\text{Skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{Jumlah kelas klasifikasi}}$$



Gambar 2. Diagram skoring dan pembobotan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Faktor yang Mempengaruhi Bencana Tanah Longsor

Penelitian ini menggunakan metode skoring dan pembobotan berdasarkan pada pendugaan yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslittanak). Faktor yang mempengaruhi bencana tanah longsor sesuai

acuan dari Puslittanak adalah curah hujan, jenis batuan/geologi, kelerengan, tata guna lahan dan jenis tanah.

1) Curah Hujan : Curah hujan merupakan salah satu parameter untuk menentukan wilayah rawan bencana tanah longsor. Berdasarkan data yang diperoleh, pada lokasi

penelitian terdapat curah hujan yang cukup tinggi mulai dari 1500 mm/tahun hingga di atas 2000 mm/tahun.

Pada tabel II dapat dilihat bahwa curah hujan dengan intensitas di atas 2000 mm/tahun memiliki area terbesar meliputi dua belas kecamatan dengan jumlah skor 3. Sedangkan curah hujan dengan intensitas antara 1500-2000 mm/tahun terdapat di tujuh wilayah kecamatan dengan skor 2.

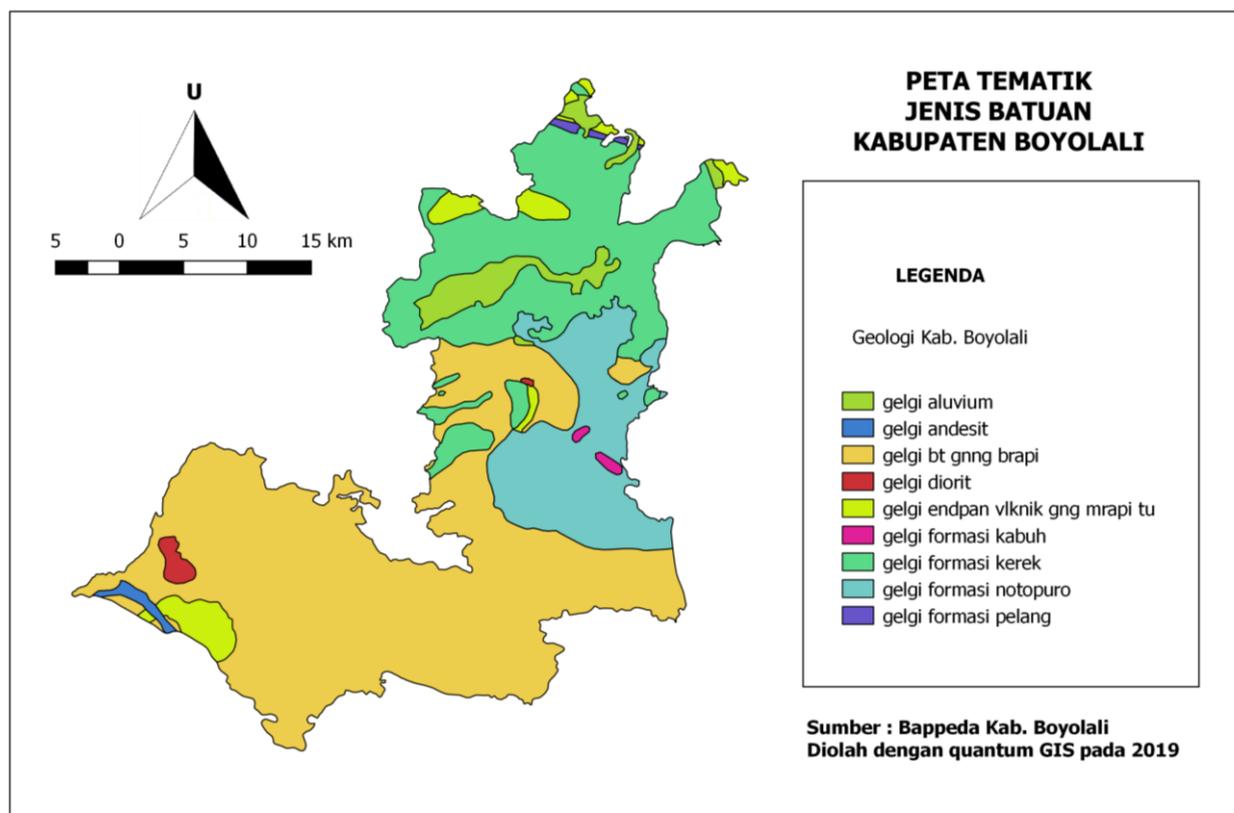
TABEL II
KLASIFIKASI CURAH HUJAN DI KABUPATEN BOYOLALI

Kecamatan	Curah Hujan (mm/th)	Skor
Ampel	>2000	3
Andong	>2000	3
Banyudono	>2000	3
Boyolali	1500-2000	2
Cepogo	>2000	3
Juwangi	1500-2000	2
Karanggede	>2000	3
Kemus	1500-2000	2
Klego	1500-2000	2

Mojosongo	>2000	3
Kecamatan	Curah Hujan (mm/th)	Skor
Musuk	>2000	3
Ngemplak	>2000	3
Nogosari	1500-2000	2
Sambi	1500-2000	2
Sawit	>2000	3
Selo	>2000	3
Simo	1500-2000	2
Teras	>2000	3
Wonosegoro	>2000	3

Sumber : Bappeda Kab. Boyolali diolah 2019

2) *Jenis Batuan* : Ditinjau dari segi geologi lokasi penelitian merupakan wilayah yang mempunyai struktur batuan yang banyak dipengaruhi oleh Gunung Merapi dan gunung Merbabu. Kedua gunung tersebut berada di wilayah kecamatan Selo kabupaten Boyolali, sehingga sebagian besar wilayah Boyolali terdiri dari batuan gunung berapi. Jenis batuan kabupaten Boyolali secara lengkap dapat dilihat pada gambar 3. Area dengan warna coklat muda adalah wilayah yang terdapat batuan gunung berapi.



Gambar 3. Peta Jenis Batuan/ Geologi Kabupaten Boyolali

Berdasarkan klasifikasi dari Puslittanak, jenis batuan yang terdapat di lokasi penelitian terdiri dari tiga jenis batuan antara lain batuan vulkanik, batuan sedimen dan batuan aluvial. Batuan vulkanik terdiri dari batu gunung

berapi, endapan vulkanik gunung berapi, andesit dan diorit. Batuan sedimen terdiri dari formasi kerek, formasi notopuro, formasi kabuh dan formasi pelang. Sedangkan batuan aluvial terdiri dari batuan aluvium. Hasil

penghitungan skor jenis batuan tiap kecamatan dapat dilihat pada tabel III.

TABEL III
KLASIFIKASI GEOLOGI DI KABUPATEN BOYOLALI

Kecamatan	Jenis batuan	Skor
Ampel	Batu gunung berapi	3
Andong	Formasi kerek, formasi notopuro, kabuh, batu gunung berapi	2,25
Banyudono	Batu gunung berapi	3
Boyolali	Batu gunung berapi	3
Cepogo	Batu gunung berapi, endapan vulkanik gunung berapi	3
Juwangi	Formasi kerek, formasi pelang, aluvium, endapan vulkanik gunung berapi	2
Karanggede	Formasi kerek, batu gunung berapi	2,5
Kemusu	Formasi kerek, formasi notopuro, aluvium	1,67
Klego	Formasi kerek, formasi notopuro, Diroit formasi kabuh, aluvium, batu gunung berapi, endapan vulkanik gunung berapi,	2,33
Mojosongo	Batu gunung berapi	3
Musuk	Batu gunung berapi, endapan vulkanik gunung berapi	3
Ngemplak	Batu gunung berapi	3
Nogosari	Formasi notopuro, formasi kabuh, endapan vulkanik gunung berapi	2,33
Sambi	Formasi notopuro, batu gunung berapi	2,5
Sawit	Batu gunung berapi	3
Selo	Andesit, diroit, batu gunung berapi endapan vulkanik gunung merapi,	3
Simo	Formasi kerek, formasi notopuro, endapan vulkanik gunung berapi	2,33
Teras	Batu gunung berapi	3
Wonosegoro	Formasi kerek, aluvium, Endapan vulkanik gunung berapi	2

Sumber : Bappeda Kab. Boyolali diolah pada 2019

3) *Kemiringan Lereng* : Kemiringan lereng di kabupaten Boyolali tergolong bervariasi karena terdiri dari dataran rendah, menengah dan dataran tinggi. Berdasarkan data yang diperoleh dari Bappeda kabupaten Boyolali, daerah penelitian ini memiliki tingkat kelerengan antara 0-2%, 2-15%, 15-40% dan >40% dengan ketinggian antara 75-1500 m dpl. Terdapat dua kecamatan yang memiliki kelerengan 0-2% yaitu kecamatan Ngemplak dan Nogosari, empat kecamatan memiliki kelerengan 0-15%, dua kecamatan memiliki kelerengan 2-15%, lima kecamatan memiliki kelerengan 0-40%, satu kecamatan memiliki kelerengan 2-40% dan lima kecamatan yang memiliki kelerengan di atas 40%. Secara keseluruhan kabupaten Boyolali memiliki kelerengan 0-40% yang merupakan daerah perbukitan dan pegunungan. Hasil klasifikasi kelerengan di kabupaten Boyolali secara lengkap dapat

dilihat pada tabel IV berikut.

TABEL IV
KLASIFIKASI KELERENGAN DI KABUPATEN BOYOLALI

Kecamatan	Kemiringan Lereng (%)	Skor
Ampel	2->40	3
Andong	0-15	1,5
Banyudono	0-15	1,5
Boyolali	2-15	2
Cepogo	2->40	3
Juwangi	0-40	2
Karanggede	0-40	2
Kemusu	0-15	1,5
Klego	0->40	2,5
Mojosongo	2-15	2
Musuk	2->40	3
Ngemplak	0-2	1
Nogosari	0-2	1
Sambi	0-40	2
Sawit	0-15	1,5
Selo	15->40	3,5
Simo	0-40	2
Teras	0-40	2
Wonosegoro	2-40	3,5

Sumber : Bappeda Kab. Boyolali diolah pada 2019

4) *Tata Guna Lahan* : Tata guna lahan merupakan pemanfaatan lahan dan penataan lahan yang dilakukan sesuai dengan kondisi alam. Berdasarkan data yang didapat, pada wilayah kabupaten Boyolali terdapat sembilan macam tutupan guna lahan yaitu air tawar, bandara, bangunan, hutan, kebun, pemukiman, sawah irigasi, sawah tadah hujan dan tegalan. Kondisi tata guna lahan ini berpengaruh dalam penentuan wilayah risiko bencana tanah longsor. Adapun skor masing-masing parameter secara lengkap dapat dilihat pada tabel V.

TABEL V
KLASIFIKASI TATA GUNA LAHAN DI KABUPATEN BOYOLALI

Kecamatan	Penggunaan Lahan	Skor
Ampel	Air tawar, bangunan, hutan, kebun, pemukiman, sawah irigasi, sawah tadah hujan, tegalan	2,75
Andong	Air tawar, kebun, pemukiman, sawah irigasi, tadah hujan, tegalan	2,75
Banyudono	Air tawar, bangunan, kebun, pemukiman, sawah irigasi, tegalan	2,75
Boyolali	Air tawar, bangunan, kebun, pemukiman, sawah irigasi, tegalan	2,75
Cepogo	Hutan, kebun, pemukiman, sawah tadah hujan, tegalan	3,33
Juwangi	Air tawar, bangunan, hutan, kebun, pemukiman, sawah irigasi, tegalan	2,75
Karanggede	Air tawar, hutan, kebun, pemukiman, sawah irigasi, sawah tadah hujan, tegalan	2,75
Kemusu	Air tawar, hutan, kebun,	2,75

	pemukiman, sawah irigasi, sawah tadah hujan, tegalan	
Klego	Air tawar, kebun, pemukiman, sawah irigasi, tadah hujan, tegalan	2,75
Kecamatan	Penggunaan Lahan	Skor
Mojosongo	Air tawar, bangunan, kebun, pemukiman, sawah irigasi, tegalan	2,75
Musuk	Hutan, kebun, pemukiman, tegalan	3,33
Ngemplak	Air tawar, bandara, bangunan, kebun, pemukiman, sawah irigasi, tegalan	2,75
Nogosari	Air tawar, bangunan, kebun, pemukiman, sawah irigasi, sawah tadah hujan, tegalan	2,75
Sambi	Air tawar, kebun, pemukiman, sawah irigasi, sawah tadah hujan, tegalan	2,75
Sawit	Air tawar, bangunan, kebun, pemukiman, sawah irigasi, tegalan	2,75
Selo	Hutan, kebun, pemukiman, sawah irigasi, tegalan	3,33
Simo	Air tawar, kebun, pemukiman, sawah irigasi, sawah tadah hujan, tegalan	2,75
Teras	Air tawar, bangunan, kebun, pemukiman, sawah irigasi, tegalan	2,75
Wonosegoro	Air tawar, bangunan, hutan, kebun, pemukiman, sawah irigasi, sawah tadah hujan, tegalan	2,75

Sumber : Bappeda Kab. Boyolali diolah pada 2019

5) *Jenis Tanah* : Jenis tanah di kabupaten Boyolali terdiri dari tanah andosol coklat, asosiasi grumosol kelabu tua, asosisasi litosol dan grumosol, grumosol batuan kelabu tua, grumosol kelabu tua, kompleks regosol kelabu dan grumo, litosol coklat, mediteran coklat tua, regosol coklat kelabu, regosol kelabu, regosol kelabu dan litosol, regosol kelabu tua dan litosol. Secara lengkap bersaran skor jenis tanah wilayah kabupaten Boyolali dapat dilihat pada tabel VI berikut ini.

TABEL VI

KLASIFIKASI JENIS TANAH DI KABUPATEN BOYOLALI

Kecamatan	Jenis Tanah	Skor
Ampel	LC, AC, RKTL	4,67
Andong	MCT, GKT	3,5
Banyudono	MCT, AGKT, RCK	4
Boyolali	RK, RCK	5
Cepogo	LC, RK, AC, RKL	5
Juwangi	KRKG, GBK, ALG	5
Karanggede	MCT, ALG	5
Kemus	KRKG, ALG	5
Klego	MCT, ALG	5
Mojosongo	MCT, RCK, RK	5
Musuk	RKL, RK, RCK	5
Ngemplak	MCT, AGKT	3,5
Nogosari	MCT, AGKT	3,5
Sambi	MCT, AGKT	3,5
Sawit	RCK, RK, AGKT	4,67

Selo	RKTL, AC, RKL	4,67
Simo	MCT, AGKT	3,5
Teras	MCT, RCK, RK	4,33
Wonosegoro	KRKG, MCT	4

Sumber : Bappeda Kab. Boyolali diolah pada 2019

Keterangan : AC = Andosol Coklat, AGKT = Asosiasi Grumosol Kelabu Tua, ALG = Asosiasi Litosol dan Grumosol, GBK = Grumosol Batuan Kelabu tua, GKT = Grumosol Kelabu Tua, KRKG = Komplek Regosol Kelabu dan Grumo, LC = Litosol Coklat, MCT = Mediteran Coklat Tua, RCK = Regosol Coklat Kelabu, RK = Regosol Kelabu, RKL = Regosol Kelabu dan Litosol, RKTL = Regosol Kelabu Tua dan Litosol.

B. Penghitungan Skor dan Bobot

Pembuatan peta wilayah kerawanan bencana longsor di kabupaten Boyolali dilakukan dengan melakukan penghitungan skor dan bobot berdasarkan model pendugaan penelitian Puslittanak. Formula yang digunakan sebagai berikut : $SKOR\ TOTAL = 0,3FCH + 0,2FBD + 0,2FKL + 0,2FPL + 0,1FJT$ [9]. Setelah didapatkan hasil akhir skor tiap kecamatan, maka ditentukan interval skor dengan menghitung skor tertinggi dikurangi skor terendah dibagi 4, dikarenakan penulis membagi menjadi 4 kelas kerawanan. Hasil interval skor dapat dilihat pada tabel VII.

TABEL VII

INTERVAL SKOR TINGKAT KERAWANAN LONGSOR

Interval Skor (%)	Kelas Kerawanan
2,17-2,45	Rendah
2,46-2,74	Sedang
2,75-3,03	Tinggi
3,04-3,33	Sangat Tinggi

Hasil akhir menunjukkan bahwa wilayah yang mempunyai tingkat kerawanan longsor rendah ada 5 kecamatan, kerawanan longsor sedang ada 4 kecamatan, kerawanan longsor tinggi ada 6 kecamatan, dan kerawanan longsor sangat tinggi ada 4 kecamatan. Hasil peta kerawanan bencana longsor secara lengkap dapat dilihat pada tabel VIII sampai tabel XII.

TABEL VIII

TINGKAT KERAWANAN BENCANA LONGSOR KAB. BOYOLALI

Kecamatan	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	Total	Tingkat Kerawanan
	FCH	FBD	FKL	FPL	FJT		
Ampel	0,9	0,6	0,6	0,6	0,5	3,12	Sangat Tinggi
Andong	0,9	0,5	0,3	0,6	0,4	2,55	Sedang
Banyudono	0,9	0,6	0,3	0,6	0,4	2,75	Tinggi
Boyolali	0,6	0,6	0,4	0,6	0,5	2,65	Sedang
Cepogo	0,9	0,6	0,6	0,7	0,5	3,27	Sangat Tinggi
Juwangi	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	2,40	Rendah
Karanggede	0,9	0,5	0,4	0,6	0,4	2,78	Tinggi
Kemus	0,6	0,3	0,3	0,6	0,5	2,28	Rendah
Klego	0,6	0,5	0,5	0,6	0,4	2,51	Sedang
Mojosongo	0,9	0,6	0,4	0,6	0,4	2,88	Tinggi
Musuk	0,9	0,6	0,6	0,7	0,5	3,27	Sangat Tinggi
Ngemplak	0,9	0,6	0,2	0,6	0,4	2,60	Sedang
Nogosari	0,6	0,5	0,2	0,6	0,4	2,17	Rendah

Sambi	0,6	0,5	0,4	0,6	0,4	2,40	Rendah
Sawit	0,9	0,6	0,3	0,6	0,5	2,82	Tinggi
Selo	0,9	0,6	0,7	0,7	0,5	3,33	Sangat Tinggi
Simo	0,6	0,5	0,4	0,6	0,4	2,37	Rendah
Teras	0,9	0,6	0,4	0,6	0,4	2,88	Tinggi
Wonosegoro	0,9	0,4	0,7	0,6	0,4	2,95	Tinggi

Sumber : Hasil penelitian ini

TABEL IX

KECAMATAN DENGAN TINGKAT KERAWANAN RENDAH

No.	Kecamatan	Skor	Tingkat Kerawanan
1.	Nogosari	2,17	Rendah
2.	Kemus	2,28	Rendah
3.	Simo	2,37	Rendah
4.	Sambi	2,40	Rendah
5.	Juwangi	2,40	Rendah

Sumber : Hasil penelitian ini

TABEL X

KECAMATAN DENGAN TINGKAT KERAWANAN SEDANG

No.	Kecamatan	Skor	Tingkat Kerawanan
1.	Andong	2,55	Sedang
2.	Boyolali	2,65	Sedang
3.	Klego	2,51	Sedang
4.	Ngemplak	2,60	Sedang

Sumber : Hasil penelitian ini

TABEL XI

KECAMATAN DENGAN TINGKAT KERAWANAN TINGGI

No.	Kecamatan	Skor	Tingkat Kerawanan
1.	Banyudono	2,75	Tinggi
2.	Karanggede	2,78	Tinggi
3.	Mojosongo	2,88	Tinggi

4.	Sawit	2,82	Tinggi
5.	Teras	2,88	Tinggi
6.	Wonosegoro	2,95	Tinggi

Sumber : Hasil penelitian ini

TABEL XII

KECAMATAN DENGAN TINGKAT KERAWANAN SANGAT TINGGI

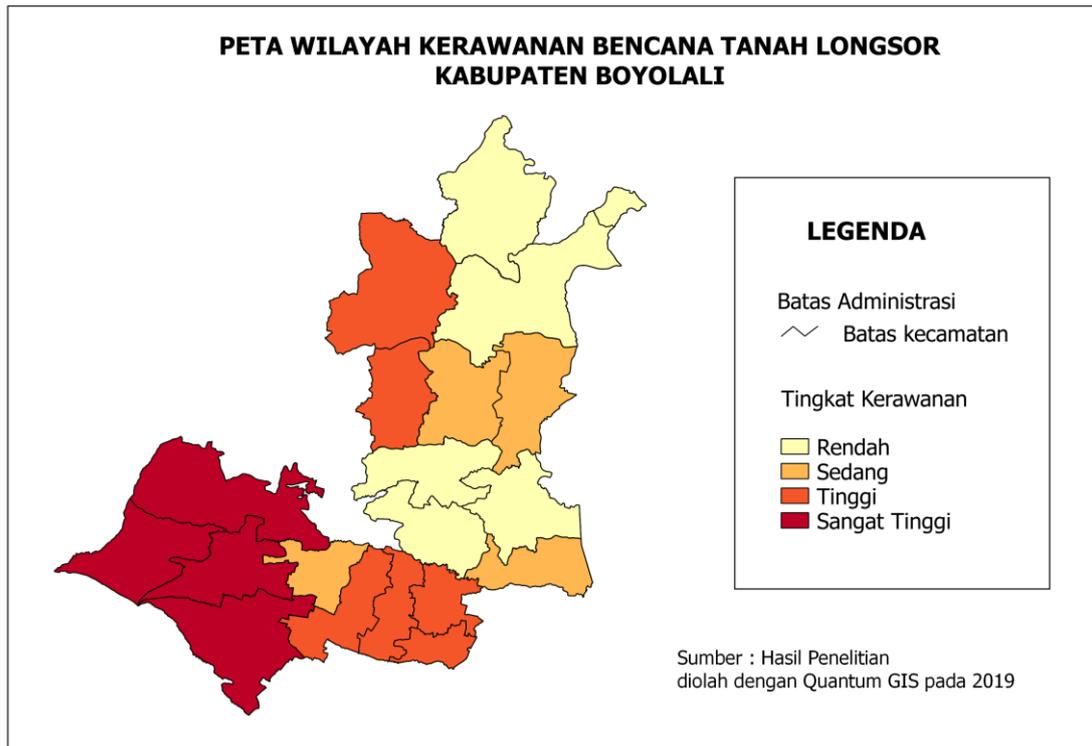
No.	Kecamatan	Skor	Tingkat Kerawanan
1.	Ampel	3,12	Sangat Tinggi
2.	Cepogo	3,27	Sangat Tinggi
3.	Musuk	3,27	Sangat Tinggi
4.	Selo	3,33	Sangat Tinggi

Sumber : Hasil penelitian ini

C. Visualisasi Peta Rawan Longsor dengan Quantum GIS

Quantum GIS adalah sebuah perangkat lunak Sistem Informasi Geografis yang bersifat *open source*. Aplikasi ini bisa dijalankan oleh perangkat *Windows, Linux, Mac OSX* maupun *Unix*. Aplikasi ini mulai dikembangkan pada tahun 2002 dan saat ini sudah menjadi sebuah aplikasi SIG berbasis *open source* yang mempunyai kemampuan dan *fungsionalitas* SIG paling lengkap. [10].

Hasil tingkat kerawanan tiap kecamatan di wilayah kabupaten Boyolali kemudian dibuat *visualisasi* dalam bentuk peta yang diolah menggunakan *open source quantum GIS*. Peta rawan longsor tersebut dapat dilihat pada gambar 4. Dalam gambar tersebut dapat dijelaskan bahwa area yang berwarna kuning muda menunjukkan wilayah dengan tingkat kerawanan longsor rendah. Area yang berwarna kuning tua adalah wilayah dengan tingkat kerawanan longsor sedang. Area dengan warna coklat menunjukkan wilayah dengan tingkat kerawanan longsor tinggi sedangkan area dengan warna merah merupakan wilayah dengan tingkat kerawanan longsor sangat tinggi.



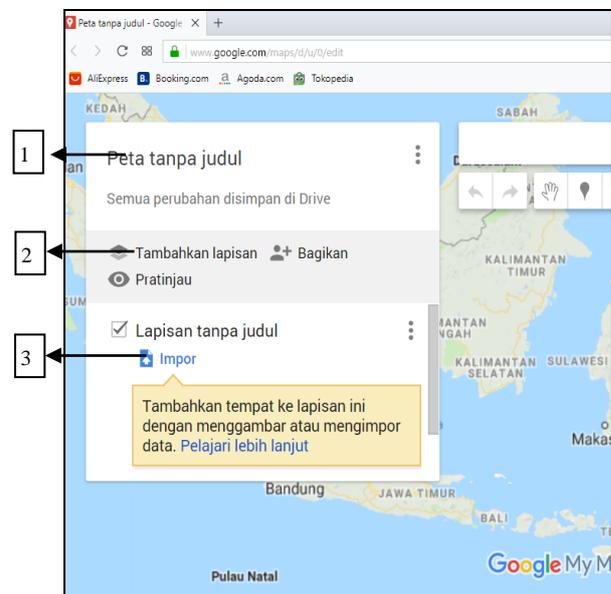
Gambar 4. Peta tingkat kerawanan bencana tanah longsor

D. WebGIS dengan Google Maps

Dalam penelitian ini, penulis membuat *webGIS* dengan memanfaatkan teknologi *google maps* untuk menampilkan peta kerawanan longsor kabupaten Boyolali hasil olahan *quantum GIS*. *Google maps* adalah layanan gratis yang sangat populer yang diberikan oleh *Google*. *google maps* menyediakan layanan berupa citra satelit, peta jalan, juga perencanaan rute perjalanan lengkap dengan kondisi lalu lintasnya. *google maps* juga mendukung panorama 360. Secara garis besar *google maps* dapat disebut sebagai peta yang bisa ditampilkan dalam browser, serta dapat ditambahkan fitur-fitur pelengkap peta digital sesuai dengan kebutuhan penggunaannya [11].

Penulis menggunakan fasilitas membuat map sendiri yang terdapat pada *google maps* (Gambar 5). Yaitu dengan mengimport file peta yang telah dibuat sebelumnya menggunakan *Quantum GIS*. Dikarenakan pada *Google Maps* tidak mendukung format *ESRI Shapefile* (SHP) maka file SHP hasil olahan *quantum GIS* dikonversi terlebih dahulu menjadi file *Keyhole Markup Language* (KML). Peta KML yang di *import* ke dalam *google maps* adalah peta administrasi kabupaten Boyolali, peta tematik pendukung bencana tanah longsor dan peta tingkat kerawanan longsor. Layanan *google maps* ini dapat

diakses dengan mengunjungi laman <http://maps.google.com>.



Gambar 5. Tampilan membuat peta baru pada *Google Maps*

Keterangan : (1) Judul peta, (2) Menambahkan layer peta, (3) Import file KML

Hasil olahan peta menggunakan *google maps* ini kemudian dimasukkan pada struktur kode *framework bootstrap* dengan cara menyalin kode *iframe* yang didapat dari *google maps*. Pada aplikasi *google maps* terdapat salah satu fasilitas yaitu bisa menyediakan kode *html* yang bisa digunakan untuk menyematkan peta dari *google maps* ke dalam sebuah website. Berikut ini adalah kode *html*nya :

```
<iframe  
src="https://www.google.com/maps/d/u/0/embed?mid=1J6L0aERk-zAnqyDrkotwpthjuEzi3t8k"  
width="640" height="480">  
</iframe>
```

E. Perancangan WebGIS dengan Framework Bootstrap

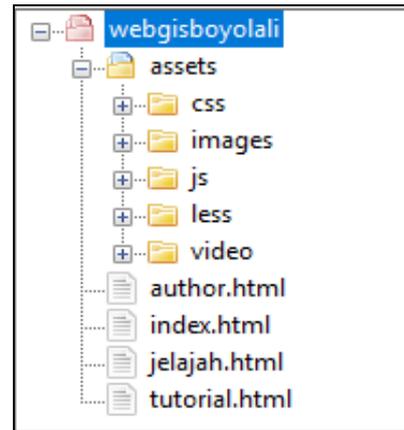
Untuk memberikan kemudahan dalam membuat *webGIS*, penulis menggunakan *framework bootstrap*. *Bootstrap* adalah suatu aplikasi bebas (*opensource*) yang mengutamakan tampilan *front-end* untuk merancang sebuah situs *web*. *Bootstrap* mulai dikenalkan sebagai *open source* pada tahun 2011 melalui *GitHub* oleh Mark Otto dan Jacob Thornton dari *Twitter* [12]. Di dalam *framework bootstrap* menggunakan basis *html*, *css* dan *javascript*. Kelebihan *bootstrap* antara lain :

- Menghemat waktu pembuatan web, karena berbagai desain *template* dan kelas sudah disediakan.
- *Bootstrap* bersifat responsif, sehingga tampilan web bisa menyesuaikan resolusi perangkat yang mengaksesnya.
- Desain *bootstrap* selalu konsisten karena semua komponennya mempunyai *style* yang sama.
- *Bootstrap* menggunakan *HTML* dan *CSS* sehingga sangat mudah digunakan oleh pemula maupun yang sudah mahir.
- *Bootstrap* kompatibel dengan semua *browser* internet.
- *Bootstrap* dapat didapat secara gratis karena merupakan *open source* [12].

Pengembang bisa dengan cepat merancang sistem atau tampilan muka situs web dengan memanfaatkan *bootstrap* karena sudah disediakan *template* untuk fungsi *CSS* dan *javascript* yang mendukung dalam pembuatan sistem tersebut [13]. *Template bootstrap* dapat diperoleh di internet secara gratis melalui laman resminya di <https://getbootstrap.com> atau bisa didapat dari sumber yang lain. Penggunaan *template bootstrap* memudahkan membuat sebuah web sehingga tidak harus menyusun kode pemrograman dari awal.

Pada gambar 6 adalah struktur file dari *template bootstrap* yang penulis gunakan untuk membuat *webGIS* pemetaan wilayah rawan longsor pada penelitian ini. Komponen dari *bootstrap* terdapat dalam folder *assets* yaitu terdiri dari *css*, *images*, *javascript* atau *js*, *less* dan *video*. Sedangkan struktur *html* tampilan *webGIS* berada di luar folder yaitu halaman beranda, halaman tutorial, halaman

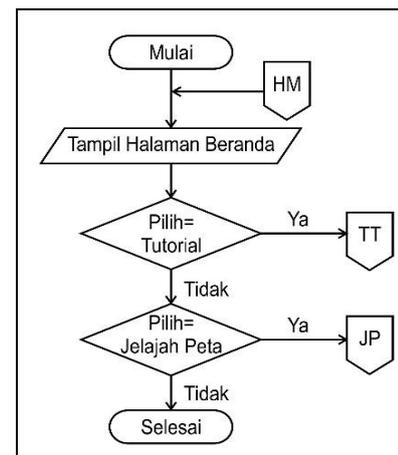
jelajah dan halaman *author*.



Gambar 6. Struktur file *template framework bootstrap*

1) *Halaman Beranda* : Pada *flowchart* halaman beranda (gambar 7) dapat dijelaskan bahwa :

- Pengguna memulai aplikasi yang diwakili oleh simbol *terminator*.
- Tampil halaman beranda, dimana dalam halaman ini hanya ada dua menu yang harus dipilih. Setiap menu diwakili dengan simbol *decision* yang menggambarkan suatu keputusan yang akan diambil, ya atau tidak.
- Apabila pengguna memilih menu tutorial maka akan dibawa ke halaman tutorial (TT) yang diwakili dengan simbol *off-page reference* yang menghubungkan dengan simbol pada halaman yang lain.
- Apabila pengguna tidak memilih menu tutorial tetapi memilih menu jelajah peta maka akan dibawa ke halaman jelajah peta (JP) yang diwakili dengan simbol *off-page reference* yang terhubung dengan simbol pada halaman yang lain.
- Jika pengguna tidak memilih keduanya, maka pengguna bisa mengakhiri dengan keluar dari aplikasi.

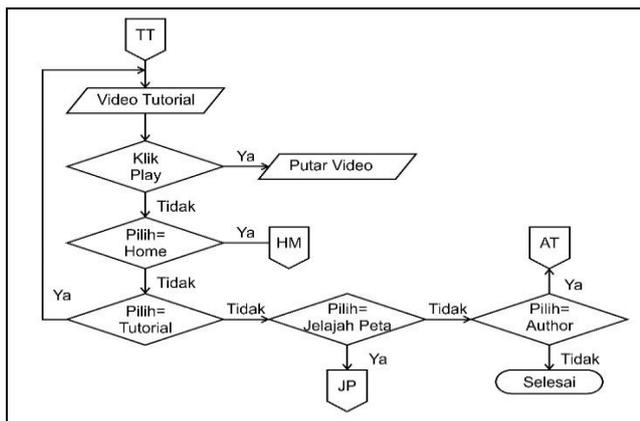


Gambar 7. *Flowchart* halaman beranda

2). *Halaman Tutorial* : Pada *flowchart* halaman

tutorial (gambar 8) dapat dijelaskan bahwa :

- Dimulai dari tampilan halaman tutorial, dimana dalam halaman ini terdapat video tutorial dan 4 menu yang ada di bagian bawah
- Apabila pengguna klik *button* play, maka akan tampil atau diputar video tutorial tentang penggunaan *webGIS*.
- Apabila pengguna tidak klik play tetapi pilih *home*, maka akan tampil halaman beranda (HM) yang diwakili dengan simbol *off-page reference* yang terhubung dengan simbol pada halaman yang lain.
- Apabila pengguna tidak pilih home tetapi pilih tutorial, maka akan kembali ke tampilan awal video tutorial yang diwakili dengan simbol *line conector* yang mengarah ke tampilan video tutorial.
- Apabila pengguna tidak memilih tutorial tetapi pilih jelajah peta maka akan dibawa ke halaman jelajah peta (JP) yang diwakili dengan simbol *off-page reference* yang terhubung dengan simbol pada halaman lain.
- Apabila pengguna tidak memilih jelajah peta tetapi pilih *author* maka akan dibawa ke halaman *author*.
- Jika pengguna tidak memilih *author* dan menu lainnya, maka pengguna bisa mengakhiri dengan keluar dari halaman tutorial.



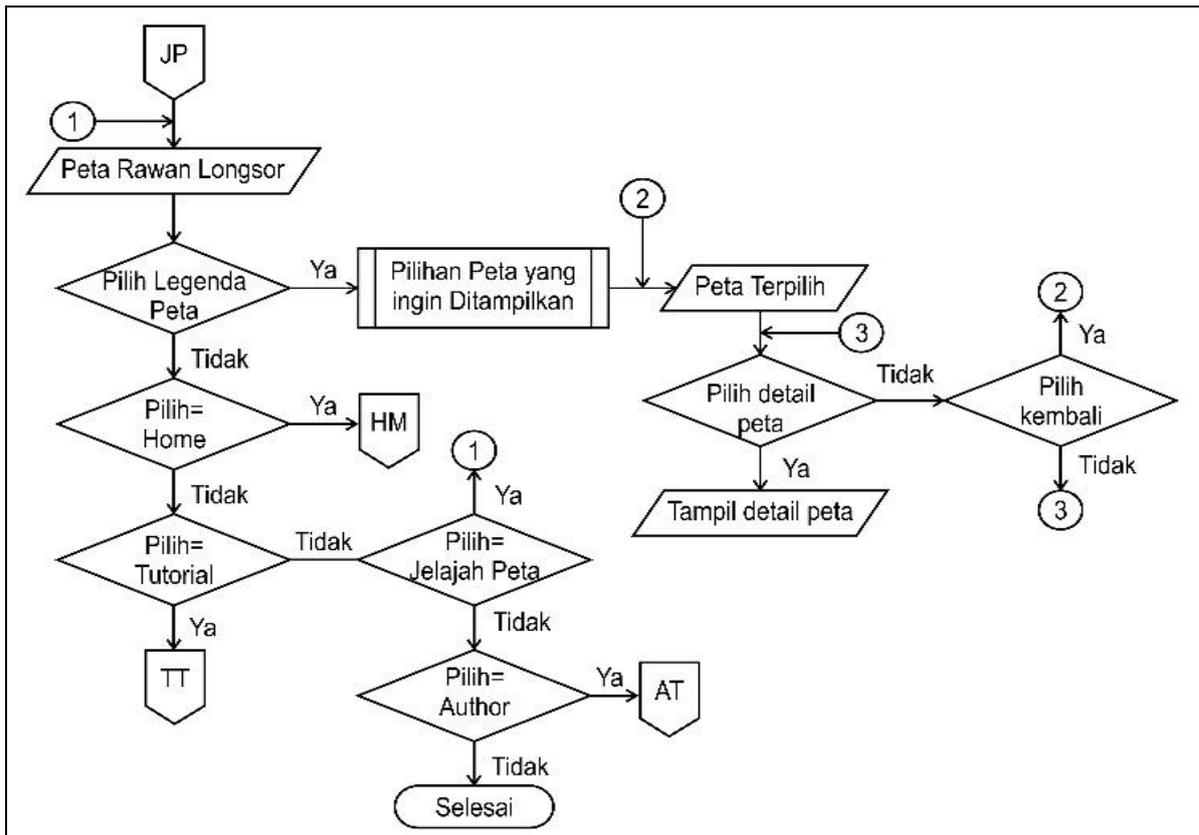
Gambar 8. Flowchart halaman tutorial

Berikut algoritma dari halaman tutorial :

1. Tampil video tutorial
2. If pilih = play
3. Menuju halaman pemutaran video
4. Else pilih = home
5. Menuju ke halaman beranda
6. Else pilih = tutorial
7. Kembali ke baris 1
8. Else pilih = jelajah peta
9. Menuju ke halaman jelajah peta
10. Else pilih = author
11. Menuju ke halaman author
12. Else
13. End
14. End if

3) Halaman Jelajah Peta : Pada flowchart halaman jelajah peta (gambar 9) dapat dijelaskan bahwa :

- Dimulai dari tampilan halaman jelajah peta, dimana dalam halaman ini ditampilkan peta rawan longsor
- Apabila pengguna pilih legenda peta maka akan ditampilkan peta pilihan.
- Pengunjung bisa memilih peta yang akan ditampilkan, maka peta tersebut akan tampil.
- Apabila pengguna memilih detail peta maka akan tampil detail peta, apabila tidak memilih detail peta maka akan tampil tombol kembali.
- Apabila pengguna pilih kembali maka akan tampil peta terpilih, apabila tidak maka akan tampil detail peta.
- Apabila pengguna tidak pilih legenda peta dan memilih home maka akan tampil halaman beranda.
- Jika pengguna tidak memilih home, tutorial, jelajah peta dan *author*, maka pengguna bisa mengakhiri dengan keluar dari aplikasi.



Gambar 9. Flowchart halaman jelajah peta

Berikut algoritma dari halaman jelajah peta :

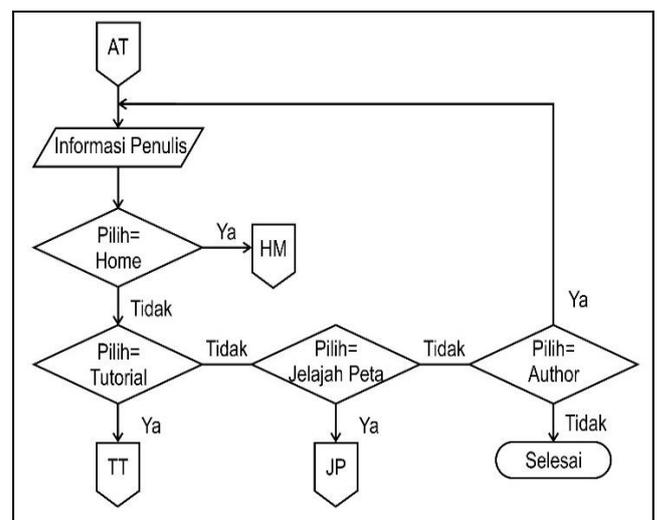
1. Tampil peta rawan longsor
2. If pilih = legenda peta
3. Menuju pilihan peta
4. If pilih = detail peta
5. Tampil detail peta
6. Else pilih = kembali
7. Kembali ke baris 4
8. Else pilih = home
9. Menuju ke halaman beranda
10. Else pilih = tutorial
11. Menuju ke halaman tutorial
12. Else pilih = jelajah peta
13. Kembali ke baris 1
14. Else pilih = author
15. Menuju ke halaman author
16. Else
17. End
18. End if

4) Halaman Author : Pada flowchart halaman author (gambar 10) dapat dijelaskan bahwa :

- Dimulai dari tampilan halaman author, dalam halaman ini ditampilkan data penulis dan dosen pembimbing.
- Apabila pengguna pilih home maka akan ditampilkan halaman beranda
- Apabila pengguna tidak pilih home tetapi pilih tutorial maka ditampilkan halaman video tutorial
- Apabila pengguna tidak pilih tutorial tetapi pilih

jelajah peta maka ditampilkan halaman jelajah peta.

- Apabila pengguna tidak pilih jelajah peta tetapi pilih author maka akan ditampilkan halaman author.
- Apabila pengguna tidak pilih author, maka pengguna bisa keluar dari aplikasi.



Gambar 10. Flowchart halaman author

Berikut algoritma dari halaman author :

1. Tampil halaman author

```
2. If pilih = home
3.   Tampil halaman beranda
4. Else pilih = tutorial
5.   Tampil video tutorial
6. Else pilih = jelajah peta
7.   Tampil halaman jelajah peta
8. Else pilih = author
9.   Kembali ke baris 1
10. Else
11.   End
12. End if
```

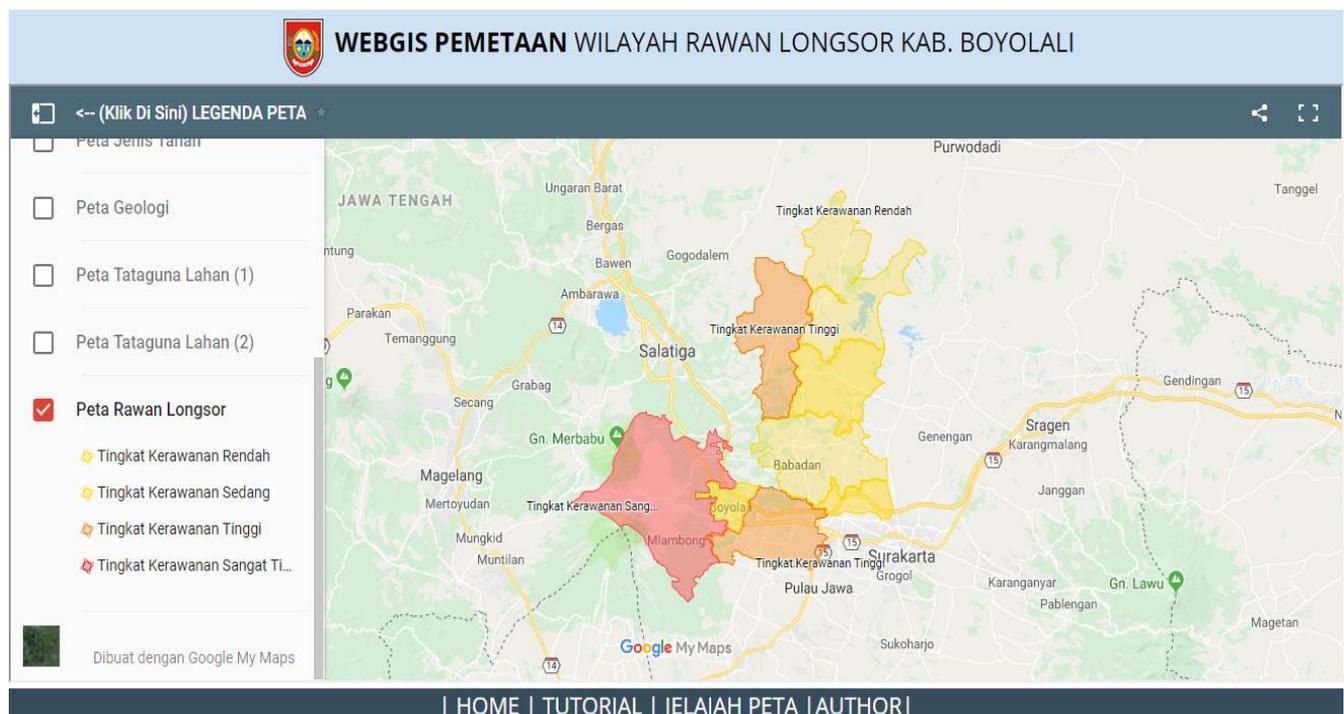
F. Tampilan Halaman WebGIS

Secara garis besar tampilan webGIS ini terdiri dari 4 tampilan utama, yaitu tampilan halaman beranda, halaman tutorial video, halaman jelajah peta dan halaman author. Pada halaman beranda logo Boyolali dan judul sesuai judul penelitian yang dibuat. Halaman tutorial berisi video cara penggunaan *webGIS*.

Pada halaman jelajah peta, terdiri beberapa layer yang bisa dilihat dengan cara klik pada tab legenda peta yang berada di sebelah kiri atas tampilan *webGIS*. Layer pada *webGIS* ini berisi peta administrasi kabupaten Boyolali, peta

tematik pendukung bencana tanah longsor, yaitu peta curah hujan, peta geologi, peta jenis tanah, peta tingkat kelerengan dan peta tata guna lahan serta wilayah rawan bencana yang merupakan hasil penghitungan dari penelitian ini. Selain peta utama dan peta tematik, juga ditampilkan peta *raster* kabupaten Boyolali di layer bagian bawah yang merupakan peta buatan *google maps*. Untuk menampilkan peta yang diinginkan bisa dengan cara klik *checkbox* yang terdapat pada legenda peta bagian kiri layar.

Pada gambar 11 bagian yang terpilih adalah adalah peta rawan longsor sehingga yang ditampilkan adalah peta wilayah rawan longsor yang terdiri 4 warna yang berbeda. Warna kuning muda untuk kerawanan longsor rendah, kuning tua untuk kerawanan longsor sedang, coklat untuk kerawanan longsor tinggi sedangkan warna merah untuk kerawanan longsor sangat tinggi. Peta ini dibuat menggunakan *opensource quantum GIS* dari hasil penelitian yang kemudian ditampilkan dalam sebuah *webGIS* dengan teknologi *google maps*.



Gambar 11. Tampilan halaman jelajah peta

G. Upload data ke Webhosting

Setelah pembuatan *webGIS* dalam *localhost* selesai, maka dilakukan *upload* data *webGIS* ke internet dengan menggunakan jasa persewaan *webhosting*. Hal yang harus diperhatikan adalah bahwa *webhosting* yang dipilih harus mendukung format file web yang dibuat [14]. Dalam melakukan *upload* data *webGIS*, penulis menggunakan FTP *Filezilla* yang berbasis *open source* sehingga memudahkan dalam proses *upload* data tersebut. Penulis menggunakan

jasa *webhosting* dari *idwebhost* yang bisa diakses melalui link <http://idwebhost.com> dan menggunakan domain TLD Indonesia.

H. Hasil Akhir WebGIS

Penelitian ini menghasilkan sebuah peta rawan bencana tanah longsor di wilayah kabupaten Boyolali dengan mengelompokkan menjadi 4 tingkat kerawanan, yaitu rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Peta tersebut

ditampilkan dalam aplikasi *webGIS* yang dibangun dengan *framework bootstrap* dengan memanfaatkan teknologi *google maps*. Aplikasi ini menampilkan peta kerawanan longsor kabupaten Boyolali yang dilengkapi dengan peta administrasi kabupaten Boyolali, peta curah hujan, peta geologi, peta kelerengan, peta tata guna lahan dan peta jenis tanah. *WebGIS* ini telah dilakukan *upload* data ke *webhosting* sehingga bisa diakses melalui *browser* internet pada *dekstop* maupun *smartphone* dengan mengunjungi link www.boyolalikab.web.id.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian ini maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu :

- Dalam menentukan wilayah rawan longsor menggunakan model pendugaan Puslittanak tahun 2004. Parameter yang digunakan adalah curah hujan, jenis batuan, kemiringan lereng, tata guna lahan dan jenis tanah. Hasil perhitungan didapatkan ada empat kecamatan yang mempunyai tingkat kerawanan yang sangat tinggi, yaitu kecamatan Ampel dengan skor 3,12, kecamatan Cepogo dan Musuk dengan skor 3,27, serta kecamatan Selo dengan skor 3,33.
- Peta kerawanan longsor beserta peta tematik pendukungnya ditampilkan dalam sebuah *webGIS* pemetaan wilayah rawan longsor kabupaten Boyolali yang dibuat menggunakan teknologi *google maps* dan *framework bootstrap*.
- Dengan menggunakan teknologi *webGIS* dapat ditampilkan peta wilayah rawan longsor kabupaten Boyolali secara baik, akurat dan mudah dimengerti oleh orang awam sekalipun.
- Pemanfaatan *webGIS* ini juga bisa memudahkan pengguna dalam mencari informasi tentang peta wilayah rawan longsor kabupaten Boyolali, karena *webGIS* ini bisa dengan mudah diakses melalui browser internet dengan mengunjungi laman www.boyolalikab.web.id.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Riyanto, *Pengembangan Aplikasi Sistem Informasi Geografis Berbasis Dekstop dan Web*, Yogyakarta: Gava Media, 2009.
- [2] D. Rahardjo and W. , "Prototipe Sistem Informasi Geografis Fasilitas Kesehatan di Kota Cirebon Berbasis Web," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 1, no. 3, pp. 210-220, Des. 2015.
- [3] J. C. Wibawa and R. Zulfikar, "Analisis dan Pemetaan Potensi Daerah Berbasis GIS Menggunakan Model Rasio Pertumbuhan (MRP)," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 3, no. 3, pp. 524-538, Des. 2017.
- [4] Republik Indonesia, "Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan bencana. Lembaran Negara RI," Sekretariat Negara, Jakarta, 2007.
- [5] F. Faizana, A. L. Nugraha and B. D. Yowono, "Pemetaan Risiko Bencana Tanah Longsor Kota Semarang," *Jurnal Geodesi Undip*, vol. 4, no. 1, Jan. 2015.
- [6] (2018) Website Pemerintah Kabupaten Boyolali. [Online]. Tersedia: <http://www.boyolali.go.id/detail/2842/geografis>. [Diakses pada 16 Oktober 2018].
- [7] (2018) Website Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). [Online]. Tersedia: <http://bnpb.cloud/dibi/laporan4>. [Diakses pada 16 Oktober 2018].
- [8] B. J. A. Gunadi, A. L. Nugraha and A. Suprayogi, "Aplikasi Pemetaan Multi Risiko Bencana di Kabupaten Banyumas Menggunakan Open Source Software GIS," *Jurnal Geodesi UNDIP*, vol. 4, no. 4, Okt. 2015.
- [9] Puslittanak, "Laporan Akhir Pengkajian Potensi Bencana Kekeringan, Banjir dan Longsor di Kawasan Satuan Wilayah Sungai Citarum-Ciliwung Jawa Barat Bagian Barat Berbasis Sistem Informasi Geografis," Bogor, 2004.
- [10] B. Marjuki, *Dasar-Dasar Sistem Informasi Geografis Menggunakan Quantum GIS 1.8*, Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum Sekretariat Jenderal Pusat Pengolahan Data, 2013
- [11] E. Prahasta, *Membangun Aplikasi Web based GIS dengan MapServer*, Bandung : Informatika, 2005.
- [12] J. Enterprise, *Pemrograman Bootstrap untuk Pemula*, Jakarta : Elex Media Komputindo, 2016.
- [13] I. R. I. Astutik and M. A. Rosid, "Integrated Information System Teaching Plan in College Using Fast Method and Twitter Bootstrap," *Kinetik*, vol. 3, no. 2, pp. 163-170, April. 2018.
- [14] D. P. Oktavian, *Menjadi Programmer Jempolan Menggunakan PHP*, Yogyakarta : MeidaKom, 2010.