

**Zona Kerentanan Gerakan Tanah Berdasarkan Metode Indeks Storie
Pada Daerah Gajahmungkur dan Sekitarnya, Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah**

Soil Movement Vulnerability Zone Based on Storie Index Method in Gajahmungkur and Surrounding Area, Semarang City, Central Java Province

Arfi AM Hassanusi¹, Dicky Muslim², Nur Khoirullah³

¹Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang Km.21, Jatinangor, 45363, Indonesia
Email: arfi942014@gmail.com

²Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang Km.21, Jatinangor, 45363, Indonesia
Email: d.muslim@unpad.ac.id

³Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang Km.21, Jatinangor, 45363, Indonesia
Email: Khoirullah@unpad.ac.id

Abstrak

Kota Semarang merupakan kota yang mengalami perkembangan dan pertumbuhan yang pesat, namun kota Semarang memiliki permasalahan yang serius terhadap bencana gerakan tanah berdasarkan riwayat kebencanaannya. Daerah penelitian tersusun oleh satuan (Qtd) yang memiliki karakteristik litologi berupa batupasir tufan, konglomerat, dan breksi vulkanik dan tersusun oleh satuan (Tmk) yang tersusun atas litologi perselingan batulempung, napal, dan batupasir tufan serta terdapat endapan alluvium (Qa). Dengan Breksi Vulkanik yang kemungkinan diendapkan sebagai Lahar. Kondisi geologi teknik daerah penelitian tersusun atas empat satuan tanah yaitu satuan batuan dasar (ss,cs), satuan lempung lanauan-lanau lempung (cm-mc), satuan lanau pasiran-lempung lanauan (ms-cm). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi geologi dan geologi teknik serta menentukan zona kerentanan gerakan tanah di daerah Gajahmungkur dengan menggunakan metode Indeks Storie yang menggunakan parameter-parameter berupa data curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng dan tata guna lahan. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode Indeks Storie didapatkan tingkat kerentanan gerakan tanah yang rendah pada daerah penelitian dimana nilai dari tiap parameter yang ada memiliki nilai yang seragam, nilai tersebut kemudian dimasukkan kedalam perhitungan dari metode Indeks Storie yang kemudian menghasilkan output berupa Peta Kerentanan Gerakan Tanah.

Kata Kunci: kerentanan gerakan tanah, geologi teknik, indeks storie, semarang

Pendahuluan

Kota Semarang adalah ibu kota Provinsi Jawa Tengah sekaligus Kota Metropolitan terbesar kelima di Indonesia setelah Jakarta, Surabaya, Medan, dan Bandung dengan luas daerah sekitar $373,70 \text{ Km}^2$ atau 37.366.836 Ha yang berbatasan di bagian Utara dengan Laut Jawa, bagian Timur dengan Kabupaten Demak, bagian Barat dengan Kabupaten Kendal, dan bagian Selatan dengan Kabupaten Semarang.

Kota Semarang mengalami perkembangan dan pertumbuhan kota yang pesat, namun Kota Semarang memiliki permasalahan serius terhadap bencana gerakan tanah berdasarkan riwayat kebencanaannya, seperti yang pernah terjadi pada daerah Ngaliyan, Gajahmungkur, dan juga Gunungpati. Gajahmungkur merupakan salah satu daerah di Kota Semarang yang memiliki riwayat gerakan tanah yang cukup sering terjadi karena kondisi lahan yang cukup miring dan faktor curah hujan tinggi yang akan memberikan bahaya gerakan tanah yang lebih tinggi, dengan tambahan kondisi topografi yang bergelombang.

Indeks Storie merupakan salah satu metode seni kuantitatif untuk penilaian tanah yang awalnya digunakan untuk mengklasifikasikan tanah guna keperluan tata guna lahan pertanian berdasarkan produktivitas tanamannya (Storie, 1978; Reganold and Singer 1979). Namun pada perkembangannya, indeks

storie dapat juga digunakan untuk menganalisa kerentanan gerakan tanah (Sitorus, 1995; Arifin et al., 2006).

Analisis tingkat kerentanan gerakan tanah di daerah ini berdasarkan karakteristik parameter-parameter akan bermanfaat untuk keperluan tata ruang wilayah dan mitigasi bencana di wilayah daerah penelitian.

Geologi Daerah Penelitian

Geologi regional daerah penelitian termasuk ke dalam peta geologi lembar Magelang-Semarang (Thanden, 1996). Berdasarkan peta geologi regional tersebut, daerah penelitian tersusun atas tiga jenis formasi batuan yang mana dari tua ke muda yaitu Tmk (Formasi Kerek), Qtd (Formasi Damar), dan Qa (Alluvium).

Formasi Kerek (Tmk) adalah formasi batuan yang memiliki karakteristik perselingan batulempung, napal, batupasir tufan, konglomerat, breksi vulkanik, dan batugamping. Formasi Damar (Qtd) yang memiliki karakteristik litologi berupa batupasir tufan, konglomerat, dan breksi vulkanik. Dan satuan Alluvium (Qa) yang merupakan dataran pantai, sungai dan danau.

Metodologi

Analisis tingkat kerentanan gerakan tanah dilakukan menggunakan metode indeks storie (Sitorus, 1995) dengan parameter yang

digunakan berupa data kemiringan lereng, tataguna lahan, curah hujan, dan juga jenis tanah.

Data kemiringan lereng di dapatkan dengan mengolah peta Digital Elevation Modelling (DEM) menggunakan salah satu program aplikasi berbasis GIS yaitu *Arc Map*. Data tataguna lahan didapatkan dari deliniasi peta citra rupa bumi google earth yang dibuat menjadi peta tataguna lahan. Data untuk parameter jenis tanah didapatkan melalui peta jenis tanah Kota Semarang. Informasi data untuk parameter curah hujan didapatkan dari rata-rata curah hujan tahunan periode 2007 – 2017 di Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah (Badan Pusat Statistik Kabupaten Semarang).

Pengolahan data masing-masing parameter menggunakan perangkat lunak ArcMap 10.5, Microsoft Excel 2007, dan Adobe Photoshop CS6. Perhitungan tingkat kerentanan gerakan tanah dilakukan dengan metode Indeks Storie (Sitorus, 1995) dengan parameter-parameter seperti tataguna lahan, kemiringan lereng, jenis tanah, curah hujan yang kemudian masing-masing diberikan bobot/nilai skor. Kemudian dizonasikan berdasarkan grid atau kotak kecil (cell) berukuran 250 x 250 m di Adobe Photoshop CS6.

Indeks Storie

Indeks Storie merupakan salah satu metode semi kuantitatif untuk penilaian tanah

yang awalnya digunakan untuk mengklasifikan tanah guna keperluan tataguna lahan pertanian berdasarkan produktivitas tanamannya (Storie, 1978; Reganold and Singer 1979). Namun pada perkembangannya, Indeks Storie dapat juga digunakan untuk menganalisa kerentanan gerakan tanah (Sitorus, 1995; Arifin *et al.*, 2006).

Analisis metode Indeks Storie mudah dilakukan, parameter-parameter yang digunakan untuk dievaluasi yaitu:

A: Kedalaman tanah dan tekstur

B: Permeabilitas tanah

C: Sifat Kimia Tanah

D: Drainase, limpasan permukaan

E: Iklim

Indeks dihitung dengan perkalian parameter-parameter yaitu:

$$\text{Sindex} = A \times B \times C \times D \times E \dots \dots \dots (1)$$

Metode Indeks Storie ini memiliki kelemahan yaitu jika salah satu parameter memiliki nilai nol, maka hasil perkalian akan menjadi nol dan tanah dianggap memiliki keterbatasan fisik dan tidak sesuai untuk keperluan lahan pertanian.

Metode Indeks Storie ini dalam perkembangannya telah dilakukan revisi dengan menggunakan algoritma discrete dan fuzzy logic untuk mendapatkan tingkatan yang lebih akurat dan mengurangi unsur subjektivitas dalam pemberian bobot (O'Green & Southard, 2005).

Metode storie ini yang awal mulanya digunakan untuk pengklasifikasian jenis tanah untuk pertanian juga telah digunakan untuk menentukan tingkat kerentanan gerakan tanah menurut (Khori Sugianti et al, 2014) dengan modifikasi parameter pada Indeks Storie sebagai berikut:

$$L = A \times B/10 \times C/10 \times D/10 \times \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

A: Tataguna lahan

B: Kemiringan lereng

C: Jenis tanah

D: Curah hujan

L: Kerentanan gerakan tanah

A. Tataguna lahan

Tata Guna Lahan (land use planning) adalah pengaturan penggunaan lahan. Dalam tata guna lahan dibicarakan bukan saja mengenai penggunaan permukaan bumi, tetapi juga mengenai penggunaan permukaan bumi di lautan menurut Jayadinata (2009). Tata Guna Lahan menurut Undang-Undang Pokok Agraria adalah

struktur dan pola pemanfaatan tanah, baik yang direncanakan maupun tidak, yang meliputi persediaan tanah, peruntukan tanah, penggunaan tanah dan pemeliharannya.

Data peta tataguna lahan yang digunakan pada penelitian ini didapatkan dari deliniasi/penarikan batas tiap kelas tataguna lahan dari peta citra rupa bumi google earth yang kemudian dibuat menjadi peta tataguna lahan. Setelah itu dilakukan pembobotan sesuai tingkat erosi sesuai dengan klasifikasi pemanfaatan lahan (Karnawati, 2003) (tabel 1).

Tabel 1. Klasifikasi Pemanfaatan Lahan (Karnawati, 2003)

Kelas tataguna lahan	Tingkat erosi	Bobot
Hutan tidak sejenis	Tidak peka terhadap erosi	1
Hutan sejenis	Kurang peka terhadap erosi	2
Perkebunan	Agak peka terhadap erosi	3
Permukiman, Sawah, Kolam	Peka terhadap erosi	4
Tegalan, tanah terbuka	Sangat peka terhadap erosi	5

Tabel 2. Klasifikasi Kemiringan Lereng (Van Zuidam, 1983)

Kemiringan (%)	Kelas lereng	Satuan morfologi	Bobot
0-8	Datar	Dataran	1
9-15	Landai	Perbukitan berelief halus	2
16-25	Agak curam	Perbukitan berelief sedang	3
26-45	Curam	Perbukitan berelief kasar	4
>45	Sangat curam	Perbukitan berelief sangat kasar	5

Tabel 3. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem USCS (Cassagrande, 1942)

Jenis tanah	Tingkat erosi	Bobot
SC	Tidak peka	1
CH	Sedikit peka	2
CL	Agak peka	3
MH	Peka	4
GP	Sangat peka	5

Tabel 4. Klasifikasi Intensitas Curah Hujan (Puslit Tanah, 2004)

Intensitas curah hujan (mm/tahun)	Parameter	Bobot
<2000	Kering	1
2000-2500	Sedang/lembab	2
2500-3000	Basah	3
>3000	Sangat basah	4

Tabel 5. Klasifikasi Tingkat Kerentanan Terhadap Gerakan Tanah
(Hasil Perkalian Parameter Dengan Rumus Indeks Storie)

Tataguna lahan	Kemiringan lereng	Curah hujan	Jenis tanah	Analisis bobot	Nilai kelas bobot	Tingkat kerentanan
1	1	1	1	0,001	<0,001	Sangat rendah
2	2	2	2	0,016	0,001-0,016	Rendah
3	3	3	3	0,081	0,016-0,081	Sedang
4	4	4	4	0,256	0,081-0,256	Tinggi
5	5	5	5	0,625	>0,256	Sangat tinggi

B. Kemiringan lereng

Kemiringan lereng merupakan salah satu faktor yang berkaitan langsung dengan bahaya pergerakan tanah. Daerah dengan topografi lereng yang curam akan memiliki potensi pergerakan tanah yang lebih besar dibanding daerah yang topografi lerengnya landai. Hal ini disebabkan karena adanya perbandingan antara gaya penahan dan gaya pendorong pada lereng yang curam relatif lebih kecil dibanding lereng yang lebih landai.

Data kemiringan lereng didapatkan dengan mengolah peta DEM. Peta DEM diolah menggunakan Arc Map untuk membagi daerah penelitian berdasarkan tingkat kelas kemiringan lerengnya.

Klasifikasi dan pemberian bobot kemiringan lereng didasarkan pada persentase kemiringan lereng (Van Zuidam, 1983) (tabel 2).

C. Curah hujan

Informasi data untuk parameter curah hujan didapatkan dari data rata-rata curah hujan tahunan periode 2007-2017 (Badan Pusat Statistik Kabupaten Semarang) yang kemudian dibuat menjadi peta curah hujan daerah penelitian. Pembobotan didasarkan pada klasifikasi intensitas curah hujan (Puslit Tanah, 2004). (tabel 3).

D. Jenis tanah

Data jenis tanah yang digunakan pada penelitian kali ini didapatkan dari peta jenis tanah Kota Semarang. Klasifikasi dan penentuan nilai bobot jenis tanah dilakukan berdasarkan klasifikasi tanah Berdasarkan Sistem USCS (Cassagrande, 1942) (tabel 4).

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengolahan data, didapatkan bahwa pada daerah penelitian memiliki tingkat kerentanan gerakan tanah sedang hingga tinggi. Daerah yang memiliki

tingkat kerentanan gerakan tanah sedang memiliki luasan sebesar 60% dimulai dari daerah Ngemplaksimongan, Sampangan, hingga ke daerah Gunungpati dan Sukorejo, sedangkan daerah yang memiliki tingkat kerentanan gerakan tanah tinggi memiliki luasa 40% yang tersebar didaerah penelitian pada daerah Ngaliyan hingga ke arah Gajahmungkur dan Tinjomoyo. Secara geologi daerah-daerah yang memiliki tingkat kerentanan gerakan tanah tinggi memiliki litologi berupa batupasir tufan, konglomerat, dan breksi vulkanik, serta batulempung. Daerah-daerah yang memiliki tingkat kerentanan gerakan tanah tinggi memiliki kesamaan dalam masalah tataguna lahan, kemiringan lereng dan tingkat curah hujan.

Kesimpulan

Daerah penelitian memiliki tingkat kerentanan gerakan tanah sedang hingga tinggi. Daerah yang memiliki tingkat kerentanan gerakan tanah sedang berjumlah 60% sedangkan daerah dengan tingkat kerentanan gerakan tanah tinggi 40%. Wilayah yang paling banyak memiliki daerah dengan tingkat kerentanan gerakan tanah tinggi adalah Manyaran, Gajahmungkur, Banyumanik, dan Tinjomoyo.

Pustaka

Arifin, S., Carolia, I., Winarso, G., 2006. *Implementasi Penginderaan Jauh dan SIG untuk Inventarisasi Daerah Rawan Bencana*

Longsor (Propinsi Lampung). Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Digital, 3 (1), 7-86.

Karnawati, D., 2003. *Bencana Alam Gerakan Masa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*. Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Maiti Bidinger, Pratiwi, S. I., Septhariani, D. A., & Rianto, L. P., 2021. *Analysis of the Landslides Vulnerability Level Using Frequency Ratio Method in Randugunting Watershed*. Journal of Chemical Information and Modeling, 5(3), 1–17.

O’Green, A. T., and S.B. Southard, 2005. *A Revised Storie Index Modeled in NASIS*. Soil Survey Horizons, 46 (3), 98-109.

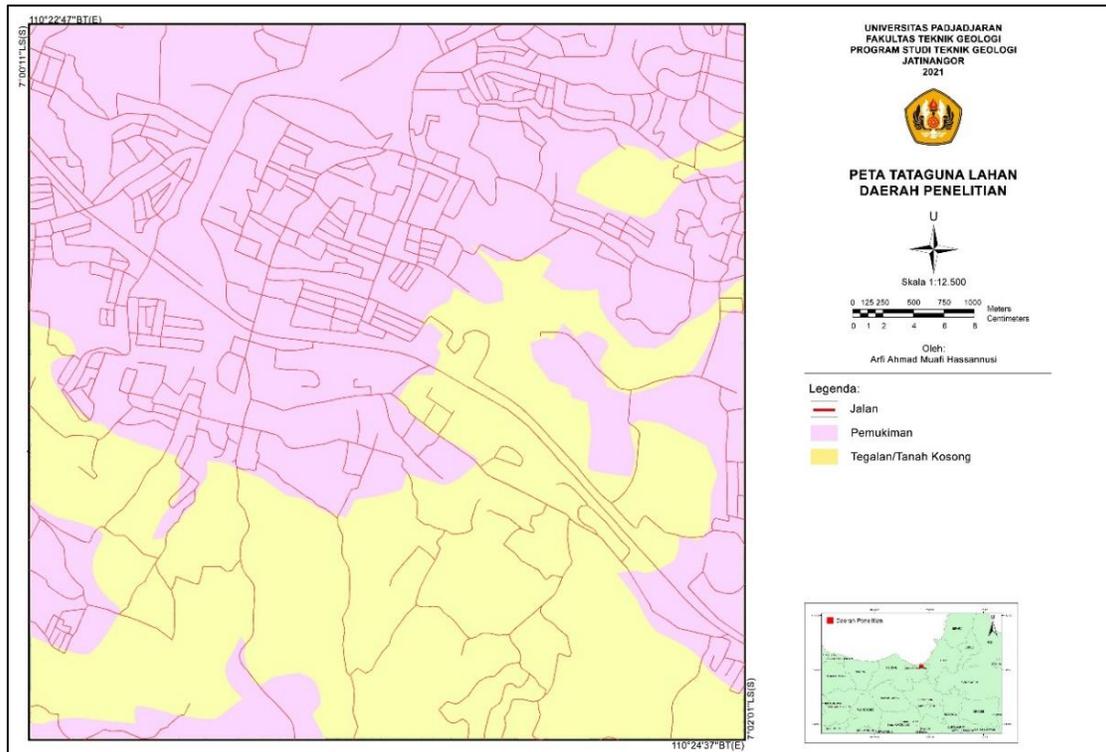
Puslit Tanah, 2004. *Klasifikasi Intersitas Curah Hujan*. Puslit Tanah, Bogor.

Reganold, J. P., and M. J. Singer, 1979.

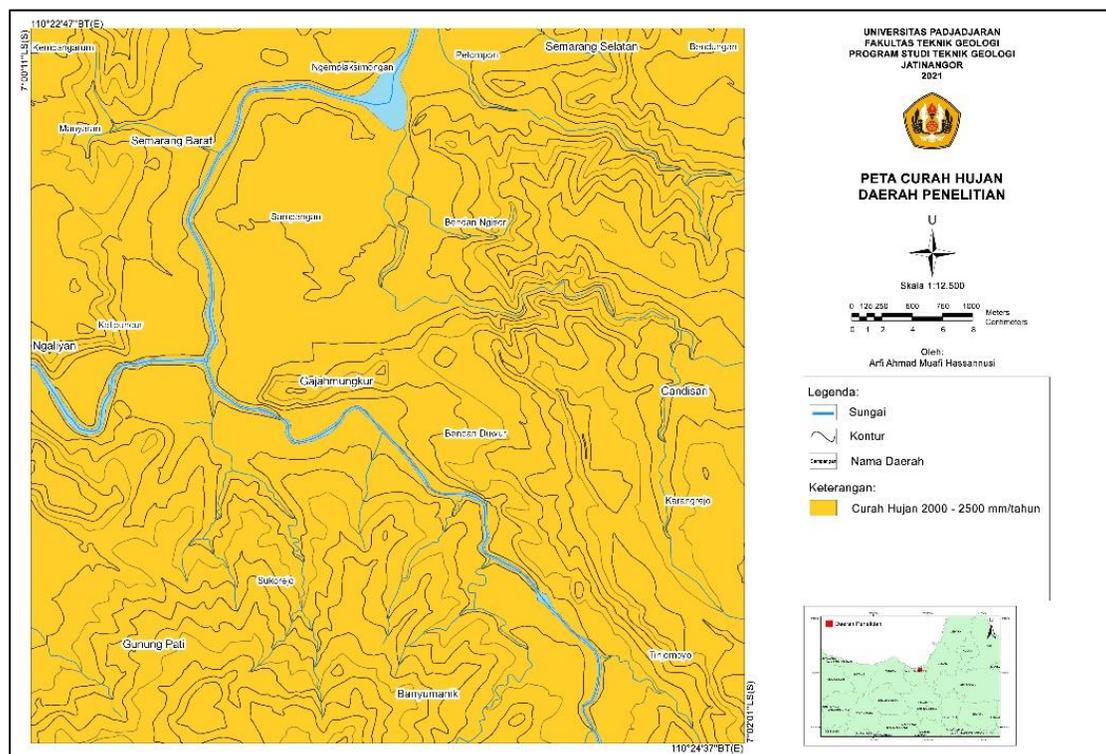
Defining Prime Farmland by Three Land Clasification System. Journal of Soil and Water Conservation, 34, 172-176.

- Sarah, D., Soebowo, E., Murdohardono, Mulyono, A., Setiawan, T., & Satriyo, N. A. 2012. *Kajian Geologi Teknik Amblesan Tanah (land subsidence) di kota Semarang*. Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI
- Sitorus, S., 1995. *Evaluasi Sumber Daya Lahan*. Tarsito, Bandung.
- Sobirin, S., 2013. *Pengolahan Sumber Daya Air Berbasis Masyarakat*. Presentasi disampaikan pada Seminar Reboan Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, Bandung.
- Storie, R., 1978. *Storie Index Soil Rating*. University of California Division of Agricultural Sciences Special Publication 3203, Oakland.
- Terzaghi, K., 1950. *Mechanics of Landslides, in Application of Geology to Engineering Practice*. Berkeley Volume. Geological Society of America.
- Thaden, R. E., Sumadirdja, H., & Richards, P. W., 1975. *Peta Geologi Lembar Magelang-Semarang*. Badan Geologi.
- Tobing, M. H. L., Syarief, E. A., & Murdohardono, D., 2001. *Penyelidikan Geologi Teknik Amblesan Daerah Semarang dan Sekitarnya, Propinsi Jawa Tengah*. Laporan Penelitian. Direktorat Geologi Tata Lingkungan.
- Zuidam, R. A. Van, 1983. *Guide to Geomorphological Aerial Photographic Interpretation and Mapping*. ITC, Enschede, The Netherlands.
- Zuidam, R. A. Van., 1985. *Aerial Photo-interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. F. I. Zuidam-Cancelado, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, Smits Publishers.

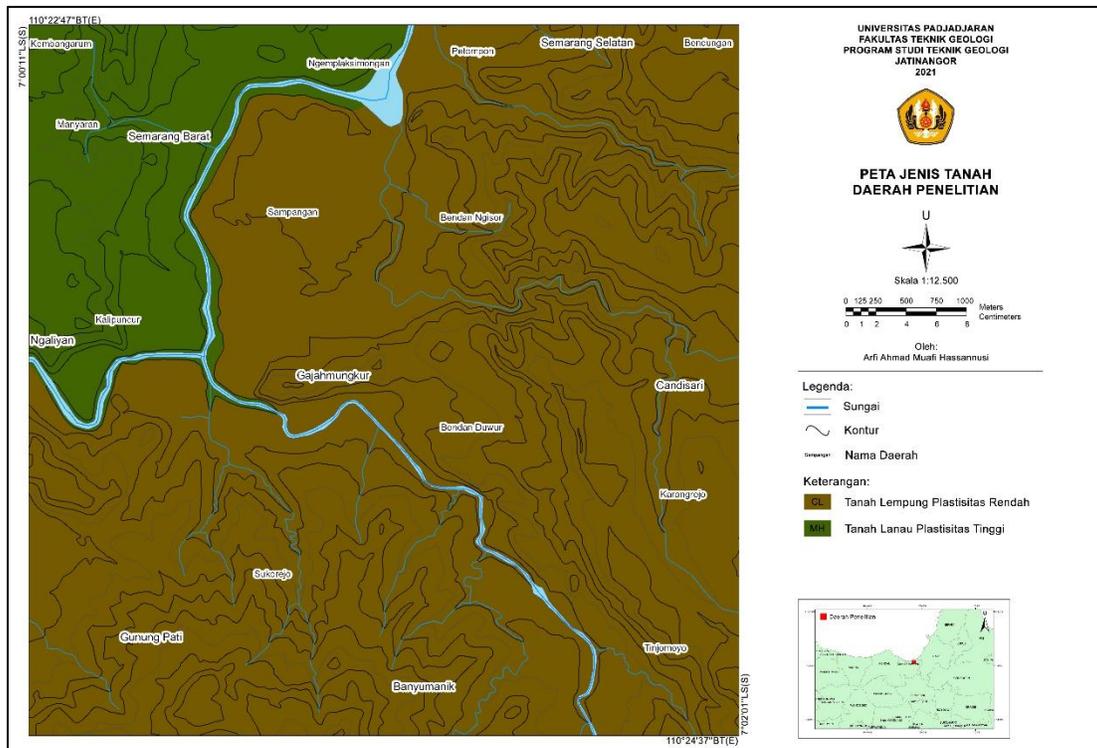
Lampiran Peta-Peta



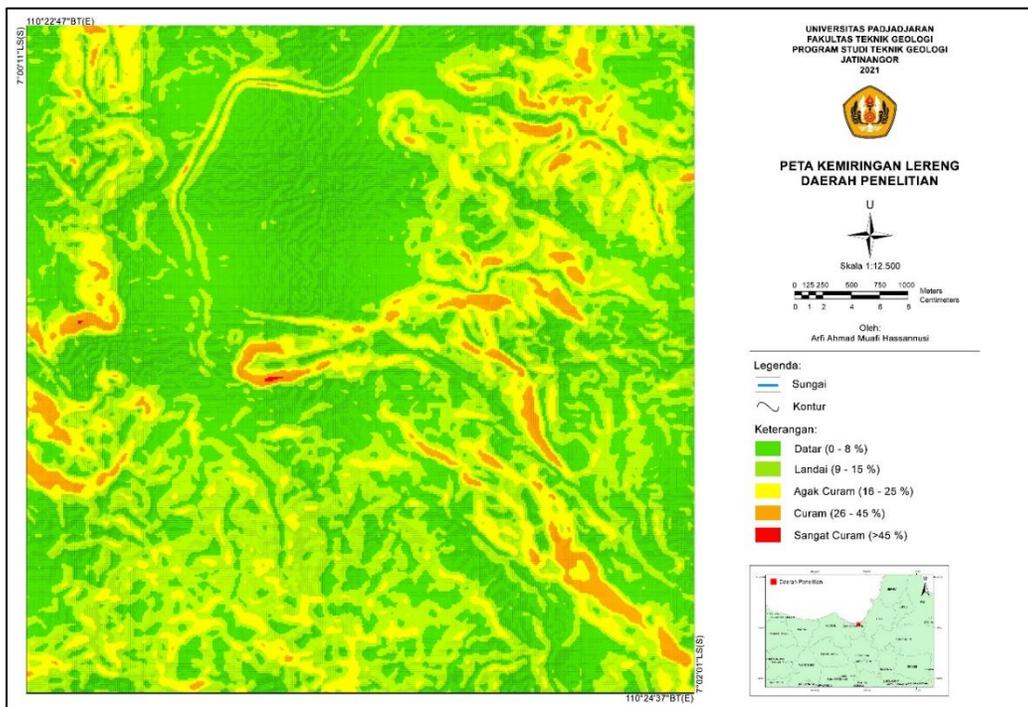
Gambar 1. Peta tataguna lahan daerah penelitian



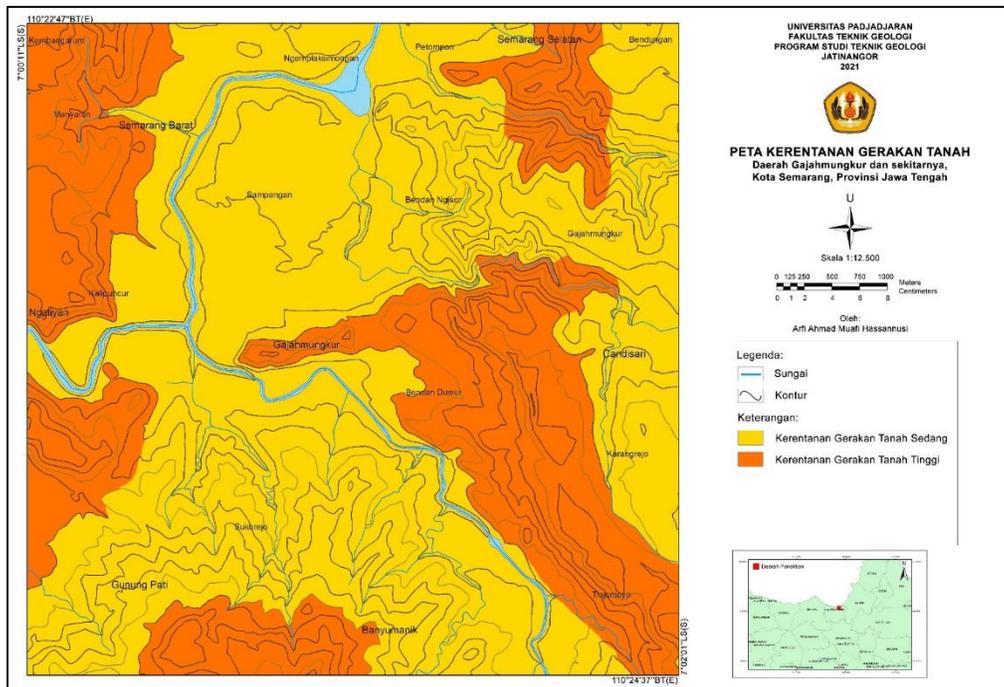
Gambar 2. Peta curah hujan daerah penelitian



Gambar 3. Peta jenis tanah daerah penelitian



Gambar 4. Peta kemiringan lereng daerah penelitian



Gambar 5. Peta kerentanan gerakan tanah daerah penelitian