

Analisa Potensi Longsor Dengan Metode SMCE

Norma Puspita¹⁾

Jurusan Teknik Sipil Universitas Indo Global Mandiri
Jl Jend. Sudirman No. 629 KM. 4 Palembang 30124
Email : norma.puspita@uigm.ac.id¹⁾

ABSTRACT

Pagar Alam City has high rainfall with highland topography that to trigger landslide events, especially in villages area and road at hillside. It affects to road networks activity which affected by road failure and inhibit vehicles traffic. This study will analyzed landslide vulnerability in main road of Pagar Alam City based on topography characteristic, geology, and soil types. Distribution of landslide occurrences will assessed base on landslide occurences density in unit areas. Frequency and distribution of landslide occurrences will analyzed by landslide trigger factors such as stability, slope, soil type and geology, infrastructures type. Meanwhile rainfall extreme events period will be analyzed with general numbers extreme model. Finally, landslide vulnerability will be analyzed with spatial multi criterias evaluation (SMCE) ILWIS due to availability of input map factors, such as poin of landslide, sloppe, soil type, geology, drainage system, infrastructure, and landcover. The result of this study showed that distribution of landslide hazard potential will be occurred in Shouth Dempo District with 12605 hectares for high and very high landslide hazard potentials.

Keywords: Landslide, SMCE, ILWIS

1. Pendahuluan

Kota Pagar Alam dikenal karena sering terjadi longsor yang disebabkan oleh efek gabungan dari topografi yang curam, geologi, dan iklim. Lereng curam yang lazim di pulau-pulau ini bersamaan dengan material yang mendasari lereng memberikan kondisi yang menguntungkan bagi penciptaan tanah longsor (DeGraff, 1985, 1987)^[1]. Karena lereng ini hampir mengalami kegagalan, stabilitasnya kemungkinan akan terpengaruh oleh efek pemicu kecil dan menyebabkan tanah longsor. Berdasarkan masa lalu tanah longsor yang terjadi sampai tahun 2014, dimana kejadian longsor yang terjadi 1 – 2 kejadian per kilometer persegi (BNPB Kota Pagar Alam).

Faktor pemicu utama terjadinya tanah longsor adalah curah hujan. Anderson dkk. (2011) menunjukkan selain curah hujan, aktivitas manusia merupakan elemen utama kedua yang berkontribusi terhadap kejadian longsor di Kepulauan. Sebagian besar tanah longsor terkait dengan aktivitas manusia seperti pembangunan jalan yang mengganggu karakteristik kemiringan alam dan meningkatkan probabilitas kegagalannya.

Tanah longsor adalah bagian dari siklus geomorfis normal perkembangan lansekap dan menjadi berbahaya saat mengganggu aktivitas manusia. Bahaya tanah longsor adalah fenomena yang berpotensi berbahaya yang mempengaruhi manusia dan lingkungan fisik mereka. Secara global, tanah longsor menyebabkan miliaran dolar dalam kerusakan dan ribuan kematian dan luka-luka setiap tahun yang dalam prosesnya menyebabkan kerusakan pada ekonomi, ekosistem dan infrastruktur alami.

Penilaian bahaya tanah longsor menggabungkan prediksi dimana tanah longsor akan terjadi, seberapa sering kejadian tersebut terjadi dan seberapa besar kegagalannya, dengan indikasi probabilitas spasial,

temporal dan ukuran masing-masing (Guzzetti et al., 1999). Tanah longsor adalah hasil dari faktor spasial-temporal beberapa faktor. Faktor-faktor ini dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu variabel kuasi-statis seperti geologi, geometri kemiringan dan pola drainase yang berkontribusi terhadap kerentanan tanah longsor di wilayah tersebut; Dan variabel dinamis seperti curah hujan dan gempa bumi yang memicu tanah longsor (Anderson & Holcombe, 2013; Dai & Lee, 2001).

Banyak skema penilaian bahaya longsor menggunakan konsep superimposing dan mengintegrasikan informasi spasial atau peta, menunjukkan secara individual faktor-faktor yang dianggap penting dalam menilai stabilitas lereng. Biasanya ini meliputi: topografi, geologi, tanah, hidrologi, geomorfologi, penggunaan lahan dan faktor antropogenik. Pemilihan faktor ketidakstabilan lereng yang relevan untuk analisis kerentanan longsor bergantung pada jenis tanah longsor, jenis medan dan ketersediaan data dan sumber yang ada. Metode analisis yang berbeda menggunakan berbagai jenis data, walaupun keduanya sama-sama umum, seperti kemiringan lereng, tipe tanah dan batuan, dan jenis penggunaan lahan.

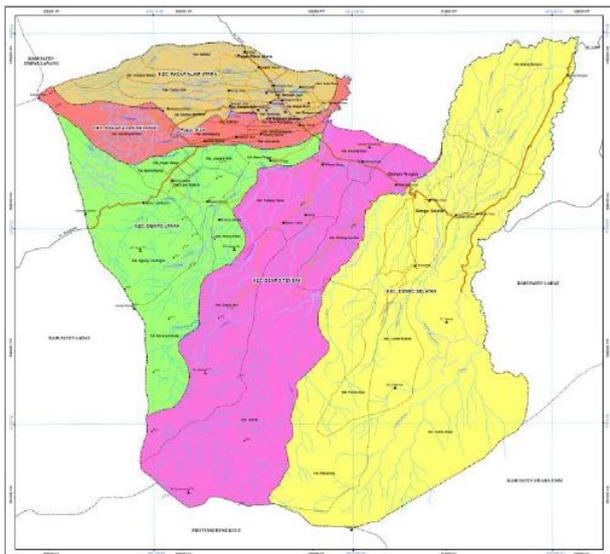
Kota Pagar Alam terletak di dataran tinggi dengan ketinggian bervariasi dari 600 – 3195 diatas permukaan laut dan kondisi topografi perbukitan curam dan pegunungan. Wilayah Kota Pagar Alam termasuk ke dalam gugusan Bukit Barisan. Berdasarkan data BPBD Kota Pagar Alam, peristiwa bencana longsor terjadi setiap tahun terutama pada saat musim hujan dengan intensitas hujan yang tinggi. Bencana longsor di Kota Pagar Alam selain menyebabkan bangunan, lahan pertanian, infrastruktur jalan rusak parah bahkan menyebabkan korban jiwa.

Tanah longsor cenderung memiliki hubungan langsung distribusi spasial dengan mekanisme yang memicunya. Curah hujan dan gempa bumi dianggap

sebagai faktor pemicu utama longsor dan masing-masing faktor pemicu sesuai dengan model distribusi spasial yang berbeda.

Tanah longsor yang dipicu oleh curah hujan terjadi di sebagian besar lanskap pegunungan. Beberapa tanah longsor ini terjadi secara tiba-tiba dan menempuh jarak yang jauh dengan kecepatan tinggi. Banyak upaya telah dilakukan oleh penulis yang berbeda, untuk memformalkan dan mengukur hubungan antara kejadian longsor dan variabel curah hujan di masa lalu.

Curah hujan mempromosikan kegagalan lereng melalui peningkatan jumlah air yang tersimpan di badan batuan yang meningkatkan tekanan fluida dengan penurunan tekanan dan kekuatan geser yang efektif. Kenaikan curah hujan beroperasi melalui hubungan infiltrasi untuk secara langsung meningkatkan penyimpanan air dengan kenaikan pada tabel air yang pada akhirnya dapat menyebabkan kegagalan lereng. Curah hujan juga mempengaruhi erosi lereng dan insisi sungai yang mengakibatkan peningkatan kelegaan, kemiringan lereng bukit dan kemiringan lereng.



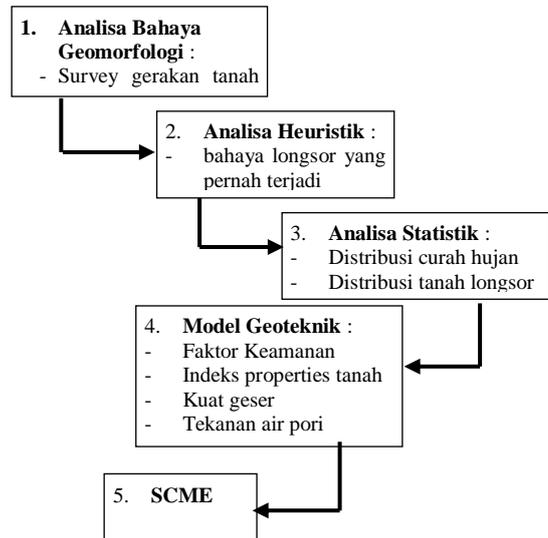
Gambar 1. Wilayah Administrasi Pagar Alam

A. Metode Analisa

Bahaya tanah longsor dapat didefinisikan sebagai probabilitas terjadinya tanah longsor dalam jangka waktu tertentu dan di dalam area tertentu fenomena yang berpotensi merusak ulang ulang definisi ini mencakup besarnya longsor yang diharapkan dalam hal luas, volume dan kecepatan atau momentumnya. Mereka menyarankan bahwa penilaian bahaya longsor harus memasukkan perkiraan di mana tanah longsor akan terjadi, seberapa sering kejadian tersebut terjadi dan seberapa besar kegagalannya, dengan indikasi probabilitas spasial, temporal dan ukuran masing-masing.

Metode pengkajian bahaya tanah longsor secara luas dapat dikelompokkan menjadi metode kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif bersifat subyektif dan menggambarkan zonasi bahaya secara deskriptif kualitatif. Metode ini sangat bergantung pada orang yang

melakukan investigasi longsor. Metode kuantitatif, di sisi lain, menghasilkan estimasi numerik probabilitas terjadinya fenomena longsor di zona bahaya. Guzzetti dkk., (1999)¹ menyusun kembali metode yang paling penting ke dalam lima kategori utama yaitu: pemetaan bahaya geomorfologi, metode heuristik atau indeks berbasis, analisis persediaan tanah longsor, model fungsional dan berbasis statistic, Model geoteknik atau fisik.



Gambar 2. Framework analisa bahaya longsor

1. Analisa bahaya geomorfologi

Pemetaan bahaya geomorfologi adalah metode kualitatif dan langsung. Metode ini memungkinkan penilaian stabilitas yang cepat di daerah tertentu, dengan mempertimbangkan sejumlah besar faktor. Ini juga merupakan keuntungan dari hal itu dapat berhasil digunakan pada skala apapun, dan jika perlu, disesuaikan dengan persyaratan lokal tertentu. Aleotti & Chowdhury (1999) merangkum kelemahan utama metode analisis geomorfologi lapangan sebagai: i) subjektivitas dalam pemilihan data dan peraturan yang mengatur stabilitas lereng atau bahaya ketidakstabilan. Fakta ini membuat sulit untuk membandingkan peta bahaya longsor yang dihasilkan oleh penyidik atau ahli yang berbeda; ii) penggunaan peraturan implisit dan eksplisit mencegah analisis kritis hasil dan membuat sulit untuk memperbarui penilaian saat data baru tersedia; iii) survei lapangan yang panjang diperlukan.

2. Analisa heuristik

Pendekatan heuristik atau indeks berbasis metode kualitatif tidak langsung. Metode ini didasarkan pada pengetahuan apriori dari semua sebab dan faktor ketidakstabilan lahan yang meluncur di wilayah yang diteliti, yang bergantung pada seberapa baik dan seberapa banyak orang yang melakukan penyelidikan memahami proses geomorfologi yang bekerja di lapangan. Faktor ketidakstabilan digolongkan dan berbobot yang sebanding dengan perkiraan atau perkiraan kontribusi relatifnya dalam menyebabkan pergerakan massa.

Metode ini memiliki keuntungan sehingga mengurangi masalah peraturan tersembunyi dan memungkinkan otomatisasi operasi total melalui penggunaan sistem informasi geografis yang tepat. Hal ini juga memungkinkan standarisasi teknik pengelolaan data mulai dari akuisisi hingga analisis akhir. Meskipun demikian, ada kelemahan utama karena melibatkan operasi yang panjang, terutama di mana area yang luas diperhatikan. Subjektivitas dalam menghubungkan nilai tertimbang ke setiap parameter dan faktor yang berbeda; Dan kesulitan ekstrapolasi model yang dikembangkan untuk daerah tertentu ke daerah lain juga merupakan kelemahan dari metode ini.

Analisis metode persediaan longsor merupakan metode kuantitatif tidak langsung. Dalam metode ini, kemungkinan pola kegagalan longsor di masa depan diprediksi menggunakan persediaan distribusi tanah longsor dan masa lalu. Peta inventaris tanah longsor masa lalu dan sekarang dipersiapkan terlebih dahulu menunjukkan jumlah atau kerapatan tanah longsor di setiap unit pemetaan longsor).

3. Analisa statistik

Metode analisis statistik juga pendekatan tidak langsung dan kuantitatif. Metode analisis ini didasarkan pada hubungan fungsional antara faktor penyebab kegagalan lereng dan distribusi tanah longsor dan masa lalu. Keuntungan utama dari metode ini adalah memungkinkan untuk memvalidasi pentingnya masing-masing faktor ketidakstabilan dan menentukan peta input akhir secara interaktif. Namun, mereka sangat bergantung pada kualitas dan kuantitas data yang dikumpulkan (persediaan tanah longsor dan peta tematis faktor ketidakstabilan). Metode analisisnya bisa berupa bivariat atau multivariat. Pada analisis bivar masing-masing faktor ketidakstabilan individu dibandingkan dengan peta distribusi tanah longsor. Dalam model statistik multivariat, tidak seperti model bivariat, semua faktor ketidakstabilan diperlakukan bersamaan dan interaksinya sebagai variabel independen dibandingkan dengan kepadatan longsor sebagai variabel dependen. Teknik analisis ini memerlukan usaha yang berkepanjangan untuk mengumpulkan cukup banyak informasi longsor di wilayah studi.

4. Model geoteknik

Model geoteknik adalah pendekatan berbasis proses yang bergantung pada pemahaman hukum fisika yang mengendalikan ketidakstabilan lereng. Model geoteknik bisa jadi pendekatan deterministik atau probabilistik. Pendekatan ini telah banyak digunakan di teknik sipil dan rekayasa geologi untuk analisis longsor, terutama setelah diperkenalkannya sistem informasi geografis. Pendekatan deterministik secara tradisional dianggap cukup untuk lereng homogen dan non-homogen. Dalam pendekatan ini faktor keamanan untuk setiap bagian lereng dihitung berdasarkan model geoteknik yang sesuai dan parameter mekanis fisik. Akurasi dan reliabilitas ditingkatkan karena pengetahuan rinci tentang area aplikasi meningkat. Menghitung faktor keamanan memerlukan data geometris, data parameter kekuatan geser dan informasi tentang tekanan air pori.

Namun, pendekatan konvensional ini tidak mempertimbangkan variabilitas parameter material geoteknik seperti porositas, permeabilitas dan kekuatan geser. Pendekatan probabilistik memperhitungkan variabilitas parameter.

5. Spatial Multi Criteria Evaluation (SMCE)

Evaluasi multi kriteria adalah analisis keputusan yang menggunakan seperangkat prosedur sistematis untuk menganalisis masalah keputusan yang kompleks. Strategi dasarnya adalah membagi masalah keputusan menjadi bagian-bagian kecil yang dapat dimengerti, menganalisis masing-masing, dan mengintegrasikan bagian-bagian tersebut secara logis untuk menghasilkan solusi yang berarti. Untuk mengatasi masalah berbasis spasial seperti tanah longsor, penilaian multi kriteria multi kriteria GIS (SMCE) telah digunakan oleh peneliti yang berbeda (Abella & Van Westen, 2007; Pourghasemi et al., 2012; Pourghasemi et al., 2013).

SMCE adalah metode analisis semi kuantitatif. Ini mengikuti prosedur yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan membandingkan solusi dengan masalah spasial, berdasarkan kombinasi beberapa faktor yang setidaknya dapat diwakili sebagian oleh peta.

Aplikasi SMCE yang tersedia dalam perangkat lunak ILWIS GIS membantu dan membimbing pengguna dalam melakukan evaluasi multi kriteria secara spasial. Ini adalah alat yang ideal untuk pengambilan keputusan kelompok yang dikombinasikan dan tertimbang sehubungan dengan keseluruhan sasaran. Kriteria dapat terdiri dari dua jenis: faktor dan kendala. Kendala di SMCE adalah kriteria yang menentukan dalam perhitungan daerah mana yang harus dipertimbangkan, karakter Boolean dan berfungsi untuk membuang area yang tidak diinginkan dari pertimbangan.

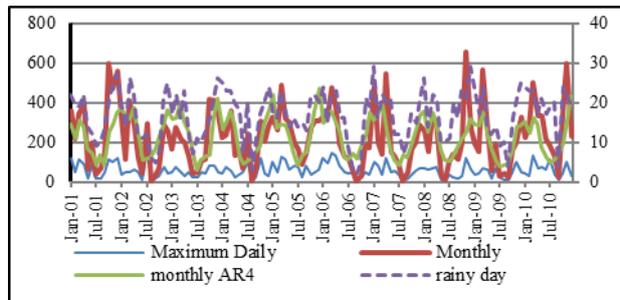
Faktor di sisi lain, adalah kriteria yang berkontribusi pada tingkat tertentu terhadap output. Suatu faktor bisa berupa keuntungan atau biaya yang memberikan kontribusi positif atau negatif terhadap output masing-masing. Model ini dapat digunakan untuk penilaian bahaya longsor, dengan merumuskan pohon kriteria dimana faktor penyebab longsor dikelompokkan standarisasi dan bobotnya. Faktor yang berkontribusi berbobot dengan perbandingan perbandingan pesanan langsung, berpasangan dan berpangkat dan hasilnya adalah peta indeks komposit yang mengindikasikan realisasi model yang diterapkan.

2. Pembahasan

Zonasi bahaya tanah longsor diproyeksikan dengan menggunakan proses Sistem Informasi Geografis (SIG), lapisan ini meliputi analisis data pasang surut, lereng, litologi, dan air tanah dengan metode curah hujan kumulatif (CRD), sebagai faktor pendorong iklim. Dalam kerangka kerja kami, bobot yang berbeda dapat diberikan ke setiap lapisan, dan bahaya longsor yang tidak realistis di dataran rendah dieliminasi dengan mengusulkan fungsi saringan.

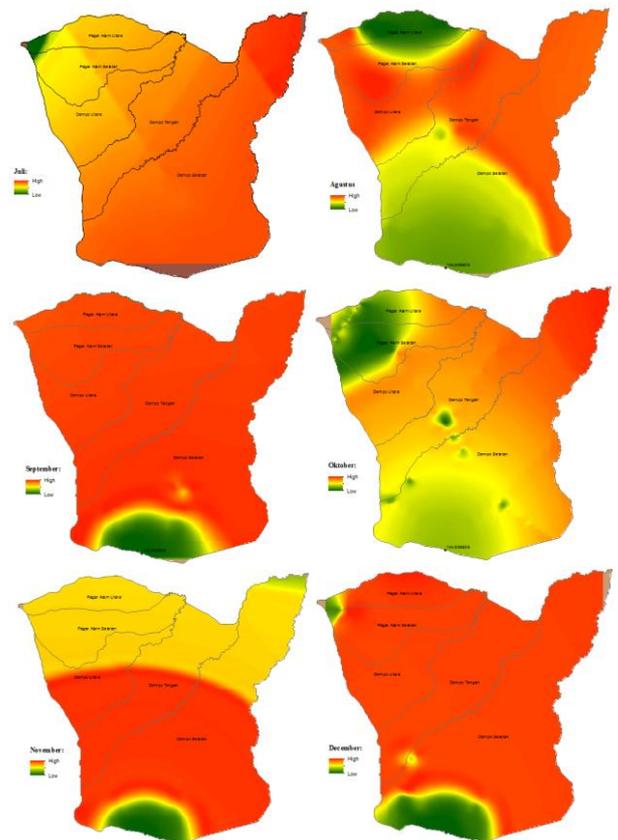
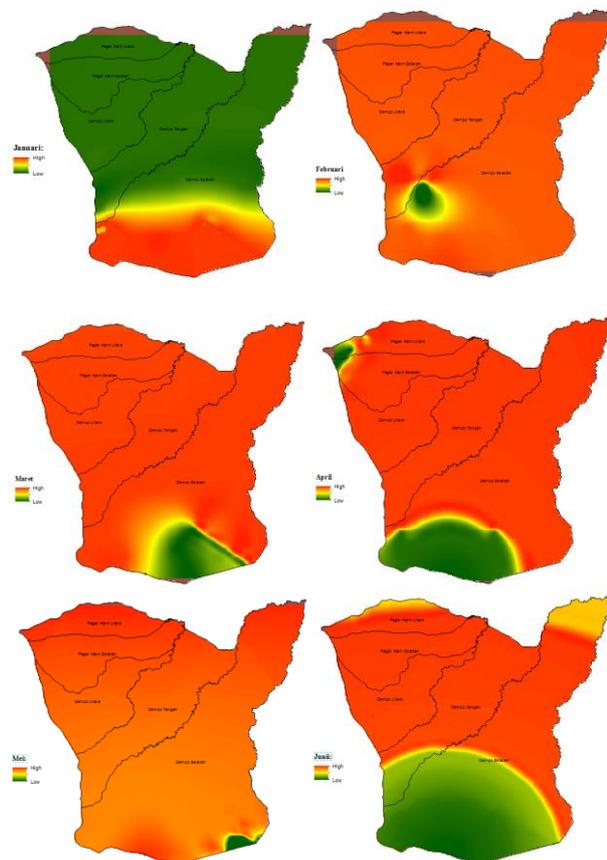
Lereng dipicu oleh curah hujan yang menyebabkan pengisian air tanah, dimana data simulasi dikumpulkan

dari IPCC, untuk baseline (1980-2011) dan proyeksi (2012-2030), sebagai faktor penyebab badai untuk peta bahaya longsor. Seperti diketahui, durasi, frekuensi, dan intensitas curah hujan di Indonesia berbeda untuk setiap musim, dimana ada 2 (dua) musim, biasanya musim hujan pada bulan Oktober-Mei, sedangkan musim kemarau biasanya pada bulan April-Oktober, dan ada Beda peran curah hujan jangka pendek dan jangka panjang, sebagai faktor pemicu longsor.



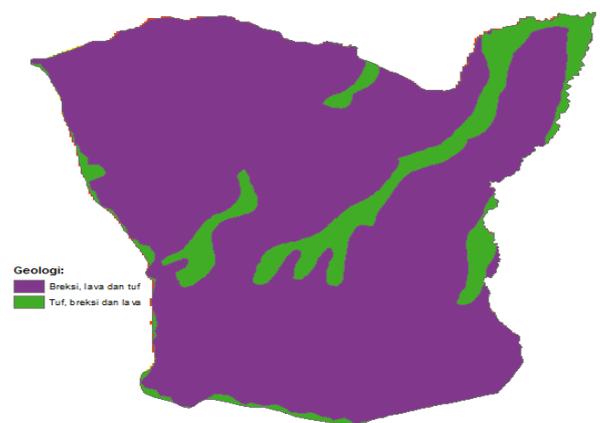
Gambar 3. Curah Hujan Maksimum

Namun, terkait dengan perubahan iklim yang berdampak pada perubahan ketidakpastian peran dan musim hujan. Dengan demikian, model bahaya longsor dapat digunakan untuk proyeksi tanah longsor di masa depan dengan memberikan skenario proyeksi curah hujan bulanan, distribusi yang diberikan. Tabel di bawah, pengisian ulang air tanah bulanan pada bulan Januari sampai Desember.

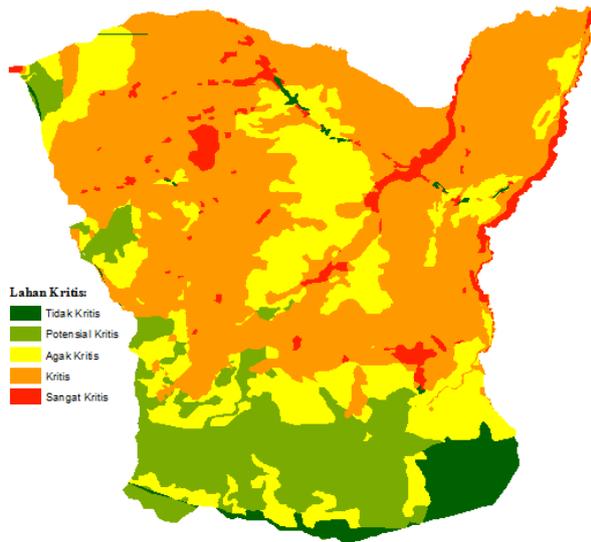


Gambar 4. Peta sebaran muka air tanah maksimum sepanjang tahun (12 bulan) Kota Pagar Alam

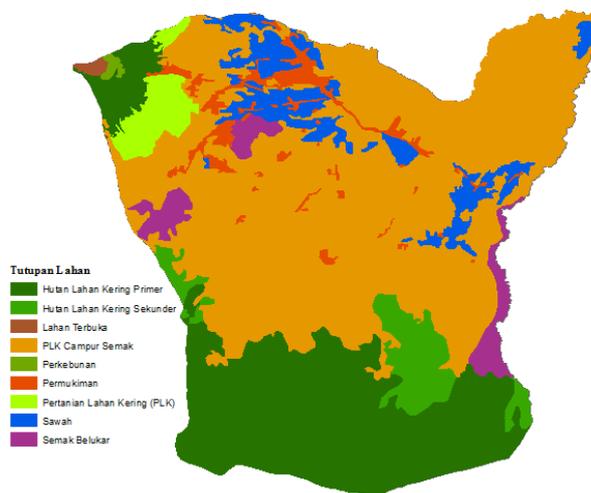
Perbandingan resapan muka air tanah bulanan, seperti terlihat pada gambar di atas, dimana muka air tanah meningkat pada bulan Februari, Maret, April, Mei, dan September, terjadi penurunan pada bulan Januari, Juni, Juli, Agustus, Oktober, November, dan Desember. Peta muka air tanah dihasilkan dari waktu deret geologi, tutupan lahan, lahan kritis, dan curah hujan bulanan, karena peta yang dihasilkan berbasis iklim kemudian berinteraksi dengan peta lingkungan lainnya untuk mendapatkan peta bahaya longsor.



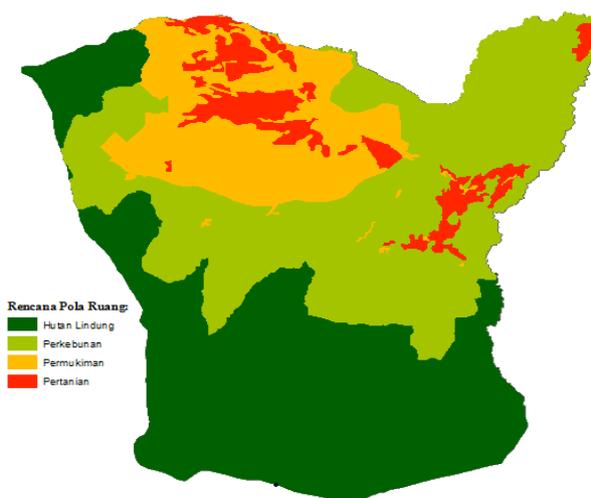
Gambar 5a. Peta Geologi Kota Pagar Alam



Gambar 5b. Peta Lahan Kritis Kota Pagar Alam



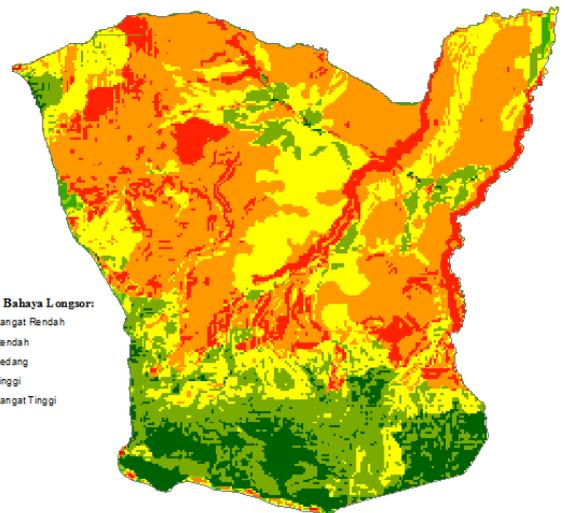
Gambar 5c. Peta Tutupan Lahan



Gambar 5d. Peta Rencana Pola Ruang

Peta pengisian air tanah, memberikan kontribusi dalam peta bahaya longsor. Peta bahaya tanah longsor bulanan dan luas untuk setiap tingkat peta bahaya, setiap bulan menunjukkan perbedaan karena skenario proyeksi curah hujan bulanan.

Pada analisa potensi bahaya longsor di kelompokkan kedalam 5 tingkat bahaya, yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Berdasarkan hasil analisa bahaya kondisi *baseline* diketahui bahwa wilayah yang mempunyai potensi bahaya longsor sangat tinggi seluas 6765 Ha, sedangkan wilayah yang mempunyai potesi bahaya longsor tinggi dan sedang mempunyai luas 25 215 Ha dan 15 282 Ha. Sementara wilayah yang mempunyai potensi bahaya longsor rendah dan sangat rendah dengan luas wilayah 10546 Ha dan 5153 Ha.

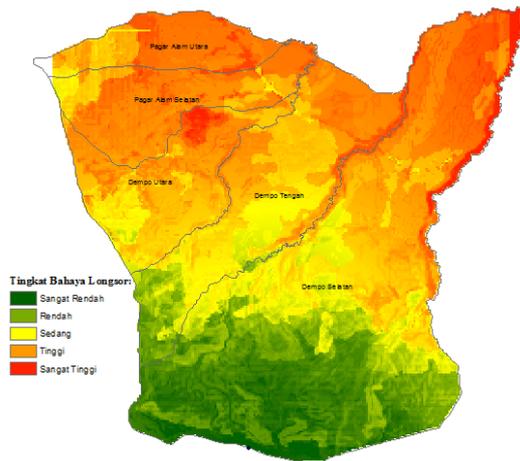


Gambar 6. Peta Potensi bahaya Longsor Kota Pagar Alam (Baseline)

Sebaran wilayah yang memiliki potensi bahaya longsor sangat tinggi terluas terletak di kecamatan Dempo Selatan seluas 2806 Ha.

Tabel 1. Luas potensi bahaya longsor di tingkat kecamatan

Kecamatan	Luas Potensi Longsor (Hektar)				
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Dempo Utara	6	292	1310	4030	1487
Dempo Tengah	116	1218	4230	5244	985
Dempo Selatan	4941	8305	7343	9799	2806
Pagar Alam Utara	13	187	1080	2292	597
Pagar Alam Selatan	59	540	1315	3846	878



Gambar 7. Peta Potensi Bahaya Longsor Kota Pagar Alam (Prediksi Proyeksi)

Pada kondisi proyeksi, wilayah yang memiliki potensi bahaya longsor sangat tinggi seluas 18911 ha, sedangkan potensi tinggi dan sedang mempunyai luas 15196 ha dan 11754 ha. Sementara itu wilayah yang memiliki potensi bahaya longsor rendah dan sangat rendah seluas 6816 ha dan 10303 ha.

Secara administrasi wilayah, kecamatan Dempo Selatan tetap mempunyai potensi bahaya longsor sangat tinggi dibandingkan kecamatan lainnya (Dempo Utara, Dempo Tengah, Pagaralam Utara, dan Pagaralam Selatan).

Tabel 2. Luas potensi bahaya longsor di tingkat kecamatan (Proyeksi)

Kecamatan	Luas Potensi Longsor (Hektar)				
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Dempo Utara		12	1735	3441	1928
Dempo Tengah	194	1356	3591	3728	2908
Dempo Selatan	10109	5447	6055	5171	6480
Pagar Alam Utara		187	92	1084	2991
Pagar Alam Selatan		540	274	1765	4587

3. Kesimpulan

1. Analisa bahaya longsor pada kondisi proyeksi secara umum menunjukkan terjadi peningkatan luasan wilayah yang berpotensi bahaya longsor terutama pada tingkat bahaya rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi
2. Secara administrasi wilayah kecamatan, pada tingkat bahaya sangat rendah, rendah, sedang dan tinggi menunjukkan terjadinya penurunan luas wilayah yang berpotensi bahaya longsor pada analisa proyeksi.
3. Tetapi pada tingkat bahaya sangat tinggi menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan

4. Peningkatan luas wilayah potensi bahaya longsor sangat dipengaruhi oleh curah hujan ekstrim dan perencanaan pola tata ruang wilayah Kota Pagar Alam.

Daftar Pustaka

DeGraff, J. V. (1985). *Landslide Hazard on St. Lucia, West Indies - Final Report. Organization of American States, Washington D.C.* (pp. 21).

Anderson, M. G. (1983). Road-cut slope topography and stability relationships in St Lucia, West Indies. *Applied Geography*, 3(2), 105–114. doi:10.1016/0143-6228(83)90033-4

Guzzetti, F., Carrara, A., Cardinali, M., & Reichenbach, P. (1999). Landslide hazard evaluation: a review of current techniques and their application in a multi-scale study, Central Italy. *Geomorphology*, 31(1-4), 181–216. doi:10.1016/S0169-555X(99)00078-1

Anderson, M. G., & Holcombe, E. (2013). *Community-Based Landslide Risk Reduction-Managing Disasters in Small Steps*. The World Bank, Washington, DC. doi:10.1596/978-0-8213-9456-4

Dai, F.C., & Lee, C.F. (2001). Frequency–volume relation and prediction of rainfall-induced landslides. *Engineering Geology*, 59(3-4), 253–266. doi:10.1016/S0013-7952(00)00077-6

Aleotti, P., & Chowdhury, R. (1999). Landslide hazard assessment: summary review and new perspectives. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 58(1), 21–44. doi:10.1007/s100640050066

Abella, E. A. C., & Van Westen, C. J. (2007). Generation of a landslide risk index map for Cuba using