

**ANALISIS BAHAYA LONGSOR DI DAS MIKRO SISIM  
KECAMATAN BUMIAJI KOTA BATU**

Oleh  
**INDAH APRIANA BAKTI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN**

**MALANG**

**2019**

**ANALISIS BAHAYA LONGSOR DI DAS MIKRO SISIM  
KECAMATAN BUMIAJI KOTA BATU**

Oleh  
**INDAH APRIANA BAKTI**  
**155040201111320**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Pertanian  
Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN TANAH  
MALANG**

**2019**

### PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 16 Desember 2019

Indah Apriana Bakti



**LEMBAR PERSETUJUAN**

Judul Penelitian : Analisis Bahaya Longsor di DAS Mikro Sisim Kecamatan Bumiaji Kota Batu  
Nama Mahasiswa : Indah Apriana Bakti  
NIM : 155040201111320  
Jurusan : Tanah  
Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama

  
Dr. Ir. Sudarto, MS  
NIP. 19560317 198303 1 003

Pembimbing Pendamping

  
Aditya Nugraha Putra, SP., MP  
NIP. 19891227 201903 1 009

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Tanah

  
  
Syahroni Kurniawan, SP., MP., Ph.D.  
NIP. 19610101 198001 1 002

Tanggal Persetujuan : 25 NOV 2019





**LEMBAR PENGESAHAN**

Mengesahkan  
**MAJELIS PENGUJI**

Penguji I

Dr. Ir. Sudarto, MS  
NIP. 19560317 198303 1 003

Penguji II

Aditya Nugraha Putra, SP., MP  
NIP. 19891227 201903 1 009

Penguji III

Dr. Ir. Retno Suntari, MS  
NIP. 19580503 198303 2 002

Penguji IV

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU.  
NIP. 19540501 198103 1 006

Tanggal Lulus:

**20 DEC 2019**

## RINGKASAN

**INDAH APRIANA BAKTI. 15504020111320. Analisis Bahaya Longsor di DAS Mikro Sisim Kecamatan Bumiaji Kota Batu. Di bawah bimbingan Sudarto sebagai Pembimbing Utama dan Aditya Nugraha Putra sebagai Pembimbing Pendamping.**

Longsor merupakan suatu proses gangguan keseimbangan yang menyebabkan Bergeraknya massa tanah dan batuan dari tempat yang tinggi ke tempat lebih rendah karena faktor alam dan faktor manusia. Kawasan perbukitan dan pegunungan yang berlereng curam sampai terjal sering mengalami kejadian longsor. Kecamatan Bumiaji di Kota Batu, khususnya Desa Sumber Brantas, Tulungrejo, dan Gunungsari yang berada di kawasan kompleks pegunungan Arjuna-Welirang-Anjasmara-Kawi sebagian kawasannya sering mengalami longsor. Pada tahun 2018 dijumpai 32 kejadian longsor disebabkan oleh budidaya di lahan miring dengan curah hujan tinggi dan pengelolaan yang kurang tepat. Kejadian ini dapat menyebabkan kerugian bagi masyarakat. Untuk meminimalisir kerugian akibat kejadian longsor maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui informasi kawasan yang memiliki bahaya longsor dengan menggunakan perbandingan Metode Metode Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Maret sampai Bulan Agustus 2019 di DAS Mikro Sisim Kecamatan Bumiaji Kota Batu dengan menggunakan SNI dan AHP. Parameter yang digunakan pada Metode SNI adalah penggunaan lahan, curah hujan, geologi, dan kelerengan sedangkan parameter yang digunakan Metode AHP adalah penggunaan lahan, curah hujan, kelerengan, geologi, arah lereng, tekstur tanah, jarak dari jalan, dan jarak dari sungai. Analisis data yang dilakukan yaitu tumpang tindih antara dua metode yang digunakan. Uji akurasi dilakukan pada beberapa lokasi berdasarkan kondisi fisiografi yang digambarkan dalam satuan peta lahan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kawasan yang memiliki kelas bahaya longsor tinggi, berturut-turut dengan luas 271 ha, 226 ha, 21 ha dan 2 ha masing-masing untuk Desa Tulungrejo, Desa Gunungsari, Desa Punten dan Desa Wiyurejo. Analisis spasial menunjukkan bahwa metode SNI dan metode AHP menghasilkan kelas dominan bahaya longsor yang sama yaitu bahaya longsor tinggi, masing-masing 445 ha dan 518 ha untuk Metode SNI dan Metode AHP 518,43ha. Hasil uji akurasi menunjukkan bahwa metode yang sesuai dengan kondisi di DAS mikro Sisim adalah Metode AHP dengan akurasi sebesar 80,95%, dibandingkan Metode SNI yang memiliki akurasi sebesar 71,42%. Faktor yang paling mempengaruhi longsor berdasarkan Metode AHP adalah penggunaan lahan, kelerengan, dan curah hujan.

## SUMMARY

**INDAH APRIANA BAKTI. 15504020111320. Landslide Hazard Analysis in Sub-sub Catchment Sisim Bumiaji sub-district Batu City. Supervised by Sudarto as Main Supervisor and Aditya Nugraha Putra as Second Supervisor**

---

Landslide is a geomorphic process because there is disruption to the balance that causes the movement of soil and rock masses from high to lower places due to natural factors and human factors. Areas of hills and mountains that are steep to very steep are often the target of landslides. Bumiaji Subdistrict in Batu City, especially Sumber Brantas, Tulungrejo, and Gunungsari Villages, which are located in the Arjuna-Welirang-Anjasmara-Kawi mountain complex, often suffer landslides. This area existed in 2018, 32 landslides were caused by cultivation on sloping land with high rainfall and mismanagement. This incident can disrupt people's lives. To minimize losses due to landslides, research is needed to find out information on areas that have landslide hazards by using a comparison of the Indonesian National Standard Method (INS) and the Analytical Hierarchy Process Method (AHP).

The study was conducted in March to August 2019 in the Sisim Micro Watershed, Bumiaji District, Batu City using the INS and AHP. The parameters used in the INS Method are land use, rainfall, geology, and slope while the parameters used in the AHP Method are land use, rainfall, slope, geology, slope direction, soil texture, distance from the road, and distance from the river. Data analysis was performed namely the overlap between the two methods used. Accuracy tests are performed at several locations based on physiographic conditions depicted in the land map unit.

The results showed that the areas that had high landslide hazard classes were 271 ha, 226 ha, 21 ha, and 2 ha respectively for Tulungrejo Village, Gunungsari Village, Punten Village, and Wiyurejo Village. Spatial analysis shows that the INS method and the AHP method produce the same dominant class of landslide hazards, namely high landslide hazards, respectively 445 ha and 518 ha for the INS Method and AHP Method 518.43ha. Accuracy test results show that the method that suits the conditions in the Sisim micro watershed is the AHP Method with an accuracy of 80.95%, compared to the INS Method which has an accuracy of 71.42%. The factors that most affect landslides based on the AHP Method are land use, slope, and rainfall.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia serta berkat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Analisis Bahaya Longsor Di DAS Mikro Sisim Kecamatan Bumiaji Kota Batu”

Skripsi ini disusun berdasarkan literatur yang diperoleh dari berbagai referensi.

Ucapan terimakasih saya sampaikan kepada;

1. Dr. Ir. Sudarto, MS selaku Dosen Pembimbing Utama dan Aditya Nugraha Putra, SP., MP selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang sudah membimbing dan memberikan arahan dalam penyusunan skripsi,
2. Bapak Wijo, Ibu Ngatmi dan Mas Wawan yang menjadi sudah menjadi kekuatan dan memotivasi saya untuk menyelesaikan tahap skripsi dan tak pernah luput mendoakan disetiap sujudnya,
3. Tim kerja sama penelitian yang sudah menemani saya survei untuk mencari lokasi penelitian yaitu Christin, Adit, dan Agung.
4. Sahabat yang sangat hobi makan, hobi marah-marah, dan selalu ada ketika saya melakukan penelitian yaitu saudaraku yang paling menyebalkan Zenny Faridatus Solikhah (Macan atau solekah)
5. Sahabat saya yang menjadi tempat untuk menghilangkan penat dan kebosanan selama di Malang yaitu Meissy, Monik, Maria, Indy, Herlana, dan Ilma.
6. Penghuni kosan panjaitan 8a yang sudah menjadi keluarga sendiri yaitu machda, arin, nita, mila, like, yunita, dan ninik
7. Teman-teman Soilist (yasmin, etak, nurul, syari, Iqbal rizki, dkk) dan teman-teman fakultas pertanian terimakasih sudah membantu saya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh banyak kesalahan dan jauh dari kesempurnaan. Semoga penulisan skripsi dapat bermanfaat bagi teman-teman pembaca.

Malang, 06 Desember 2019

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Indah Apriana Bakti yang dilahirkan di Karanganyar, Jawa Tengah pada tanggal 27 April 1998. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Wijo dan Ibu Ngatmi. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri 3 Sringin, Jumantono, Karanganyar pada tahun 2009, kemudian penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Jumantono dan lulus pada tahun 2012, pada tahun 2012 setelah lulus dari pendidikan menengah pertama penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri Karangpandan dan lulus pada tahun 2015. Pada tahun 2015, penulis berhasil diterima sebagai mahasiswa di Program Studi Agroekoteknologi Universitas Brawijaya.

Selama menjadi mahasiswa di Universitas Brawijaya penulis pernah menjadi pengurus di Lembaga Kegiatan Mahasiswa yaitu FORKANO pada tahun 2016/2017 yang menjabat sebagai anggota Pengembangan Sumberdaya Mahasiswa (PSDM). Selain itu, penulis pernah mengikuti beberapa kepanitiaan yang ada di Fakultas Pertanian seperti INAUGURASI 2015, RANTAI VI, Olimpiade Ilmu Tanah (OIT) dan GATRAKSI tahun 2018. Penulis mengikuti kegiatan magang kerja yang diselenggarakan pada semester 7 dilaksanakan pada Bulan Agustus sampai Bulan Oktober di Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) di Jakarta Timur.

DAFTAR ISI

Halaman

|   |      |
|---|------|
| RINGKASAN .....   | i    |
| SUMMARY .....   | ii   |
| KATA PENGANTAR .....  | ii   |
| RIWAYAT HIDUP .....   | iv   |
| DAFTAR ISI .....  | v    |
| DAFTAR TABEL .....  | vii  |
| DAFTAR GAMBAR .....   | viii |
| DAFTAR LAMPIRAN .....   | ix   |
| I. PENDAHULUAN .....  | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....   | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....  | 3    |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....  | 3    |
| 1.4. Hipotesis .....  | 4    |
| 1.5. Manfaat Penelitian .....   | 4    |
| 1.6. Alur Pikir Penelitian .....  | 5    |
| II. TINJAUAN PUSTAKA .....  | 6    |
| 2.1. Tanah Longsor .....  | 6    |
| 2.2. Metode Standar Nasional Indonesia (SNI) .....                              | 14   |
| 2.3. Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) .....                            | 14   |
| 2.4. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis untuk Analisis Bahaya Longsor ..... | 19   |
| 2.5. Metode SNI dan Metode AHP untuk Analisis Longsor .....                     | 20   |
| III. METODE PENELITIAN .....  | 23   |
| 3.1. Tempat dan Waktu .....   | 23   |
| 3.2. Alat dan Bahan .....   | 24   |
| 3.3. Tahapan Pelaksanaan .....  | 24   |
| IV. KONDISI UMUM WILAYAH .....  | 33   |
| 4.1. Letak Administrasi Lokasi Penelitian .....                                 | 33   |
| 4.2. Formasi Geologi Lokasi Penelitian .....                                    | 33   |
| 4.3. Kemiringan Lereng .....  | 35   |
| 4.4. Tekstur Tanah .....  | 37   |
| 4.5. Curah Hujan .....  | 38   |
| 4.6. Penggunaan Lahan .....   | 41   |
| 4.7. Arah Lereng .....  | 43   |



4.8. Satuan Peta Lahan dan Titik Pengamatan ..... 44

V. HASIL DAN PEMBAHASAN ..... 46

5.1. Hasil Perhitungan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) ..... 46

5.2. Pemetaan Bahaya Longsor di DAS Mikro Sisim ..... 48

5.3. Uji Validasi Peta Bahaya Longsor ..... 48

5.4. Analisis Bahaya Longsor di DAS Mikro Sisim ..... 54

VI. KESIMPULAN DAN SARAN ..... 48

6.1. Kesimpulan ..... 48

6.2. Saran ..... 48

DAFTAR PUSTAKA ..... 51

LAMPIRAN ..... 55



**DAFTAR TABEL**

| Nomor | Teks  | Halaman |
|-------|---|---------|
| 1.    | Contoh Tabel Perbandingan Berpasangan .....                       | 17      |
| 2.    | Skala Penilaian AHP .....   | 18      |
| 3.    | Daftar Indeks Random Konsistensi .....                            | 19      |
| 4.    | Alat Penelitian .....   | 24      |
| 5.    | Bahan Penelitian .....  | 24      |
| 6.    | Bobot Parameter Metode SNI .....                                  | 28      |
| 7.    | Interval Bahaya Longsor .....                                     | 30      |
| 8.    | Luasan Setiap Desa di DAS Mikro Sisim .....                       | 33      |
| 9.    | Luasan Kemiringan Lahan Metode SNI di DAS Mikro Sisim .....       | 35      |
| 10.   | Luasan Kemiringan Lahan Metode AHP di DAS Mikro Sisim .....       | 36      |
| 11.   | Luasan Tekstur Tanah di Lokasi Penelitian .....                   | 38      |
| 12.   | Luasan Setiap Kategori Curah Hujan di DAS Mikro Sisim .....       | 39      |
| 13.   | Luasan Setiap Kategori Curah Hujan Metode AHP .....               | 40      |
| 14.   | Luasan Penggunaan Lahan di DAS Mikro Sisim .....                  | 41      |
| 15.   | Luasan Satuan Peta Lahan .....                                    | 44      |
| 16.   | Matriks Perbandingan Berpasangan .....                            | 46      |
| 17.   | Bobot Parameter Metode AHP .....                                  | 48      |
| 18.   | Luasan Kelas Bahaya Longsor Berdasarkan Metode SNI .....          | 51      |
| 19.   | Luasan Bahaya Longsor Berdasarkan Metode AHP .....                | 51      |
| 20.   | Perbandingan Kelas Bahaya Longsor Metode SNI dan Metode AHP ..... | 52      |
| 21.   | Hasil Perhitungan Akurasi Metode SNI .....                        | 53      |
| 22.   | Hasil Perhitungan Tingkat Akurasi Metode AHP .....                | 54      |



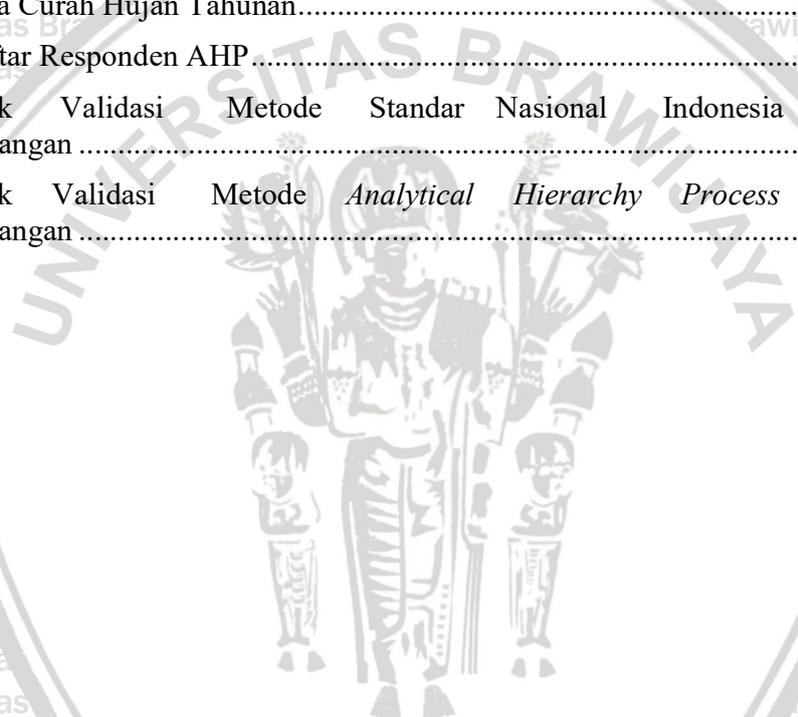
**DAFTAR GAMBAR**

| Nomor | Teks   | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1.    | Diagram Alir Penelitian .....                      | 5       |
| 2.    | Tipe Longsor .....                                 | 13      |
| 3.    | Pembuatan Hierarki Struktural.....                 | 17      |
| 4.    | Peta Daerah Aliran Sungai Mikro Sisim.....         | 23      |
| 5.    | Tahapan Pelaksanaan Penelitian .....               | 32      |
| 6.    | Peta Geologi di DAS Mikro Sisim.....               | 34      |
| 7.    | Peta Kelerengan Metode SNI dan Metode AHP .....    | 36      |
| 8.    | Peta Tekstur Tanah.....                            | 37      |
| 9.    | Peta Curah Hujan di DAS Mikro Sisim .....          | 40      |
| 10.   | Peta Penggunaan lahan di DAS Mikro Sisim .....     | 42      |
| 11.   | Peta Arah Lereng di DAS Mikro Sisim .....          | 43      |
| 12.   | Satuan Peta Lahan dan Titik Pengamatan .....       | 45      |
| 13.   | Tipe Longsor di Lapangan .....                     | 49      |
| 14.   | Peta Bahaya Longsor Metode SNI dan Metode AHP..... | 50      |



DAFTAR LAMPIRAN

| Nomor | Teks  | Halaman |
|-------|---|---------|
| 1.    | Peta Bahaya Tanah Longsor di Kota Batu .....                                      | 55      |
| 2.    | Titik Validasi Penelitian.....  | 56      |
| 3.    | Titik Pengambilan Data.....   | 57      |
| 4.    | Perhitungan Bobot Parameter .....   | 62      |
| 5.    | Matriks Perbandingan Berpasangan dan Skor Sub-Kriteria .....                      | 64      |
| 6.    | Validasi Penggunaan Lahan.....  | 67      |
| 7.    | Data Curah Hujan Tahunan.....   | 68      |
| 8.    | Daftar Responden AHP.....   | 69      |
| 9.    | Titik Validasi Metode Standar Nasional Indonesia (SNI) di Lapangan .....          | 70      |
| 10.   | Titik Validasi Metode <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP) di Lapangan ..... | 71      |



## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng dunia yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Australia yang bergerak saling menumbuk atau bertumbukan (konvergen) sehingga mengakibatkan terbentuknya gunung berapi (PVMBG, 2005). Selain itu, secara geologis Indonesia berada di antara rangkaian pegunungan besar yaitu rangkaian Sirkum Meditrania dan Sirkum Pasifik. Adanya Gunung berapi dan pegunungan yang terdapat di permukaan maka hal ini mengakibatkan permukaan yang lebih beragam dibandingkan dengan pulau yang lain. Keberadaan gunung berapi dan pegunungan mengakibatkan jenis bencana yang terjadi beragam salah satunya yaitu tanah longsor.

Tanah longsor adalah suatu produk dari proses gangguan keseimbangan yang menyebabkan bergerak massa tanah dan batuan dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah. Pergerakan massa disebabkan oleh permukaan yang tidak rata atau biasa disebut dengan kelerengan. Gaya yang menahan massa tanah sepanjang lereng dipengaruhi oleh kedudukan muka air tanah, sifat fisik tanah, dan sudut dalam tahanan geser tanah yang bekerja di sepanjang bidang lereng (Samia *et al.*, 2017). Pergerakan massa tidak hanya disebabkan oleh faktor alam, tetapi juga disebabkan oleh aktivitas manusia. Contoh aktivitas manusia yang dapat menyebabkan pergerakan massa atau longsor adalah pemotongan lereng untuk berbagai kegiatan seperti pembangunan rumah atau tempat tinggal di kawasan yang memiliki tingkat kelerengan tinggi dan sistem pertanian yang berada di lereng yang memiliki nilai tinggi atau curam.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mencatat kejadian tanah longsor yang terjadi di Indonesia pada tahun 2018 sebanyak 1.245 kejadian. Kejadian longsor di Jawa Timur sebanyak 198 kejadian salah satunya yaitu di Kecamatan Bumiaji. Kecamatan Bumiaji merupakan salah satu kecamatan di Kota Batu yang sering terjadi longsor, hal ini dimuat dalam surat kabar RADARMALANG.ID pada tanggal 2 Januari 2019 yang berisi wilayah yang paling

rawan terjadi peristiwa bencana terdapat di Kota Batu sebanyak 64 kejadian, Kecamatan Bumiaji sebanyak 32 Kejadian serta 15 kejadian ada di wilayah Kecamatan Junrejo. Bencana tanah longsor di Indonesia mengakibatkan 124 korban meninggal dunia dan hilang, 551 luka-luka, 777 korban terdampak dan mengungsi, serta kerugian material yang cukup besar.

Daerah Aliran Sungai (DAS) yang berada di Kecamatan Bumiaji salah satunya adalah DAS Mikro Sisim. DAS Mikro Sisim merupakan bagian dari DAS Brantas bagian hulu yang terletak di Kecamatan Bumiaji Kota Batu. Karakteristik DAS Mikro Sisim yaitu memiliki nilai kelerengan dominan  $>40\%$  yang didominasi relief bergunung, jenis penggunaan lahan yang didominasi oleh tegalan dan hutan produksi. Selain itu, pada lokasi penelitian terdapat pemotongan jalan di area hutan sehingga hal ini memberikan potensi terjadinya longsor di lokasi penelitian.

Permasalahan dan kerugian dari bencana tanah longsor perlu diteliti untuk menentukan kawasan bahaya bencana tanah longsor sebagai bentuk untuk antisipasi kerugian dari bencana tanah longsor. Kemajuan teknologi informasi dapat membantu penelitian tentang tanah longsor (*landslide*) dengan menggunakan fungsi-fungsi pada Sistem Informasi Geografis (SIG) seperti mengumpulkan data, analisis, pemodelan, manipulasi, menampilkan dan menyimpan data tanah longsor. Data yang dibutuhkan untuk penyusunan peta daerah bahaya longsor berupa data sekunder dan data primer (survei). Salah satu langkah dalam menentukan kawasan bahaya longsor yaitu dengan pemetaan menggunakan *software* ArcMAP 10.2.2. Bahan atau parameter yang digunakan tergantung dengan metode yang diambil, metode yang digunakan untuk penelitian menentukan daerah rawan longsor antara lain menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI) dan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Parameter yang digunakan untuk menentukan kawasan rawan longsor SNI adalah penggunaan lahan, geologi, kelerengan dan curah hujan. Standar Nasional Indonesia untuk penyusunan peta zona kerentanan gerakan tanah (longsor) dirumuskan oleh Panitia Teknis 96, Geologi dan Sumber Daya Mineral. Tujuan penyusunan standar ini untuk memperoleh acuan yang seragam dalam pembuatan peta zona kerentanan

gerakan tanah. Metode Standar Nasional Indonesia dalam pengaplikasiannya mengikuti aturan atau langkah yang sudah ditetapkan.

Analisis menggunakan metode AHP membentuk hierarki untuk memecahkan masalah dengan melakukan perbandingan dari setiap elemen (faktor-faktor yang mempengaruhi longsor). Metode AHP mampu mendeskripsikan data yang bersifat kualitatif ke dalam data yang berbentuk kuantitatif, parameter yang digunakan untuk metode AHP berasal dari data hasil wawancara dengan pihak yang bersangkutan. Sehingga pada penggunaan metode AHP dapat menyesuaikan dengan kondisi lingkungan setempat. Berdasarkan hal di atas penelitian dilakukan untuk mengetahui akurasi metode SNI dan metode AHP sehingga dapat diperoleh metode yang paling tepat untuk pendugaan bahaya longsor di wilayah dengan karakteristik yang sama.

### 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian yang berjudul Analisis Kawasan Bahaya Longsor di DAS Mikro Sisim Kecamatan Bumiaji Kota Batu adalah;

1. Wilayah mana saja yang termasuk ke dalam kawasan bahaya longsor di DAS Mikro Sisim Kecamatan Bumiaji?
2. Faktor apa yang paling berpengaruh terhadap terjadinya longsor di Kecamatan Bumiaji berdasarkan metode AHP?
3. Bagaimana reliabilitas metode SNI dan AHP dalam memetakan bahaya longsor di DAS Mikro Sisim Kecamatan Bumiaji?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian yang berjudul Analisis Kawasan Bahaya Longsor di DAS Mikro Sisim Kecamatan Bumiaji Kota Batu adalah;

1. Menyusun peta sebaran kawasan dan mengetahui wilayah yang termasuk ke dalam kawasan bahaya longsor di DAS Mikro Sisim Kecamatan Bumiaji,
2. Menganalisis faktor yang paling berpotensi menyebabkan terjadinya longsor di DAS Mikro Sisim Kecamatan Bumiaji berdasarkan metode AHP, dan
3. Menganalisis reliabilitas metode SNI dan AHP dalam memetakan bahaya longsor di DAS Mikro Sisim Kecamatan Bumiaji

#### 1.4. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian yang berjudul Analisis Kawasan Bahaya Longsor di DAS

Mikro Sisim Kecamatan Bumiaji Kota Batu adalah;

1. Wilayah yang termasuk ke dalam kelas bahaya longsor yaitu Desa Gunungsari, Desa Tulungrejo, Desa Pandesari, Desa Wiyurejo, Desa Songgokerto, Desa Sumberejo, Desa Sidomulyo, dan Desa Punten.
2. Faktor yang paling mempengaruhi terjadinya longsor menggunakan metode AHP yaitu penggunaan lahan karena penggunaan lahan yang dapat memicu terjadinya longsor adalah lahan tegalan dan hutan yang berada di kelerengan curam.
3. Metode AHP lebih memberikan hasil yang akurat, hal ini disebabkan parameter yang digunakan dalam memetakan bahaya longsor berdasarkan kondisi lapangan

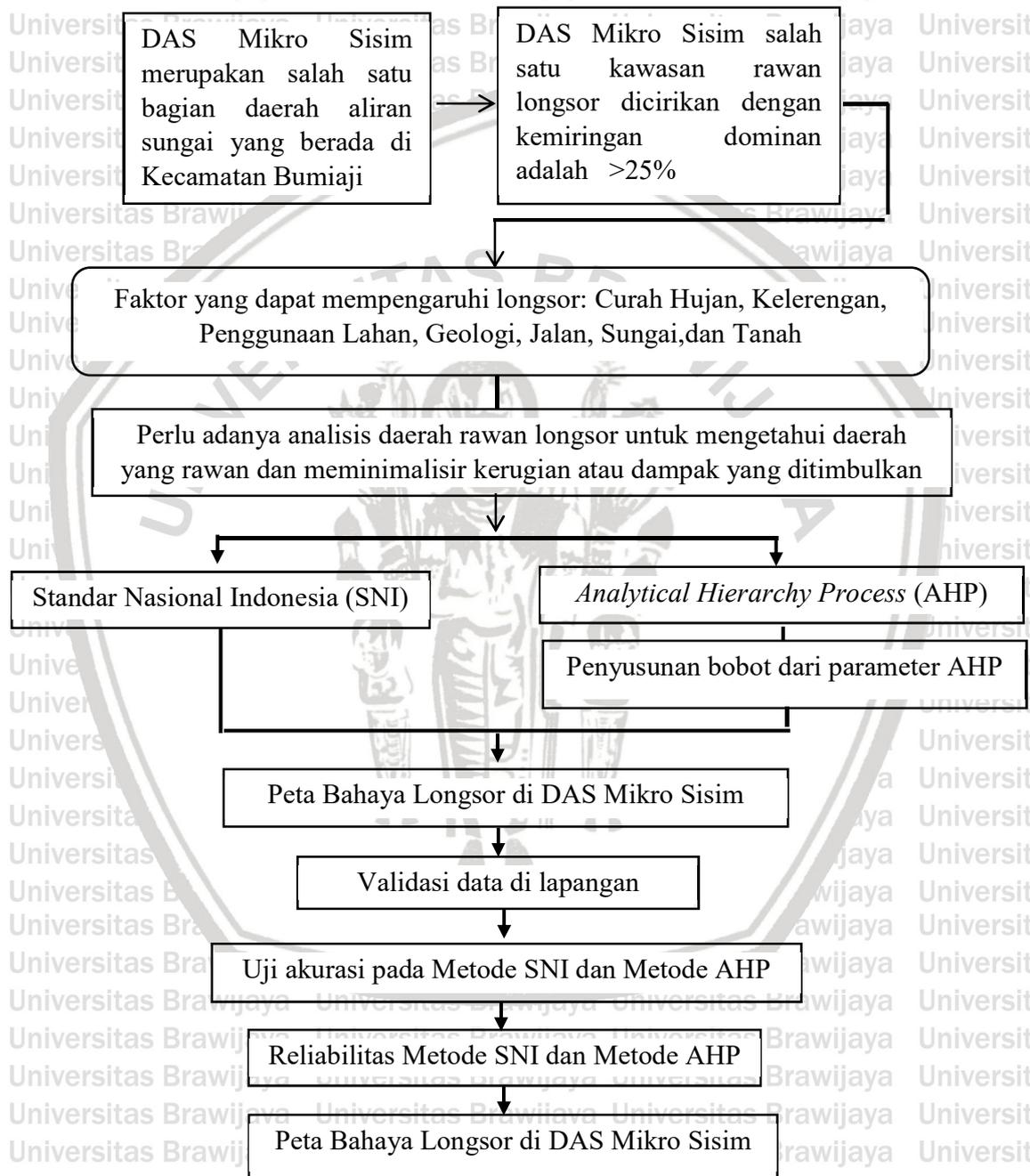
#### 1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian adalah;

1. Memberikan informasi daerah yang memiliki bahaya longsor sehingga dapat digunakan sebagai pedoman menentukan langkah strategis untuk meminimalisir atau menghindari terjadinya bencana longsor kepada Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Batu dan masyarakat di lokasi penelitian.
2. Model yang digunakan dalam penelitian dapat digunakan di daerah yang lain untuk memprediksi bahaya longsor dengan memperhatikan kaidah-kaidah yang ditentukan.

### 1.6. Alur Pikir Penelitian

Alur pikir penelitian mengenai analisis bahaya longsor di DAS Mikro Sisim Kecamatan Bumiaji Kota Batu disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tanah Longsor

#### 2.1.1. Tanah Longsor

Gerakan tanah atau lebih dikenal dengan istilah tanah longsor atau *landslide* adalah suatu produk dari proses gangguan keseimbangan lereng yang menyebabkan terjadinya pergerakan massa tanah dan batuan ke tempat yang lebih rendah. Secara teoritis, tanah longsor terjadi disebabkan oleh gaya gravitasi yang bekerja pada suatu massa (tanah atau batuan). Hal ini menjelaskan besarnya pengaruh gaya gravitasi terhadap massa ditentukan oleh besarnya sudut kemiringan. Gaya gravitasi merupakan faktor utama terjadinya gerakan massa, selain itu faktor yang berpengaruh terhadap proses terjadinya longsor adalah kemiringan lereng, air, dan sifat tanah. Menurut Effendi (2008) tanah longsor merupakan contoh dari proses geologi yang disebut dengan *mass wasting* atau gerakan massa (*mass movement*), merupakan perpindahan massa batuan dan tanah dari tempat tinggi ke tempat yang rendah karena gaya gravitasi. Mengingat dampak yang ditimbulkan oleh bencana tanah longsor, maka identifikasi daerah kejadian longsor penting untuk dilakukan supaya mengetahui penyebab utama longsor dan karakteristik dari tiap kejadian longsor sehingga dapat menjadi rujukan dalam mitigasi bencana longsor berikutnya.

Menurut Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (2005) tanah longsor bisa disebut dengan gerakan tanah yang didefinisikan sebagai massa tanah atau material campuran lempung, kerikil, pasir, dan kerakal serta bongkahan dan lumpur yang bergerak sepanjang lereng karena faktor gravitasi. Sedangkan menurut Nandi (2007) Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah atau material yang bergerak ke bawah atau keluar lereng. Secara geologis tanah longsor adalah suatu peristiwa geologi yang terjadi pergerakan tanah seperti jatuhnya bebatuan atau pengumpulan besar tanah.

### 2.1.2. Faktor Penyebab Tanah Longsor

Berdasarkan metode yang digunakan yaitu metode SNI dan metode AHP terdapat beberapa faktor penyebab terjadinya tanah longsor pada masing-masing metode tersebut. Berdasarkan metode Standar Nasional Indonesia (SNI) faktor penyebab tanah longsor adalah curah hujan, kemiringan lereng, geologi, dan penggunaan lahan sedangkan faktor yang mempengaruhi longsor berdasarkan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah curah hujan, kemiringan lereng, tanah, penggunaan lahan, geologi, arah lereng, jarak dari jalan, dan jarak dari sungai.

#### a. Curah Hujan

Bencana tanah longsor pada umumnya dimulai ketika jumlah intensitas curah hujan meningkat pada bulan November. Musim kering yang panjang akan menyebabkan terjadinya penguapan air di permukaan tanah dalam jumlah besar hal ini menyebabkan adanya pori-pori atau rongga tanah membesar dan menimbulkan retakan atau rekahan di permukaan tanah. Pada saat musim hujan datang air akan memasuki bagian tanah yang retak sehingga tanah kembali mengembang dan air mengisi di sela-sela retakan tanah. Intensitas curah hujan yang tinggi menyebabkan kandungan air pada tanah menjadi jenuh dalam waktu yang singkat. Curah hujan yang tinggi dapat menimbulkan longsor karena air yang masuk ke dalam rekahan tanah akan terakumulasi dibagian dasar lereng, sehingga menimbulkan gerakan lateral (horisontal). Menurut Audinno *et al.* (2014) hujan dapat meningkatkan di dalam tanah sehingga menyebabkan kondisi fisik tubuh lereng berubah-ubah dan menurunkan faktor keamanan lereng.

Menurut Karnawati (2001 dalam Haryanti *et al.* (2010)) terdapat dua tipe hujan pemicu longsor di Indonesia, yaitu tipe hujan deras dan tipe normal. Tipe hujan deras misalnya hujan dengan intensitas mencapai 70 mm/jam atau lebih dari 100 mm/hari. Tipe ini hanya akan efektif memicu longsor pada lereng tanah dengan karakteristik tanahnya mudah menyerap air, misalnya pada tanah lempung pasir dan tanah pasir. Tipe hujan normal contohnya hujan dengan intensitas 20-50 mm/hari. Hujan tipe ini apabila berlangsung selama beberapa minggu sampai beberapa bulan dapat memicu longsor pada lereng yang tersusun oleh tanah yang

permeabilitasnya kecil misalnya tanah lempung. Pernyataan ini didukung oleh Hidayah *et al.* (2017) bahwa curah hujan yang tinggi lebih banyak menghasilkan debit air sehingga menyebabkan tanah kedap air.

b. Kemiringan Lereng

Lereng atau tebing yang terjadi curam atau terjal memperbesar dorongan untuk terjadinya tanah longsor, lereng yang terjal terbentuk karena pengikisan air sungai, mata air, air laut, angin dan manusia. Kebanyakan sudut lereng yang menyebabkan longsor adalah 180 derajat pada umumnya ujung lereng berbentuk terjal dan bidang longsohnya datar. Lereng merupakan salah satu kenampakan penting di dalam bentang alam, karena lereng dalam waktu yang panjang mengalami revolusi, dimana material permukaan pada lereng dapat bergerak turun oleh gaya gravitasi (Pramumijoyo dan Karnawati, 2001).

Menurut Suranto (2008) kemiringan lereng lebih dari 20 derajat atau sekitar 40% memiliki potensi untuk bergerak atau longsor, meskipun lereng atau lahan yang miring tidak selalu mempunyai potensi untuk longsor tergantung juga oleh formasi geologi yang menyusun lereng tersebut. Menurut Audinno *et al.* (2014) semakin terjal lereng maka kestabilan lereng semakin rendah sehingga menyebabkan gaya penggerak massa tanah atau batuan penyusun lereng menjadi lebih besar.

c. Tanah

Setiap jenis tanah mempunyai kepekaan terhadap longsor yang berbeda-beda, kepekaan longsor menggambarkan mudah atau tidaknya tanah bergerak atau longsor sehingga hal ini terdapat berbagai interaksi antara sifat-sifat fisik atau kimia tanah. Menurut Priyono *et al.* (2014) dari total keseluruhan ordo tanah terdapat beberapa ordo tanah yang memiliki potensi longsor yang tinggi yaitu entisol, inceptisol, vertisol, andisol, alfisol, dan oxisol, aridisol, mollisol, dan ultisol.

Tekstur tanah yang berpotensi terjadi longsor menurut Mustikaningrum (2006) yaitu jenis tanah yang memiliki tekstur pasir atau ukuran tekstur lebih besar seperti lempung berpasir, pasir berlempung, lempung. Hal ini disebabkan oleh tanah yang bersifat lunak dan mudah dilalui oleh air sehingga rawan terjadi longsor dalam kondisi tanah jenuh air. Keadaan tersebut diakibatkan oleh tanah yang tidak stabil

dan kurang mantap sehingga daya hancur air hujan akan memudahkan penghancuran dan perpindahan. Hal ini ditambahkan oleh Kocher and John (2006 dalam Priyono *et al.* 2015) bahwa tekstur tanah pasir dan debu sangat rentan dengan longsor dibandingkan dengan tekstur liat yang memiliki daya menahan air lebih baik atau kuat. Tanah dengan tekstur pasir, pasir berlempung dan lempung berpasir umumnya bersifat lunak dan mudah dilalui air sehingga mudah terjadi longsor.

#### d. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan yang sering terjadi longsor adalah sawah, perladangan dan adanya genangan air di lereng yang terjal. Jenis akar pada lahan sawah umumnya kurang kuat untuk mengikat butir tanah dan membuat tanah menjadi lembek dan jenuh dengan air sehingga mudah terjadi longsor. Longsor yang terjadi pada penggunaan lahan perladangan dikarenakan akar pohon tidak dapat menembus bidang longsor yang dalam dan umumnya terjadi di daerah longsor lama. Apabila jumlah vegetasi yang terdapat di permukaan sedikit atau jarang maka akan memudahkan air meresap ke dalam tanah sehingga tanah akan mudah retak dan terjadi perpindahan massa (Wahyunto *et al.*, 2007). Oleh karena itu perlu dilakukan pengelolaan vegetasi yang efektif, menurut Sitorus (2006) sebuah lahan apabila memiliki tutupan lahan yang tinggi atau cukup lebat dapat mengurangi atau mencegah terjadinya longsor melalui intersepsi curah hujan oleh tajuk vegetasi atau tanaman.

Meskipun sudah dilakukan penanaman vegetasi yang cukup lebat tidak memungkinkan untuk tidak terjadi longsor. Hal ini disebabkan pada kawasan dengan tutupan lahan yang tinggi atau cukup tinggi terjadi aktivitas pembukaan hutan, penanaman pohon tahunan dengan jarak tanam terlalu rapat, pemotongan tebing atau lereng untuk jalan dan pemukiman. Penanaman dengan jarak tanam yang dekat mengakibatkan penambahan beban terhadap massa tanah. Hal tersebut karena tidak ada pengelolaan vegetasi yang efektif, tanah memiliki beban yang berat, serta tingkat porositas air ke dalam tanah rendah (Pramumijoyo dan Karnawati, 2001). Pola penggunaan lahan kebun campuran yang berada di lereng

menengah ke atas dengan lereng yang curam serta kondisi tanah yang gembur mengakibatkan air mudah meresap ke dalam tanah. Bobot tanah bertambah menyebabkan tanah menjadi labil dan mudah bergerak sehingga mengakibatkan terjadinya longsor (Yunarto, 2010).

#### e. Geologi

Faktor geologi yang mempengaruhi terjadinya gerakan tanah adalah struktur geologi, jenis batuan, umur geologi, dan gempa (Tejakusuma, 2007). Batuan endapan Gunung Api dan sedimen berukuran pasir dan dan lempung umumnya kurang kuat, batuan tersebut akan mudah menjadi tanah apabila mengalami proses pelapukan dan umumnya rentan terhadap tanah longsor apabila terdapat pada lereng yang terjal.

#### f. Arah Lereng

Arah lereng mempunyai pengaruh terhadap terjadinya longsor hal ini disebabkan oleh penerimaan sinar matahari secara langsung yang mengakibatkan tanah pembentuk lereng menjadi kering dan ketika musim hujan tiba maka air akan masuk ke dalam rongga tanah yang terbuka sehingga ketika sudah tersisi penuh dapat mengakibatkan longsor dan erosi tanah.

Menurut Yusuf (2008), secara garis besar terdapat dua penyebab terjadinya gerakan lereng yaitu faktor alami dan faktor manusia. Faktor alami yang menjadi penyebab utama terjadinya longsor adalah a) kondisi geologi: batuan lapuk, kemiringan lapisan, sisipan lapisan batu lempung, struktur sesar dan kekar, gempa bumi, stratografi dan gunung api; b) curah hujan yang tinggi; c) kelerengan yang curam; d) kondisi drainase yang tersumbat dan terjadinya akumulasi massa air; dan tutupan lahan yang mengurangi tanah geser.

Sedangkan faktor manusia yang mempengaruhi terjadinya longsor adalah a) pemotongan tebing pada penambangan batu di lereng yang terjal; b) penimbunan tanah urukan di daerah lereng; c) kegagalan struktur dinding penahan tanah; d) penggundulan hutan; e) budidaya kolam ikan di atas lereng; f) sistem pertanian yang tidak memperhatikan irigasi yang aman; g) pengembangan wilayah yang tidak

mentaati Rancangan Umum Tata Ruang (RUTR); dan h) sistem drainase daerah lereng yang tidak baik.

### 2.1.3. Tipe dan Mekanisme Longsor

#### 2.1.3.1. Tipe Longsor

Tipe longsor mempunyai hubungan yang erat dengan pergerakan tanah baik dipengaruhi oleh gaya endogen maupun gaya eksogen. Pergerakan tanah merupakan proses perpindahan massa tanah atau batuan dengan arah mendatar, miring dari arah kedudukan semula, terpengaruh oleh gaya gravitasi, arus air, dan beban. Menurut Varnes (1978 dalam Soemarmo *et al.* (2009)) menyebutkan terdapat beberapa tipe longsor yaitu :

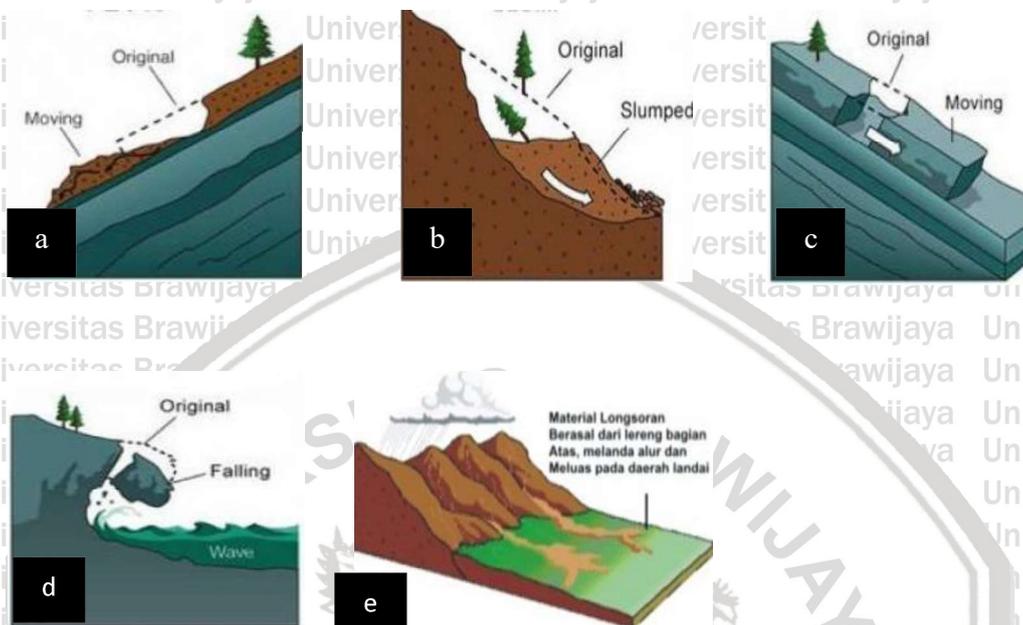
1. Runtuhan (*Falls*), merupakan gerakan tanah yang disebabkan keruntuhan tarik yang diikuti dengan tipe gerakan jatuh bebas akibat gravitasi. Pada runtuh ini massa tanah atau batuan lepas dari suatu lereng atau tebing curam dengan sedikit atau tanpa terjadi pergeseran (tanpa bidang longsor) kemudian meluncur sebagian besar di udara seperti jatuh bebas, loncat atau menggelundung. Runtuhan batuan adalah runtuh massa batuan yang lepas dari batuan induknya yang terdiri dari fragmen-fragmen lepas sebelum runtuh. Contoh runtuh tipe ini adalah runtuh kerikil (ukuran kurang dari 20 mm), runtuh kerakal (ukuran dari 20 mm – 200 mm), dan runtuh bongkah (ukuran lebih dari 200 mm). Runtuhan tanah dapat terjadi apabila material yang dibawah lebih lemah (erosi atau penggalian) pada bagian atasnya. Runtuhan batuan dapat terjadi antara lain karena perbedaan pelapukan, tekanan hidrostatik karena masuknya air ke dalam retakan serta karena perlemahan akibat struktur geologi.
2. Longsor (*Slides*), gerakan menuruni lereng oleh material penyusun lereng, melalui bidang gelincir pada lereng. Jenis longsor dibedakan menjadi rotasi dan translasi, dan dibagi lagi menjadi : (a) material yang bergerak relatif utuh dan terdiri dari satu atau beberapa blok, dan (b) material yang bergerak dan sangat berubah bentuknya atau terdiri dari banyak blok yang berdiri sendiri. Longsor rotasi merupakan longsor yang mempunyai bidang dengan bentuk setengah lingkaran, log spiral, hiperbola atau bentuk lekung tidak beraturan. Contoh dari

longsoran rotasi ini adalah longsoran yang berbentuk cekung ke atas, retakan-retakannya berbentuk konsentris dan cekung ke arah gerakan apabila dilihat dari atas berbentuk seperti sendok. Sedangkan longsoran translasi pada umumnya ditentukan oleh bidang lemah seperti sesar, kekar perlapisan, dan adanya perbedaan kuat geser antar lapisan. Gerakan pada longsoran translasi ini yaitu menjalar secara bertahap. Tipe longsoran *Slide* disajikan pada Gambar 2a dan 2b.

Berdasarkan karakteristik dari jenis longsoran slide, pada lokasi penelitian ditemukan jenis longsoran rotasi dan translasi. Longsoran *Slide* terjadi pada penggunaan lahan tegalan dan hutan.

3. Robohan (*Topples*), gerakan material roboh yang biasanya terletak pada lereng batuan yang sangat terjal dan tegak yang mempunyai bidang ketidaksinambungan yang relatif vertikal. Gerakan batuan longsor adalah mengguling hingga roboh yang mengakibatkan batuan terlepas dari permukaan lereng.
4. Penyebaran lateral (*Lateral Spreading*), gerakan menyebar ke arah lateral yang ditimbulkan oleh retak geser atau retak tarik. Tipe gerakan ini dapat terjadi pada batuan ataupun tanah. Penyebaran lateral dibedakan menjadi dua tipe yaitu gerakan yang menghasilkan sebaran yang menyeluruh dengan bidang geser atau zona aliran plastis yang sulit dikenali dan gerakan yang mencakup retakan dan penyebaran material yang relatif utuh (batuan dasar atau tanah) akibat pencairan material dibawahnya. Blok di atasnya dapat ambles, melongsor, memutar, hancur melalui air dan mengalir.
5. Aliran (*Flows*), jenis gerakan tanah dimana kuat geser tanah kecil sekali atau boleh dikatakan tidak ada, dan material yang bergerak berupa material kental. Tipe aliran adalah gerakan lambat, berupa rayapan pada massa tanah plastis yang menimbulkan retakan tarik tanpa bidang longsoran. Aliran pada batuan ini sulit untuk dikenali karena gerakannya sangat lambat dengan retakan-retakan yang rapat dan tidak saling berhubungan yang menimbulkan lipatan, lenturan atau tonjolan. Tipe longsoran *Flow* disajikan pada Gambar 2c. Berdasarkan karakteristik dari longsoran *Flow* maka pada lokasi penelitian ditemukan

longsoran jenis flow yang berada tebing lahan semak belukar. Hal ini digambarkan dengan adanya bentukan aliran alami pada tebing lahan tersebut.



Gambar 2. Tipe Longsoran (a dan b: longsoran atau slide, c: longsoran pergerakan blok, d Longsoran Falls atau runtuhan, 5: longsoran rayapan tanah, e: tipe flow atau aliran)

### 2.1.3.2. Mekanisme Longsor

Mekanisme terjadinya longsor umumnya banyak disebabkan oleh beberapa hal yaitu faktor topografi (kemiringan lereng yang sangat terjal), curah hujan yang sangat deras dan perubahan penutupan lahan yang ekstrim dengan skala bentangan lahan yang luas (Suprayogo *et al.*, 2006). Faktor intensitas hujan mempunyai pengaruh terhadap kestabilan tanah sehingga memicu terjadinya longsor. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah tidak semuanya bisa dirembeskan kebagian tanah tetaoi terdapat lapisan kedap air yang tidak bisa ditembus oleh air. Sehingga ketika intensitas curah hujan rendah sampai sedang maka jumlah air yang masuk ke dalam tanah mampu menekan jumlah air yang mengalir dipermukaan tetapi ketika intensitas curah hujan tinggi maka aliran permukaan menyebabkan hanyutnya massa tanah yang tergerus dengan massa air. Massa tanah dan air tersebut mengalir kearah bawah lereng yang disebabkan oleh keadaan tanah yang sudah jenuh air dan berada di atas

permukaan kedap air sehingga hal ini menyebabkan daya gerus air semakin tinggi dan beban tanah semakin berat, hal ini menyebabkan adanya dorongan yang kuat untuk membawa lapisan tanah yang dilalui. Perpindahan massa (longsor) yang terjadi pada wilayah yang mempunyai dominan tanah berbatu dengan kelerenghan batuan yang terjal bisa terjadi sangat cepat dan berbahaya.

## 2.2. Metode Standar Nasional Indonesia (SNI)

Standar Nasional Indonesia (SNI) merupakan penyusunan zona kerentanan gerakan tanah atau longsor yang dirumuskan oleh Panitia Teknis 96, Geologi dan Sumber Daya Mineral. Standar ini sudah dibahas beberapa kali pada rapat teknis dan telah dilaksanakan Forum Konsensus pada tanggal 18 Desember 2003 di Jakarta. Tujuan penyusunan standar ini supaya didapatlam suatu acuan yang seragam dalam pembentukan peta zona kerentanan tanah. Metode Standar Nasional Indonesia (SNI) mengacu pada Katalog Methodologi Penyusunan Peta Geo Hazard Dengan GIS, ISBN: 978-979-26-6919-0 dalam Bayuaji *et al.* (2016) yang digunakan untuk menganalisis penentuan zonasi risiko bencana tanah longsor di Kabupaten Banjarnegara.

Metode ini menggunakan beberapa peta yang digunakan sebagai peta penunjang untuk daerah pemetaan yang akan dijadikan bahan analisis seperti peta geologi, peta tata guna lahan, peta satuan kemiringan lereng, dan peta curah hujan rata-rata 10 tahun yang mengacu pada data curah hujan yang dikeluarkan oleh instansi yang berwenang. Pengolahan data yang digunakan dengan melakukan tumpangtusun pada semua parameter yang digunakan.

## 2.3. Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)

*Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan yang menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hierarki, menurut Saaty (1993), hierarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level, level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor kriteria, sub kriteria, dan seterusnya

ke bawah hingga level terakhir dari alternatif. Masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya kemudian diatur menjadi suatu bentuk hierarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis.

Menurut Borounmandi *et al.* (2015) penggunaan metode AHP dapat digunakan dalam pemilihan lokasi, analisis kesesuaian, perencanaan regional, dan analisis kerentanan tanah longsor. Pada umumnya, penentuan nilai parameter atau kriteria yang digunakan lebih bervariasi karena nilai yang dihasilkan menyesuaikan dengan pengambil keputusan atau responden.

### 2.3.1. Kelebihan dan Kelemahan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) memiliki kelebihan dan kelemahan dalam sistem analisisnya. Kelebihan-kelebihan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* antara lain; a) kesatuan, b) kompleksitas, c) saling ketergantungan, d) struktur hierarki, e) pengukuran, f) konsistensi, g) sintesis, h) *trade off*, i) penilaian, dan j) pengurangan proses.

- a. Kesatuan (*Unity*), AHP membuat permasalahan yang luas dan tidak terstruktur menjadi suatu model yang fleksibel dan mudah dipahami.
- b. Kompleksitas (*Complexity*), AHP memecahkan permasalahan yang kompleks melalui pendekatan sistem dan pengintegrasian secara deduktif.
- c. Saling ketergantungan (*Interdependence*), AHP dapat digunakan pada elemen-elemen sistem yang saling bebas dan tidak memerlukan hubungan linier.
- d. Struktur Hierarki (*Hierarchy Structuring*), AHP memiliki pemikiran alamiah yang cenderung mengelompokkan elemen sistem ke level-level yang berbeda dari masing-masing level berisi elemen yang serupa.
- e. Pengukuran (*Measurement*), AHP menyediakan skala pengukuran dan metode untuk mendapatkan prioritas.
- f. Konsistensi (*Consistency*), AHP mempertimbangkan konsistensi logis dalam penilaian yang digunakan untuk menentukan prioritas.
- g. Sintesis (*Synthesis*), AHP mengarah pada perkiraan keseluruhan mengenai seberapa diinginkannya masing-masing alternatif.

- h. *Trade Off*, AHP mempertimbangkan prioritas relatif faktor-faktor pada sistem sehingga orang mampu memilih alternatif terbaik berdasarkan tujuan mereka.
- i. Penilaian dan Konsensus, AHP tidak mengharuskan adanya suatu konsensus tapi menggabungkan hasil penilaian yang berbeda, dan
- j. Pengulangan Proses (*Process Repetition*), AHP mampu membuat orang menyaring definisi dari suatu permasalahan dan mengembangkan penilaian serta pengertian mereka melalui proses pengulangan.

Sedangkan kelemahan metode AHP dijelaskan pada butir a dan b.

- a. Ketergantungan model AHP pada input utamanya. Input utama berupa persepsi satu orang atau beberapa kelompok sehingga model menjadi tidak berarti jika hal tersebut memberikan penilaian yang keliru.
- b. Metode AHP ini hanya metode matematis tanpa ada pengujian secara statistik sehingga tidak ada batas kepercayaan dari kebenaran model yang terbentuk.

### 2.3.2 Tahapan Analytical Hierarchy Process (AHP)

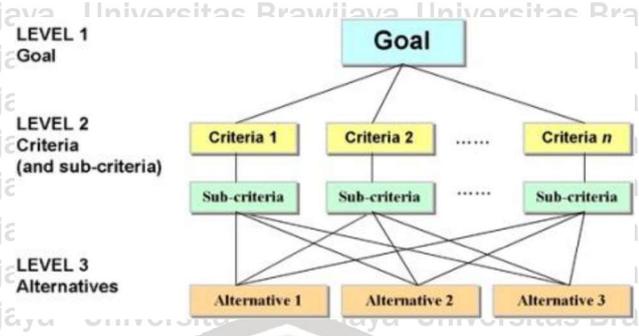
Menurut Suryadi dan Ramdhani (1998) tahapan dalam melaksanakan metode *Analytical Hierarchy Process* diuraikan pada butir 1 sampai 8.

#### 1. Penentuan masalah dan solusi

Masalah yang akan akan diselesaikan harus diuraikan secara jelas, detail dan mudah dipahami sehingga dari permasalahan yang sudah diuraikan dapat ditemukan solusi yang cocok dan tepat.

#### 2. Pembuatan Hierarki Struktural

Pembentukan struktur hierarki bertujuan untuk memecahkan masalah yang kompleks disusun menjadi suatu bentuk hierarki. Struktural hierarki tersusun oleh elemen-elemen yang dikelompokkan ke dalam masing-masing elemen. Pada umumnya struktur hierarki mencakup tentang *goal*, kriteria, sub-kriteria (jika diperlukan), dan alternatif. Contoh cara penyusunan hierarki struktural terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pembuatan Hierarki Struktural

3. Pembuatan matriks perbandingan berpasangan

Matriks yang digunakan bersifat sederhana dan konsistensi sehingga mampu mendapatkan informasi lain yang digunakan untuk menganalisis kepekaan prioritas secara keseluruhan untuk perubahan pertimbangan. Perbandingan dilakukan berdasarkan hasil dari pengambilan keputusan dengan menilai tingkat kepentingan antar elemen. Langkah pertama untuk memulai proses perbandingan berpasangan yaitu memilih kriteria dari level paling atas hierarki misalnya K dan kemudian dari level di bawahnya diambil elemen yang akan dibandingkan misalnya A, B, C, D, dan E. Contoh pembuatan matriks perbandingan berpasangan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Contoh Tabel Perbandingan Berpasangan

| AA | A     | B     | C     | D     |
|----|-------|-------|-------|-------|
| A  | 1     | A x B | A x C | A x D |
| B  | B x A | 1     | B x C | B x D |
| C  | C x A | C x B | 1     | C x D |
| D  | D x A | D x B | D x C | 1     |

Keterangan: AA: Kriteria, A,B,C,D: Parameter yang digunakan untuk perbandingan berpasangan.

4. Pembentukan keputusan pembanding

Penilaian prioritas elemen-elemen tiap level dibutuhkan suatu matriks perbandingan yang kondisinya digambarkan dalam bentuk penilaian kuantitatif (skala 1-9). Setiap skala penilaian memiliki makna atau arti yang berbeda-beda, skala penilaian ini bersifat subjektif tergantung pada pengambil keputusan.

5. Menentukan Prioritas

Setiap kriteria dan alternatif, harus dilakukan perbandingan berpasangan (*pairwise comparisons*). Nilai-nilai perbandingan bisa disesuaikan dengan pendapat yang sudah ditentukan untuk menghasilkan bobot dan prioritas. Bobot dan prioritas tersebut kemudian dihitung dengan memanipulasi matriks atau melalui penyelesaian permasalahan matematika. Menurut Saaty skala penilaian dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Skala Penilaian AHP

| Skala     | Definisi dari "importance"  |
|-----------|---|
| 1         | Sama penting ( <i>equal Importance</i> )                              |
| 3         | Sedikit lebih penting ( <i>slightly more importance</i> )             |
| 5         | Jelas lebih penting ( <i>materially more importance</i> )             |
| 7         | Sangat jelas penting ( <i>significantly more importance</i> )         |
| 9         | Mutlak lebih penting ( <i>absolutely more Importance</i> )            |
| 2,4,6,8   | Ragu-ragu diantara nilai yang berdekatan ( <i>Compromise values</i> ) |
| Kebalikan | Jika I mendapatkan satu angka dibandingkan J dan berlaku sebaliknya.  |

6. Menghitung konsistensi *index*

pengambilan keputusan penting untuk mengetahui konsistensi dari sebuah penilaian atau persepsi. Tujuannya untuk mengecek konsistensi dari pembobotan. Ukuran konsistensi penilaian berdasarkan ketetapan batas nilai CR (Rasio Konsistensi). Indikator dari konsistensi dapat diukur melalui *Consistency Index* (CI) yang dirumuskan sebagai berikut:

$$CI = (\lambda \text{ maksimal} - n) / (n - 1)$$

Keterangan: CI = indeks konsistensi  
 $\lambda$  maksimal = *eigen value* maksimum  
 n = orde matriks.

7. Menghitung rasio konsistensi

AHP mengukur konsistensi menyeluruh dari berbagai pertimbangan melalui suatu rasio konsistensi yang dirumuskan:



$$CR = CI/IR$$

Keterangan: CR = Rasio Konsistensi

RI = Indeks Random

Indeks random merupakan indeks konsistensi acak yang didapatkan dari simulasi dan nilai tergantung pada orde matriks (Saaty, 1993) yang disajikan pada Tabel

3. Jika nilainya lebih dari 10% maka penilaian data *judgement* harus diperbaiki.

Namun jika rasio konsistensi (CI/IR) kurang atau sama dengan 0,1 maka hasil perhitungan bisa dinyatakan benar atau konsistensinya yang baik.

Tabel 3. Daftar Indeks Random Konsistensi

| UM       | 1,2  | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nilai IR | 0,00 | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,46 | 1,49 |

Keterangan: UM: Ukuran Matriks, IR: Indeks Random

#### 2.4. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis untuk Analisis Bahaya Longsor

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sebuah sistem yang menyediakan informasi melalui penyajian data-data spasial. Menurut Prahasta (2001) Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu sistem yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, mengambil, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan data bereferensi geografis atau data geospasial. Keuntungan menggunakan sistem informasi geografis adalah kemampuan dalam memelihara data dalam bentuk digital, data ini lebih banyak dan padat daripada data yang berupa peta, cetak, tabel atau bentuk konvensional lainnya. Teknologi ini dapat digunakan untuk mengolah hasil data yang akan disajikan dalam bentuk peta, dari data tersebut digolongkan menjadi empat data yaitu: (1) data *input*, merupakan sub-sistem yang bertujuan untuk mengumpulkan, mempersiapkan, dan menyimpan data spasial sekaligus *atribut* dari berbagai sumber; (2) data *output*, merupakan sub-sistem bertugas untuk menampilkan keluaran atau *output* seluruh atau sebagian basis data baik dalam *softcopy* atau *hardcopy* berupa tabel, grafik, laporan, peta, dan sebagainya; (3) data manajemen, merupakan subsistem yang bertugas untuk mengorganisasikan data spasial maupun tabel ke dalam sebuah sistem basis data untuk mempermudah dalam penyimpanan

dan perbaikan data; dan (4) data manipulasi dan analisis, merupakan sub-sistem yang menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh sistem informasi geografis, selain itu sub-sistem ini dapat melakukan manipulasi data pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.

Metode yang digunakan untuk pengolahan data spasial penelitian yaitu metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan metode Standar Nasional Indonesia SNI.

Pengolahan data metode AHP dan metode SNI yaitu *overlay* atau tumpang susun.

Tumpang susun adalah salah satu kemampuan SIG dalam melakukan analisis spasial dengan menggunakan dua peta tematik yang mempunyai isi data peta masing-masing yang dijadikan satu untuk membentuk suatu *layer* peta baru. Kemampuan untuk mengintegrasikan data dari dua sumber menggunakan peta merupakan kunci dari fungsi-fungsi analisis sistem informasi geografis. Selain tumpang susun cara yang digunakan dalam melakukan pengolahan data yaitu *skoring* atau pembobotan. Peta kawasan bahaya longsor adalah peta yang memberikan atau memuat informasi tentang bahaya longsor yang disusun oleh beberapa faktor. Penggunaan sistem informasi geografis telah diatur dalam keputusan Menteri ESDM No 1452 Tahun 2000 yang menyatakan bahwa metode yang digunakan untuk memetakan bahaya longsor yaitu metode tidak langsung. Metode tidak langsung adalah prosedur analisis tumpang susun untuk mencari pengaruh faktor-faktor yang terdapat dalam parameter peta terhadap distribusi longsor kemudian dengan analisis menggunakan SIG dapat ditentukan wilayah bahaya longsor.

### 2.5. Metode SNI dan Metode AHP untuk Analisis Longsor

Penelitian tentang bahaya longsor sudah pernah dilakukan oleh beberapa mahasiswa dari universitas yang berbeda-beda. Parameter yang digunakan untuk melakukan penelitian longsor tergantung dengan metode yang digunakan. Salah dua metode yang digunakan pada penelitian yaitu metode SNI dan metode AHP.

Metode SNI pernah digunakan oleh Pratiwi *et al.* (2016) dan Khoiri *et al.* (2018). Pratiwi *et al.* (2016) dalam penelitian pemetaan multi bencana di Kota Semarang menggunakan metode SNI kemudian dilakukan pembobotan dari setiap

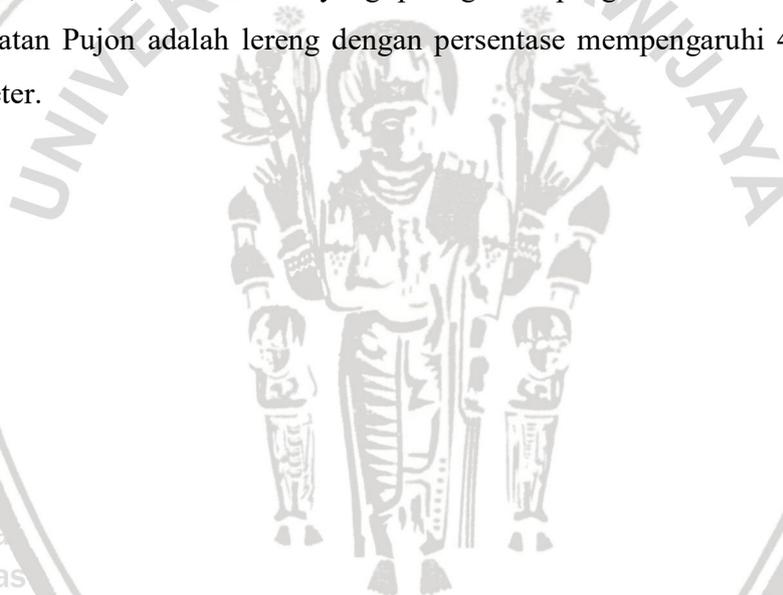
parameter yang digunakan kemudian di *overlay* sehingga dihasilkan peta daerah rawan longsor. Parameter yang digunakan yaitu kelerengan, curah hujan, geologi dan penggunaan lahan. Hasil dari *overlay* dan pembobotan setiap parameter 0,252% wilayah Kota Semarang masuk ke dalam kategori ancaman tinggi, 19,014% ancaman sedang dan 80,734% Kota Semarang masuk ke dalam kategori ancaman rendah. Hasil dari validasi peta ancaman tanah longsor tersebut sebesar 86,932%. Khoiri *et al.* (2018) dalam penelitiannya menggunakan metode SNI dengan parameter penggunaan lahan, kelerengan, geologi dan curah hujan. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa penyebab longsor adalah kemiringan yang direkam oleh satelit (TerraSAR data and Sentinel 2A), peta geologi dan curah hujan.

Penelitian selanjutnya yang menggunakan metode AHP adalah Hidayah *et al.* (2017) yang berlokasi di Kabupaten Toraja Utara. Penelitian ini digunakan untuk menentukan faktor utama penyebab longsor dengan menggunakan parameter elevasi, kemiringan lereng, aspek lereng, geologi, tekstur tanah, kelurusan, jarak dari jalan, jarak dari sungai, curah hujan, dan penutupan lahan. Pengumpulan data penelitian dilakukan dengan pemberian kuesioner kepada responden. Kuesioner yang digunakan mengandung beberapa parameter kerawanan longsor, parameter ini akan dibuat suatu klasifikasi berdasarkan referensi atau sesuai dengan atribut peta. Perbandingan berpasangan dibuat dengan membandingkan klasifikasi yang sudah ditentukan, kemudian penentuan bobot dilakukan oleh responden dengan kriteria yaitu pihak-pihak yang dianggap *expert* atau ahli, berpengalaman, mengetahui dan memahami karakteristik wilayah penelitian. Berdasarkan hasil penelitian faktor utama penyebab tanah longsor adalah curah hujan sebesar 0,317. Hal ini karena curah hujan yang tinggi lebih banyak menghasilkan debit air sehingga tanah kedap air sedangkan parameter yang mempunyai skor terkecil adalah elevasi dengan bobot 0,027 yang disebabkan oleh ketinggian lereng bergantung pada kemiringan lereng atau besarnya sudut lereng.

Metode AHP juga pernah digunakan untuk melakukan penelitian tentang daerah rawan bencana longsor di Kecamatan Pujon oleh Bramantia Setiawan. Salah satu tujuan dalam penelitian Setiawan *et al.* (2017) yaitu mempelajari faktor yang

paling berpotensi menyebabkan terjadinya longsor di Kecamatan Pujon dengan menggunakan metode AHP. Faktor yang diamati pada metode AHP adalah lereng, litologi, penggunaan lahan, curah hujan (tahunan), dan jarak titik dari tebing jalan.

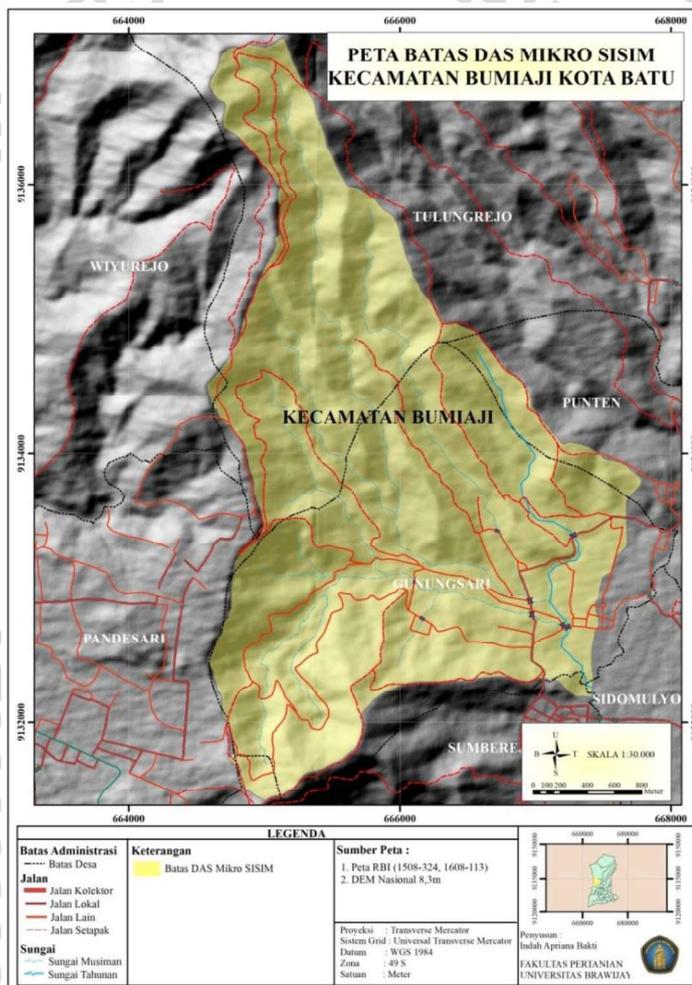
Hasil dari penelitian menunjukkan Kecamatan Pujon didominasi oleh tingkat kerawanan agak rawan longsor dengan luasan 10.593,36 ha atau 69,44% meliputi Desa Wiyurejo, Madiredo, Tawang Sari, Ngabab, Ngroto, dan Pujon Kidul. Wilayah kategori tidak rawan terdapat di Desa Sukomulyo, Bendosari, Pandesari, dan Ngabab dengan luasan 3.495,78 ha atau 22,91%. Wilayah kategori rawan terdapat di desa Ngebrong, Wiyurejo, dan Sukomulyo dengan luasan 1.076,85 ha atau 7,06%. Wilayah dengan kategori sangat rawan terdapat di Desa Ngebrong dengan luasan 90,09 ha atau 0,59%. Faktor yang paling mempengaruhi kerawanan longsor di Kecamatan Pujon adalah lereng dengan persentase mempengaruhi 45% dari semua parameter.



### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Mikro Sisim yang terletak di Kecamatan Bumiaji, Kota Batu yang dilaksanakan pada Bulan Maret sampai Bulan Agustus 2019. Kegiatan pra survei dan analisis data dilakukan di Laboratorium PSISDL Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Sedangkan kegiatan survei, pengambilan data wawancara, dan validasi peta pendugaan bahaya longsor dilakukan di DAS Mikro Sisim yang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Daerah Aliran Sungai Mikro Sisim

### 3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan ini digunakan untuk memproses pembuatan peta disajikan pada

Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Alat Penelitian

| No | Alat                   | Fungsi                           |
|----|------------------------|----------------------------------|
| 1  | Laptop ASUS X444IU     | Untuk mengolah data penelitian   |
| 2  | Software ArcMAP 10.2.2 | Untuk mengolah data spasial      |
| 3  | Klinometer             | Untuk mengukur kemiringan lereng |
| 4  | Avenza Map             | Untuk menandai lokasi penelitian |

Tabel 5. Bahan Penelitian

| No | Bahan   | Fungsi  |
|----|---|---|
| 1  | Peta RBI Lembar 1508-324 Pujon dan 1608-113 Bumiaji     | Sebagai bahan untuk membuat peta administrasi, peta jarak dari jalan dan peta jarak dari sungai |
| 2  | Data Curah Hujan 10 tahun terakhir Kota Batu            | Sebagai bahan untuk membuat peta curah hujan  |
| 3  | Citra Landsat 8 OLI/TIRS tanggal perekaman 27 Juni 2019 | Sebagai bahan untuk membuat peta penggunaan lahan   |
| 4  | Peta Geologi Lembar Malang dan Lembar Kediri            | Sebagai bahan untuk membuat peta geologi dan peta patahan ( <i>fault</i> )                      |
| 5  | DEM Nasional 8,3 meter                                  | Sebagai bahan untuk membuat peta kemiringan, hillshade, dan batas DAS                           |
| 6  | Kuesioner AHP   | Sebagai bahan kuantitatif untuk penentuan parameter peta bahaya longsor menggunakan metode AHP  |
| 7  | Data Tanah  | Sebagai bahan untuk pembuatan peta tanah  |

### 3.3. Tahapan Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan merupakan gambaran langkah-langkah yang dilakukan untuk menemukan hasil yang dikerjakan. Tahapan pelaksanaan terdiri dari lima tahap yaitu persiapan, pembobotan metode SNI dan metode AHP, pembuatan peta dan penetapan kelas bahaya longsor, survei dan validasi data, dan uji akurasi.

#### 3.3.1. Tahap Persiapan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap persiapan ini adalah persiapan awal, pembuatan peta dasar, dan penentuan titik penelitian.

### 3.3.1.1. Persiapan Awal

Tahap persiapan awal ini mencakup tentang pengumpulan alat dan bahan, data sekunder, dan pengurusan surat perizinan. Data sekunder yang digunakan selain yang tercantum pada tabel yaitu data wawancara dengan narasumber yang berhubungan dengan longsor. Surat izin ditujukan kepada instansi Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), kantor kelurahan setiap desa, dan pihak-pihak lain yang bersangkutan dengan penelitian.

### 3.3.1.2. Penyusunan Peta Dasar

Peta dasar yang digunakan adalah peta batas DAS Mikro Sisim, peta penggunaan lahan, peta curah hujan, peta kelerengan, peta geologi, peta arah lereng, peta jarak dari jalan, peta jarak dari sungai, dan peta tekstur tanah. Proses pembuatan peta dasar yang dibutuhkan dalam penelitian disajikan pada butir “a” sampai butir “i”.

#### a. Penentuan batas DAS Mikro Sisim

Penentuan batas DAS membutuhkan data DEM yang diolah menggunakan software ArcGIS 10.2.2. Langkah pertama yang dilakukan yaitu memasukkan data DEM ke lembar kerja ArcGIS 10.2.2 kemudian pengolahan data untuk menentukan batas DAS menggunakan *tool Arc toolbox*, pada *tool arctoolbox* pilih *Hydrology Fill* pada *Spatial Analyst Tools*. Langkah selanjutnya yaitu menggunakan *tool Flow Direction*, *Flow Direction* digunakan untuk membentuk aliran berdasarkan nilai-nilai piksel yang berhubungan dengan ketinggian dan kemiringan. Langkah selanjutnya yaitu menggunakan *tool Flow Accumulation*, pada proses *Flow Accumulation* ini dibutuhkan data yang berasal dari proses *tool Flow Direction*. Setelah proses dari *Flow Accumulation* selesai maka langkah selanjutnya yaitu membuat shapefile titik dan diletakkan di *outlet* pada aliran sungai DAS Mikro Sisim, langkah selanjutnya yaitu menggunakan *tool Snap Pour*. Langkah terakhir menggunakan *tool Watershed*, yaitu dengan memasukkan *Flow Direction* dan *Snap Pour Point*.

#### b. Penyusunan peta penggunaan lahan

Pembuatan peta penggunaan lahan membutuhkan data citra landsat 8 OLI/TIRS yang diperoleh dari *United States Geological Survey* (USGS) secara *unsupervised*

*classification*. *Software* yang digunakan untuk mengolah data ini yaitu PCI *Geomatica*.

c. Penyusunan peta curah hujan

Pembuatan peta curah hujan menggunakan data curah hujan 10 tahun terakhir dari beberapa stasiun klimatologi di sekitar lokasi pengamatan. Data yang diolah adalah data curah hujan tahunan yang diolah menggunakan ArcGIS 10.2. langkah awal untuk membuat peta curah hujan yaitu memasukkan data yang sudah diolah di *excel* kemudian melakukan interpolasi. Data yang digunakan untuk interpolasi adalah data titik yang memuat data rata-rata curah hujan. Metode interpolasi yang digunakan adalah *Metode Spline*.

d. Penyusunan peta kelerengan

Pembuatan peta kelerengan memanfaatkan dua bahan yaitu DEM (*Digital Elevation Model*) Nas dan *Shapefile* DAS Mikro Sisim. Peta kelerengan diolah menggunakan *Software ArcGIS 10.2*, langkah pertama yaitu memasukkan bahan berupa DEM ke dalam lembar kerja, kemudian memotong DEM Nasional sesuai dengan batas DAS menggunakan *tool Extract by Mask* pada *tool Spatial Analyst Tool*. *Tool* yang digunakan terdapat pada *Arctoolbox* semua, selanjutnya memproses data DEM Nas menggunakan *slope* pada *Surface*. Ketika muncul kotak dialog maka proses *measurement* harus disesuaikan dengan data keluaran yang dibutuhkan. Langkah selanjutnya adalah memberikan kelas yang baru pada *tool reclassify*. Proses *reclassify* membutuhkan data yang berasal dari *proses slope*, pada kotak dialog yang muncul pada proses *reclassify* maka pada menu *classify* ditentukan jumlah kelas berdasarkan metode yang digunakan. Langkah terakhir yaitu menjalankan proses dari *Classify* tersebut.

e. Penyusunan peta geologi

Pembuatan peta geologi memanfaatkan peta digital geologi Lembar Kediri dan Lembar Malang skala 1: 100.000, langkah pertama yang dilakukan untuk membuat peta geologi yaitu memasukkan peta digital geologi dan *shapefile* batas DAS Mikro Sisim. Langkah selanjutnya yaitu melakukan rektifikasi pada kedua peta digital

geologi dan membuat *shapefile* baru untuk melakukan digitasi sesuai dengan batas DAS Mikro Sisim.

f. Penyusunan peta arah lereng

Pembuatan peta arah lereng membutuhkan data DEM Nasional yang diolah menggunakan *Software ArcGIS 10.2*, langkah pertama yang dilakukan yaitu memasukkan data DEM Nasional ke lembar kerja kemudian memilih *tool Aspect* pada *Spatial Analyst* dan mengikuti petunjuk untuk memasukkan data raster untuk menghasilkan peta arah lereng.

g. Penyusunan peta jarak dari jalan dan peta jarak dari sungai

Pembuatan peta jarak dari jalan dan jarak dari sungai ini mempunyai prinsip dan cara yang sama, hal yang membedakan kedua peta ini adalah data yang digunakan. Langkah pertama untuk menghasilkan kedua peta tersebut adalah memasukkan data *shapefile* sungai jalan atau sungai ke lembar kerja dari ArcGIS 10.2, kemudian untuk membuat jarak sesuai dengan ketentuan intervalnya yaitu menggunakan *Analysis Tool*. Selanjutnya memilih *Proximity > Multiple Buffering*, setelah memilih *multiple buffering* maka akan muncul kotak dialog jarak yang dibutuhkan maka hal ini dapat diisi sesuai dengan kebutuhan.

h. Penyusunan peta tekstur tanah

Peta tekstur tanah diperoleh dari Laboratorium PSISDL Jurusan Tanah. Pembuatan peta tekstur ini menggunakan *Software ArcGIS 10.2*. Langkah selanjutnya memasukkan data yang berformat *.shp* kemudian klik kanan pada data *.shp* selanjutnya memilih *properties*. Klik *symbolology* pada kotak dialog kemudian klik OK ketika sudah selesai mengatur jenis warna, pemilihan keterangan, dan tampilan keterangan di lembar kerja.

3.3.1.3. Penyusunan Satuan Peta Lahan

Satuan peta lahan pada DAS Mikro Sisim dihasilkan dari hasil *overlay* peta geologi, *hillshade*, *relief*, dan kemiringan. Satuan peta lahan digunakan untuk mengetahui karakteristik fisiografi suatu lahan. Hasil dari *overlay* peta tersebut menghasilkan 21 satuan peta lahan yang digunakan sebagai penentuan jumlah titik validasi data.

### 3.3.1.4. Penentuan Titik Pengamatan

Penentuan titik pengamatan dilakukan untuk menentukan lokasi pengambilan data di lapangan. Luas lokasi penelitian yaitu 924,17 ha dengan *output* skala peta 1:25.000, jumlah titik pengamatan berdasarkan Rayes (2006) sebanyak 74 titik pengamatan yang berdasarkan titik kerapatannya. Titik pengamatan sebanyak 74 digunakan sebagai penunjang data peta dan ditambah 5 titik di penggunaan lahan hutan untuk mewakili wilayah tersebut, kemudian dilihat kondisi fisiografi lahan atau Satuan Peta Lahan (SPL) jumlah titik validasi sebanyak 21 titik pengamatan. Sehingga total keseluruhan titik pengamatan sebanyak 100 titik. Survei lapangan dilakukan untuk pengambilan data disetiap titik pengamatan dengan petani yang ada di lokasi tersebut, data yang dapat diambil adalah data yang bersangkutan dengan parameter longsor dan digunakan untuk pembobotan di metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

### 3.3.2. Pembobotan

Pembobotan dilakukan pada metode Standar Nasional Indonesia (SNI) dan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), berikut bobot dari masing-masing parameter setiap metode;

#### 3.3.2.1. Metode Standar Nasional Indonesia (SNI)

Pembobotan dilakukan pada masing-masing parameter yaitu curah hujan, penggunaan lahan, jenis batuan dan kelerengan. Hasil dari bobot setiap parameter disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Bobot Parameter Metode SNI

| Parameter              | Bobot (%) | Total (%) |
|------------------------|-----------|-----------|
| Penggunaan Lahan       | 20        | 100       |
| Geologi                | 30        |           |
| Curah Hujan (mm/tahun) | 20        |           |
| Kelerengan             | 30        |           |

#### 3.3.2.2. Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Sebelum melakukan pembobotan dan penggabungan peta melalui *overlay* maka dilakukan pembuatan nilai penting untuk pembobotan setiap parameter yang diambil. Pembuatan pembobotan dilakukan dengan cara perhitungan *Analytical Hierarchy*

*Process* (AHP) dilakukan secara manual. Langkah-langkah yang digunakan sebagai berikut: 1) penentuan masalah dan solusi, 2) pembuatan hierarki struktural, 3) penentuan bobot prioritas, 4) menghitung indeks konsistensi, dan 5) menghitung rasio konsistensi.

### 3.3.3. Pembuatan peta dan penetapan kelas bahaya longsor

Pembuatan peta bahaya longsor dilakukan dengan cara memberikan bobot atau nilai pada setiap parameter pada masing-masing metode yang digunakan. Berikut merupakan persamaan pembuatan peta bahaya longsor;

#### 3.3.3.1. Metode Standar Nasional Indonesia (SNI)

Berdasarkan analisis dari model pendugaan SNI diketahui parameter yang berpengaruh tinggi adalah geologi dan kelerengan. Berdasarkan faktor-faktor penentu (parameter) kerawanan kejadian longsor didapat persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai kerawanan tanah longsor di suatu kawasan yaitu

$$\text{Skor} = (20\% \times \text{Faktor Penggunaan Lahan}) + (20\% \times \text{Curah Hujan}) + (30\% \times \text{Geologi}) + (30\% \times \text{Curah Hujan})$$

Pengklasifikasian dimasukkan ke dalam 3 kategori yaitu rendah, sedang dan tinggi. Penentuan kelas bahaya longsor dilakukan dengan perkalian antara skor dan bobot dari masing-masing kriteria atau parameter. Kemudian nilai tersebut digunakan dalam menentukan interval bahaya longsor pada jumlah kelas yang ditentukan.

Interval Bahaya Longsor dari metode SNI dan metode AHP disajikan pada Tabel 7 dan metode penentuan tingkat bahaya menggunakan persamaan Dibyosaputro (1999 dalam Ikqra 2012) yaitu:

$$\text{Interval Bahaya Longsor} = \frac{\text{Nilai Tertinggi} - \text{Nilai Terendah}}{\text{Jumlah Kelas}}$$

Nilai yang digunakan untuk membuat interval yaitu nilai yang dihasilkan dari proses perkalian pada bobot masing-masing parameter. Sehingga nilai yang digunakan yaitu nilai tertinggi dan nilai terendah.

Tabel 7. Interval Bahaya Longsor

| Kategori | SNI         |
|----------|-------------|
| Rendah   | 1-1,43      |
| Sedang   | 1,43 – 1,86 |
| Tinggi   | 1,86 – 2,3  |

#### 3.3.4. Survei dan Validasi data di Lapangan

Survei lapangan merupakan kegiatan untuk mengetahui kondisi aktual di lapangan dan memvalidasi peta pendugaan bahaya longsor yang sudah dibuat.

Validasi data di lapangan adalah parameter setiap metode pendugaan bahaya longsor dan kegiatan validasi dilakukan pada masing-masing titik pengamatan yang sudah ditentukan

#### 3.3.5. Uji Akurasi

Uji akurasi merupakan suatu analisis untuk mengetahui tingkat ketelitian hasil klasifikasi yang sudah dibuat dengan membandingkan dengan kondisi aktual di lapangan. Uji akurasi yang digunakan yaitu *table confusion matrix*, hal ini karena uji akurasi dilakukan dengan melihat tingkat akurasi dari berbagai kriteria. Uji akurasi menggunakan suatu matriks kontingensi yang biasa disebut dengan *table confusion matrix* atau *error matrix*, *table confusion matrix* merupakan tabel matriks yang menghubungkan antara piksel hasil klasifikasi dan *ground truth* data yang informasinya dapat diambil dari data lapangan maupun peta yang sudah diverifikasi (Wicaksono, 2010). Informasi yang digunakan pada *table confusion matrix* lain akurasi keseluruhan (*overall accuracy*), akurasi produser (*producer accuracy*), akurasi pengguna (*user accuracy*), dan indeks kappa.

a. Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*), menunjukkan banyaknya jumlah piksel yang terklasifikasikan secara benar pada tiap kelas dibandingkan dengan jumlah sampel yang digunakan untuk uji akurasi pada semua kelas. Menurut Khosyi'ah *et al.* (2017) nilai akurasi ini terlalu *over estimate* sehingga jarang digunakan sebagai indikator yang baik untuk mengukur kesuksesan suatu klasifikasi dikarenakan pada *overall accuracy* hanya menggunakan piksel-piksel yang

terletak pada diagonal suatu matrik kontingensi dan tidak mempertimbangkan aspek kesalahan dari tiap kelas yang ada.

$$\text{Akurasi Keseluruhan (\%)} = \frac{\text{Jumlah piksel yang terklasifikasikan secara benar}}{\text{Jumlah sampel uji akurasi}} \times 100$$

b. Akurasi Produser (*producer accuracy*) dan Akurasi Pengguna (*user accuracy*),

hasil dari klasifikasi ini memberikan estimasi dan gambaran dari kondisi sebenarnya dilapangan. Perhitungan hasil dilakukan untuk setiap kelas yang ada dalam klasifikasi, selain itu dilakukan perhitungan nilai komisi kesalahan yang merupakan residual dari produser dan akurasi pengguna. *User accuracy* dilihat dari kemungkinan kesesuaian peta dengan kondisi aktual di lapangan sedangkan *producer accuracy* digunakan untuk mengetahui kebenaran setiap kelas peta dengan kondisi aktual lapangan.

$$\text{Akurasi Produser (\%)} = \frac{\text{Jumlah piksel yang terklasifikasikan secara benar}}{\text{Jumlah sampel uji akurasi}} \times 100$$

$$\text{Komisi Kesalahan (\%)} = 100\% - \text{akurasi produser}$$

$$\text{Akurasi Pengguna (\%)} = \frac{\text{Jumlah piksel yang terklasifikasikan secara benar}}{\text{Jumlah sampel uji akurasi yang terklasifikasi}} \times 100$$

$$\text{Komisi Kesalahan (\%)} = 100\% - \text{akurasi pengguna}$$

c. Indeks Kappa, menunjukkan perbandingan antara hasil klasifikasi yang diuji dengan hasil klasifikasi acak atau nilai kappa menunjukkan konsistensi hasil klasifikasi. Nilai kappa selalu lebih rendah dibandingkan dengan nilai Akurasi Keseluruhan.

$$K_{\text{hat}} = \frac{N \sum_{i=1}^I X_{ii} - \sum_{i=1}^I X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^I (X_{i+} X_{+i})}$$

Keterangan: N = total piksel yang digunakan untuk uji akurasi

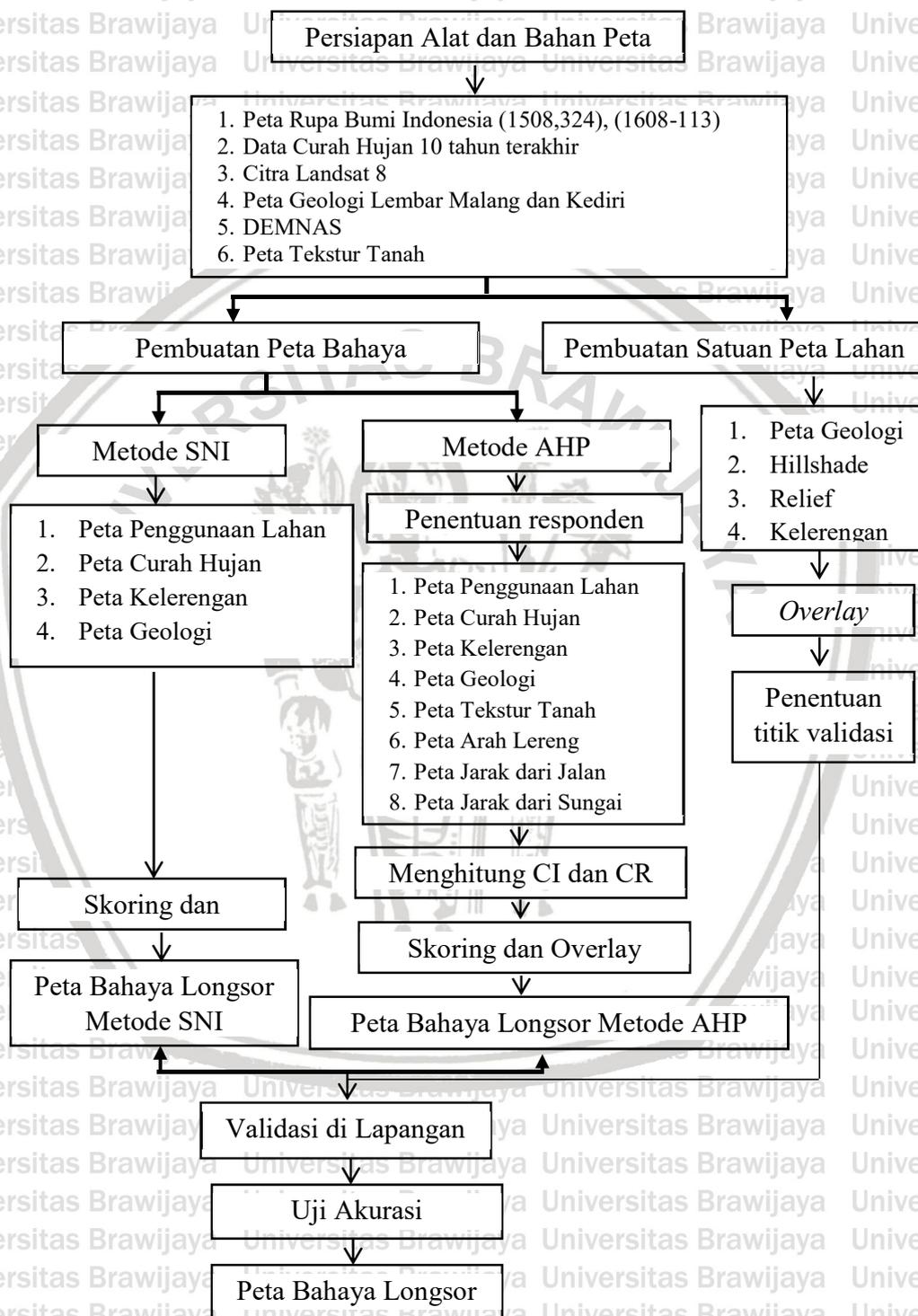
X<sub>ii</sub> = jumlah klasifikasi yang benar

X<sub>i+</sub> = jumlah piksel seluruh kolom pada suatu baris

X<sub>+i</sub> = jumlah piksel seluruh baris pada suatu kolom

### 3.3.5. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tahapan Pelaksanaan Penelitian



## IV. KONDISI UMUM WILAYAH

### 4.1. Letak Administrasi Lokasi Penelitian

DAS Mikro Sisim merupakan bagian dari DAS Brantas bagian hulu yang berada di Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. DAS Mikro Sisim memiliki luas sekitar 924,17 ha yang mencakup delapan desa yaitu Desa Gunungsari, Desa Punten, Desa Pandesari, Desa Wiyurejo, Desa Songgokerto, Desa Sumberejo, Desa Sidomulyo, dan Desa Tulungrejo. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 4. Secara administrasi DAS Mikro Sisim berbatasan dengan berbagai desa diantaranya; 1) Sebelah Barat berbatasan dengan Desa Wiyurejo dan Desa Pandesari, 2) Sebelah Selatan berbatasan dengan Desa Sumberejo, 3) Sebelah Timur berbatasan dengan Desa Sidomulyo dan Desa Punten, dan 4) Sebelah Utara berbatasan dengan Desa Tulungrejo. Luasan setiap desa yang terdapat di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Luasan Setiap Desa di DAS Mikro Sisim

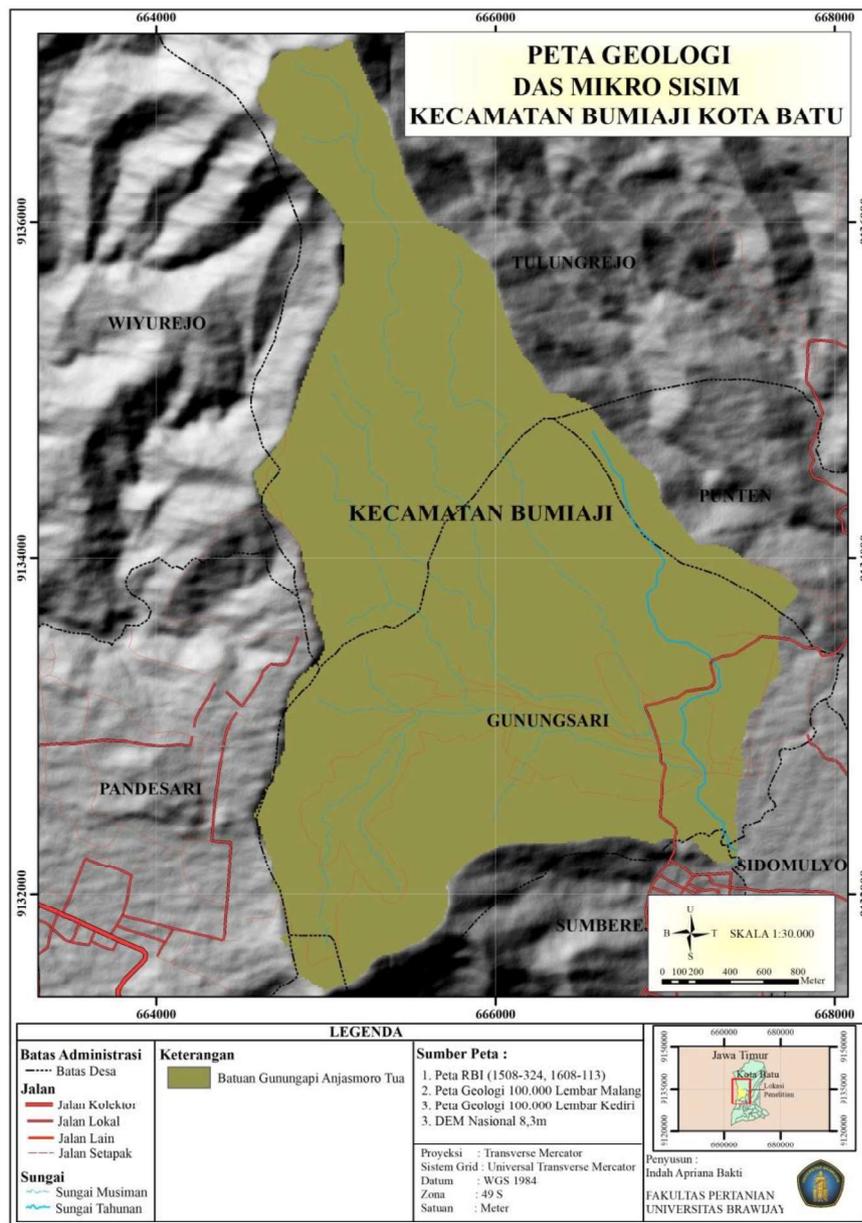
| No | Desa        | Luas (ha) | Presentase (%) |
|----|-------------|-----------|----------------|
| 1  | Pandesari   | 2,36      | 0,25           |
| 2  | Wiyurejo    | 1,99      | 0,20           |
| 3  | Songgokerto | 7,87      | 0,85           |
| 4  | Sumberejo   | 2,87      | 0,31           |
| 5  | Sidomulyo   | 0,44      | 0,05           |
| 6  | Gunungsari  | 567,45    | 61,40          |
| 7  | Punten      | 32,73     | 3,54           |
| 8  | Tulungrejo  | 325,94    | 32,27          |
|    | Total       | 924,17    | 100            |

Desa yang mendominasi lokasi penelitian adalah Desa Gunungsari seluas 61,40% dan Desa Tulungrejo 32,27%. Desa yang memiliki luasan paling sempit adalah Desa Sidomulyo seluas 0,05% dari total keseluruhan.

### 4.2. Formasi Geologi Lokasi Penelitian

Formasi geologi di DAS Mikro Sisim berdasarkan Peta Geologi Lembar Malang skala 100.000 dan Peta Geologi Lembar Kediri skala 100.000 adalah formasi batuan Qpat (Batuan Gunungapi Anjasmara Tua) 100% yang disajikan pada Gambar 6. Formasi Qpat berasal dari bahan induk vulkanik, batuan vulkanik yang menyusun

adalah breksi gunungapi, tuff breksi, tuf dan lava. Batuan ini memiliki umur Plistosen Awal – Tengah. Menurut BBSDLP (2009) batuan vulkanik memiliki sifat kepekaan terhadap longsor yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh sifat batuan yang belum terkonsolidasi dengan baik, erodibilitas tinggi, serta porositas dan permeabilitas yang tinggi (Sutikno, 1997)



Gambar 6. Peta Geologi di DAS Mikro Sisim

### 4.3. Kemiringan Lereng

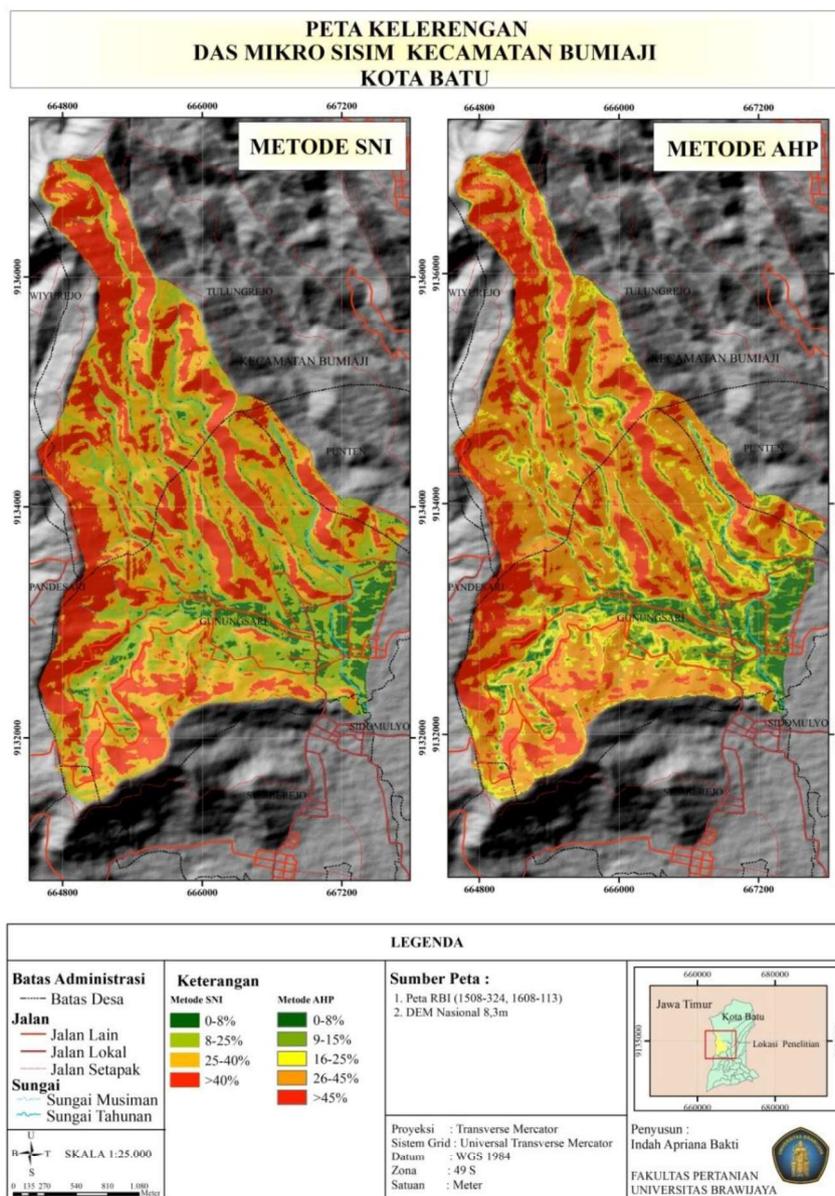
Kemiringan lereng merupakan salah satu faktor pemicu terjadinya gerakan tanah karena semakin terjal suatu lereng maka material yang ada di atas permukaan akan semakin mudah untuk jatuh atau tergelincir ke bawah oleh adanya gaya gravitasi (Tondobala, 2011). Lokasi penelitian 70% didominasi oleh lahan yang memiliki kelerengan >25% sehingga hal ini sesuai dengan pernyataan Suranto (2008) yang memiliki potensi untuk terjadinya longsor yaitu lahan yang mempunyai nilai kemiringan sebesar 20° atau sekitar 40% meskipun lahan yang memiliki nilai kemiringan tersebut tidak selalu mempunyai potensi untuk longsor tetapi tergantung juga oleh formasi geologi yang menyusun lereng tersebut.

Secara umum topografi lokasi penelitian cukup beragam terdapat sebuah dataran yang dikelilingi oleh perbukitan dan pegunungan di bagian utara, barat, dan selatan. Keragaman lereng di DAS Mikro Sisim diperoleh dari pengolahan data DEM NAS resolusi 8,3 m. Penelitian longsor ini menggunakan dua metode yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) sehingga kelas kemiringan lahan yang dihasilkan berbeda. Hasil dari pemetaan metode SNI dan metode AHP disajikan pada Gambar 7. Berdasarkan metode SNI kelas kemiringan lereng dikelompokkan menjadi empat kelas yaitu 0-8%, 8-25%, 25-40%, dan >40%. Kelas kemiringan lahan yang paling luas adalah >40% seluas 35,11% dari total keseluruhan luas DAS Mikro Sisim. Kelas kemiringan lereng paling sempit adalah 0-8% seluas 2,88%. Kelas kemiringan lereng dan luasannya disajikan pada Tabel 9.

Metode AHP dalam menentukan kemiringan lahan pada prinsipnya sama seperti metode SNI, hal yang membedakan adalah jumlah kelas yang digunakan. Jumlah kelas yang digunakan untuk metode ini yaitu lima kelas. Luasan yang dihasilkan dari pemetaan tersebut disajikan pada Tabel 10.

Tabel 9. Luasan Kemiringan Lahan Metode SNI di DAS Mikro Sisim

| No    | Lereng | Luas (ha) | Persentase (%) |
|-------|--------|-----------|----------------|
| 1     | 0-8%   | 26,65     | 2,88           |
| 2     | 8-25%  | 249,71    | 27,02          |
| 3     | 25-40% | 323,36    | 34,99          |
| 4     | >40%   | 324,45    | 35,11          |
| Total |        | 924,17    | 100            |



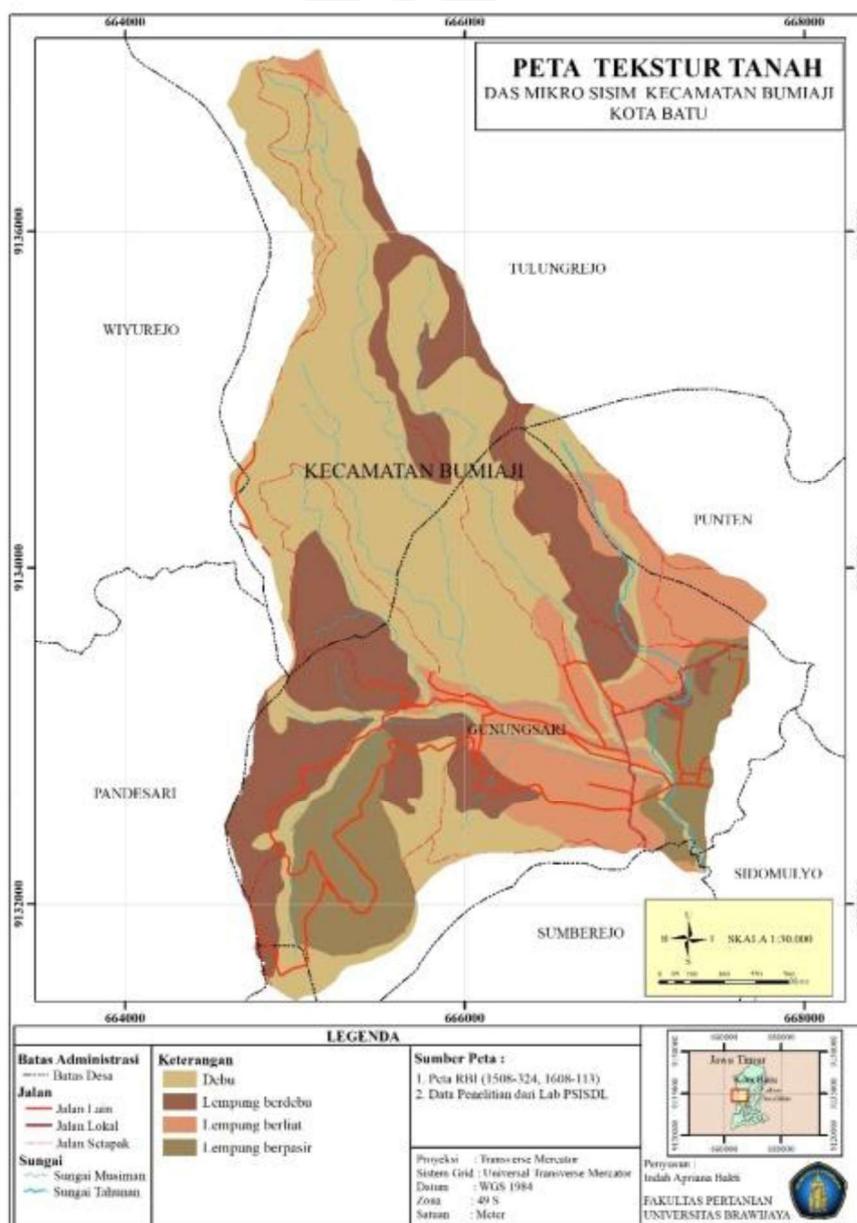
Gambar 7. Peta Kellerengan Metode SNI dan Metode AHP

Tabel 10. Luasan Kemiringan Lahan Metode AHP di DAS Mikro Sisim

| No           | Lereng | Luas (ha)     | Persentase (%) |
|--------------|--------|---------------|----------------|
| 1            | 0-8%   | 26,56         | 2,87           |
| 2            | 8-15%  | 11,64         | 1,26           |
| 3            | 15-25% | 120,65        | 13,05          |
| 4            | 25-45% | 443,79        | 48,02          |
| 5            | >45    | 321,53        | 34,80          |
| <b>Total</b> |        | <b>924,17</b> | <b>100</b>     |

#### 4.4. Tekstur Tanah

Tekstur tanah menurut USDA (United States Departement of Agriculture) adalah perbandingan relatif antara partikel tanah yang terdiri atas fraksi lempung, debu, dan pasir. Tekstur tanah yang berada di Lokasi Penelitian yaitu tekstur tanah lempung berdebu, lempung berpasir, lempung berliat, dan debu. Sebaran tekstur tanah disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Peta Tekstur Tanah

Menurut Soewandita (2018) tekstur tanah yang memiliki potensi longsor tinggi yaitu tekstur tanah yang mengandung pasir dan debu, kondisi ini akan memudahkan terjadinya peresapan air ke dalam tanah dan tanah akan mudah merekah ketika musim kemarau. Hal ini ditambahkan oleh Prastika dan Sukojo (2017) yang menyebutkan bahwa tanah yang memiliki presentase pasir 80,2%, debu 13,9%, dan liat 5,9% memiliki potensi terjadinya longsor yang tinggi.

Berdasarkan peta tekstur tanah DAS Mikro Sisim terdominasi oleh tekstur tanah Debu seluas 63,07% yang terletak pada bagian tengah dan bagian utara DAS Mikro Sisim. Luasan masing-masing tekstur tanah terdapat pada Tabel 11. Berdasarkan Tabel 11 Tekstur tanah yang memiliki luasan tersempit yaitu tekstur tanah lempung berliat yaitu seluas 6,96 %. Tekstur tanah lempung berpasir memiliki luasan 10,83% dan tekstur tanah lempung berdebu seluas 19,14% dari total keseluruhan.

Tabel 11. Luasan Tekstur Tanah di Lokasi Penelitian

| No | Tekstur Tanah    | Luas (ha) | Persentase (%) |
|----|------------------|-----------|----------------|
| 1  | Debu             | 582,91    | 63,07          |
| 2  | Lempung Berdebu  | 176,86    | 19,14          |
| 3  | Lempung Berpasir | 100,17    | 10,83          |
| 4  | Lempung Berliat  | 64,23     | 6,96           |
|    | Total            | 924,17    | 100            |

#### 4.5. Curah Hujan

Curah hujan merupakan satuan yang menggambarkan banyaknya jumlah curah hujan yang turun atau jatuh di permukaan bumi. Curah hujan mempunyai peranan penting dalam memicu terjadinya longsor, di lokasi penelitian kejadian longsor dimulai pada saat intensitas curah hujan meningkat yaitu pada Bulan November sampai Bulan Januari. Ketika musim kemarau terjadi penguapan air dari permukaan tanah hal ini menyebabkan adanya pori-pori tanah atau rongga tanah membesar dan menimbulkan retakan atau rekahan pada permukaan tanah (Nandi, 2007).

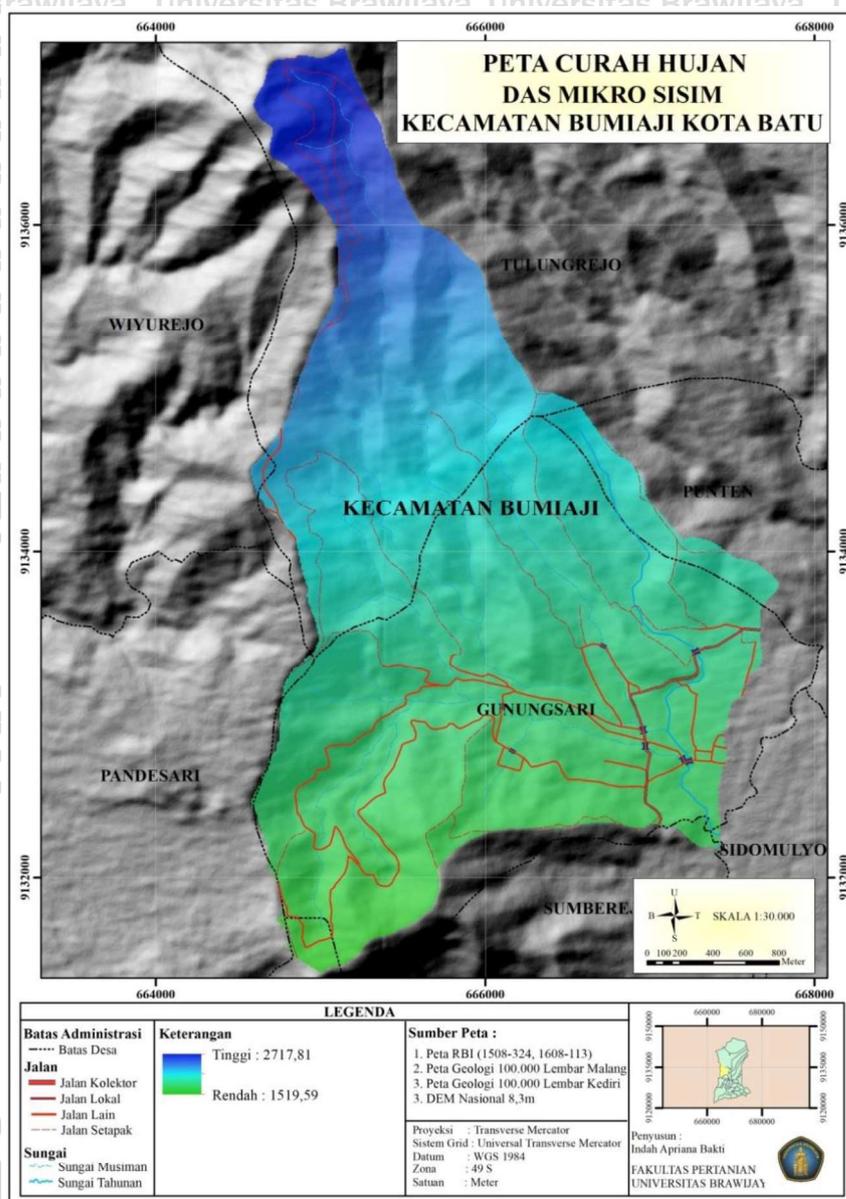
Adanya dampak longsor yang ditimbulkan dari curah hujan diperkuat oleh pernyataan Evans (1980) dalam Rahim (2006) bahwa interaksi antara butir-butir hujan, kecepatan hujan, bentuk butir, lamanya hujan, dan kecepatan angin secara

kolektif mempengaruhi kekuatan hujan untuk menimbulkan erosi atau longsor. Curah hujan harian maksimum pada lokasi penelitian yaitu 85 mm/jam yang terjadi antara Bulan November sampai Bulan Januari. Menurut Hasnawair (2012) curah hujan di atas 50 mm/jam mampu menyebabkan terjadinya longsor dangkal. Semakin besar ukuran butir hujan, momentum akibat jatuhnya butir-butir hujan semakin meningkat khususnya pada saat energi kinetik mencapai maksimum, yakni pada intensitas hujan antara 50-100 mm/jam dan >250 mm/jam hal ini akan memperkuat kekuatan untuk merusak agregat tanah.

Data curah hujan diambil dari Stasiun Pujon, Stasiun Sb Gondo, dan Stasiun Tinjumojo. Peta curah hujan disajikan pada Gambar 9. Rata-rata curah hujan 10 tahun terakhir yang memiliki nilai paling tinggi yaitu Curah Hujan hasil rekaman dari Stasiun Pujon sebesar 2.717,81 mm/tahun, Stasiun Sb Gondo Junggo memiliki rata-rata 2.022,091 mm/tahun, dan Stasiun Tinjumojo mempunyai rata-rata curah hujan 1.519,59 mm/tahun. Data curah hujan rata-rata 10 tahun disajikan pada Lampiran 7. Berdasarkan metode SNI Curah hujan rata-rata di DAS Mikro Sisim antara 1.519,59 mm/tahun sampai 2.717,81 mm/tahun. Berdasarkan hasil dari rata-rata tersebut, lokasi penelitian termasuk ke dalam wilayah yang memiliki curah hujan rendah sampai sedang. Kategori curah hujan rendah apabila nilai curah hujan <2.000 mm/tahun seluas 50,33% dan sedang 2.000-3.000 mm/tahun seluas 49,67% yang disajikan pada Tabel 12. Berdasarkan Tabel 13 Curah Hujan metode AHP wilayah terluas terdapat pada wilayah yang memiliki curah hujan 1.500-2.000 mm/tahun sedangkan paling sempit yaitu curah hujan >2.500 mm/tahun. Menurut Departemen Pertanian (2006) Curah hujan tahunan >2000 mm terjadi pada sebagian besar wilayah Indonesia. Kondisi ini berpeluang besar menimbulkan erosi, apalagi di wilayah pegunungan yang lahannya didominasi oleh berbagai jenis tanah.

Tabel 12. Luasan Setiap Kategori Curah Hujan di DAS Mikro Sisim.

| No    | Curah Hujan (mm/tahun) | Luas (ha) | Persentase (%) |
|-------|------------------------|-----------|----------------|
| 1     | <2.000                 | 465,10    | 50,33          |
| 2     | 2.000-3.000            | 459,07    | 49,67          |
| 3     | >3.000                 | 0         | 0              |
| Total |                        | 924,17    | 100            |



Gambar 9. Peta Curah Hujan di DAS Mikro Sisim

Tabel 13. Luasan Setiap Kategori Curah Hujan Metode AHP

| No | Curah Hujan (mm/tahun) | Luas (ha)     | Persentase (%) |
|----|------------------------|---------------|----------------|
| 1  | 0-1.000                | 0             | 0              |
| 2  | 1.000-1.500            | 0             | 0              |
| 3  | 1.500-2.000            | 525,70        | 56,84%         |
| 4  | 2.000-2.500            | 331,45        | 35,89%         |
| 5  | >2.500                 | 67,02         | 7,27%          |
|    | <b>Total</b>           | <b>924,17</b> | <b>100</b>     |

#### 4.6. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan merupakan salah satu faktor pemicu terjadinya longsor.

Menurut Khosiah *et al.* (2017) tata guna lahan berupa tegalan, semak belukar, atau lahan kosong pada lereng bagian atas termasuk ke dalam daerah rawan longsor sedangkan bagian bawah lereng biasanya terdapat infrastruktur seperti permukiman dan jalan. Lokasi penelitian didominasi oleh lahan hutan sebesar 65,57% yang didominasi oleh tanaman pinus. Menurut Sudarto (2008) kejadian longsor terjadi pada hutan alami dan hutan produksi, hal ini terjadi karena kemiringan lahan pada hutan lebih curam dibandingkan dengan lahan terjal. Selain itu, pepohonan yang menjulang dengan sistem perakaran yang tidak menghujam ke dalam tanah menyebabkan peluang terjadinya longsor yang tinggi khususnya bagian tebing. Hal ini diperkuat oleh argumen Hairiah (2008) dalam Sudarto (2008) mempresentasikan hasil penelitian di Malang yang menjelaskan bahwa tanaman pinus memiliki kemampuan sebagai jangkar dan pencengkeraman tanah yang rendah sehingga kerawanan longsor pada lahan pinus tinggi.

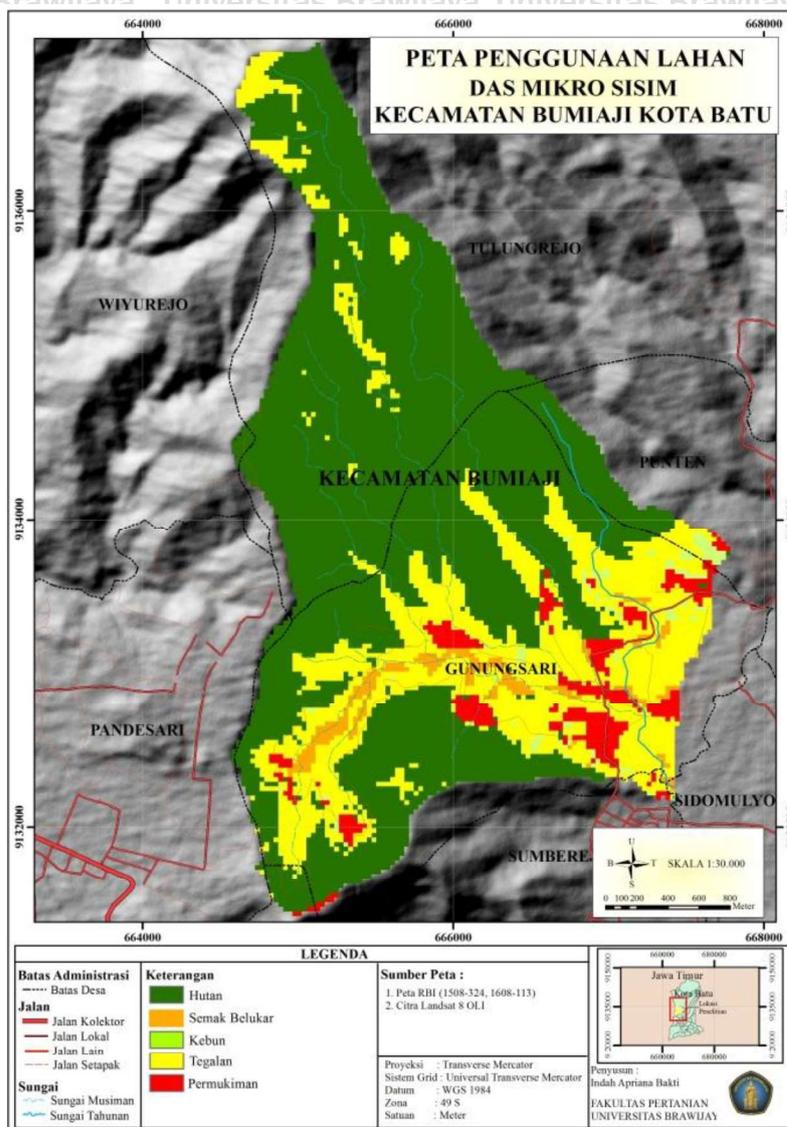
Hasil identifikasi melalui citra landsat 8 OLI/TIRS didapatkan beberapa tipe penggunaan lahan yang berada di DAS Mikro Sisim yaitu Hutan, Semak Belukar, Kebun, Tegalan, dan Permukiman yang disajikan pada Gambar 10. Penggunaan lahan yang paling mendominasi adalah penggunaan lahan Hutan ± 408,22 ha atau sebesar 44,18%, Hutan di lokasi penelitian termasuk ke dalam Hutan Produksi yang didominasi oleh pohon pinus dan tanaman hortikultura. Bagian bawah lokasi penelitian terdapat penggunaan lahan Kebun seluas 4,99% dari total luas keseluruhan.

Kebun di lokasi penelitian mayoritas ditanami oleh pohon jeruk dan pohon apel.

Luasan penggunaan lahan disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Luasan Penggunaan Lahan di DAS Mikro Sisim

| No    | Penggunaan Lahan | Luas (ha) | (%)   |
|-------|------------------|-----------|-------|
| 1     | Hutan            | 605,98    | 65,57 |
| 2     | Semak Belukar    | 23,24     | 2,51  |
| 3     | Kebun            | 11,44     | 1,24  |
| 4     | Tegalan          | 241,75    | 26,16 |
| 5     | Permukiman       | 41,76     | 4,52  |
| Total |                  | 924,17    | 100   |

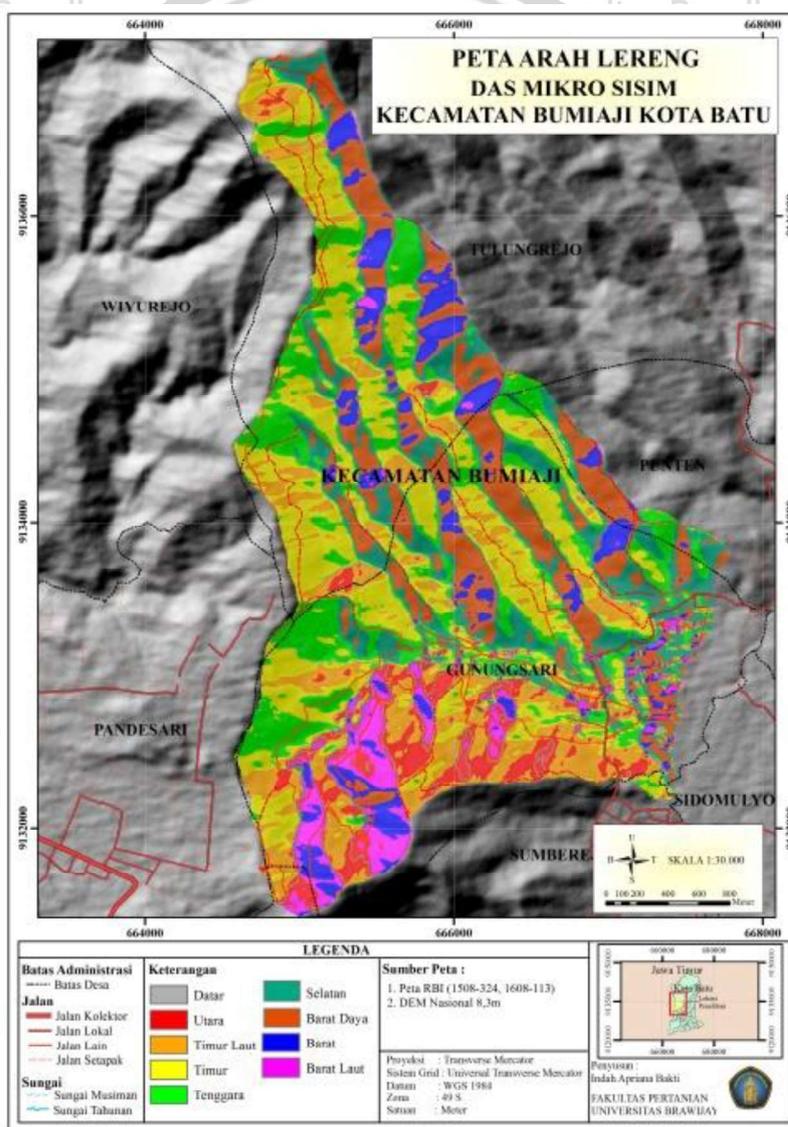


Gambar 10. Peta Penggunaan lahan di DAS Mikro Sisim

Luas penggunaan lahan semak belukar pada Tabel 14 memiliki luas 23,24 ha (2,51%), tegalan 241,75 ha (26,16%) yang didominasi oleh tanaman hias seperti bunga mawar, *peacock*, dan krisan serta tanaman hortikultura seperti bunga kol, kubis, sawi daging, dll. Pengairan pada penggunaan lahan tegal atau ladang mengandalkan air hujan, pada musim kemarau petani mendatangkan air dari tempat lain untuk menyirami tanamannya.

### 4.7. Arah Lereng

Arah lereng mempunyai pengaruh terhadap terjadinya longsor hal ini disebabkan oleh penerimaan sinar matahari secara langsung yang mengakibatkan tanah pembentuk lereng menjadi kering dan apabila musim hujan tiba maka air akan masuk ke dalam rongga tanah yang terbuka sehingga ketika sudah terisi penuh dapat mengakibatkan longsor dan erosi tanah (Hidayah *et al.*, 2017). Peta arah lereng pada lokasi penelitian disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Peta Arah Lereng di DAS Mikro Sisim

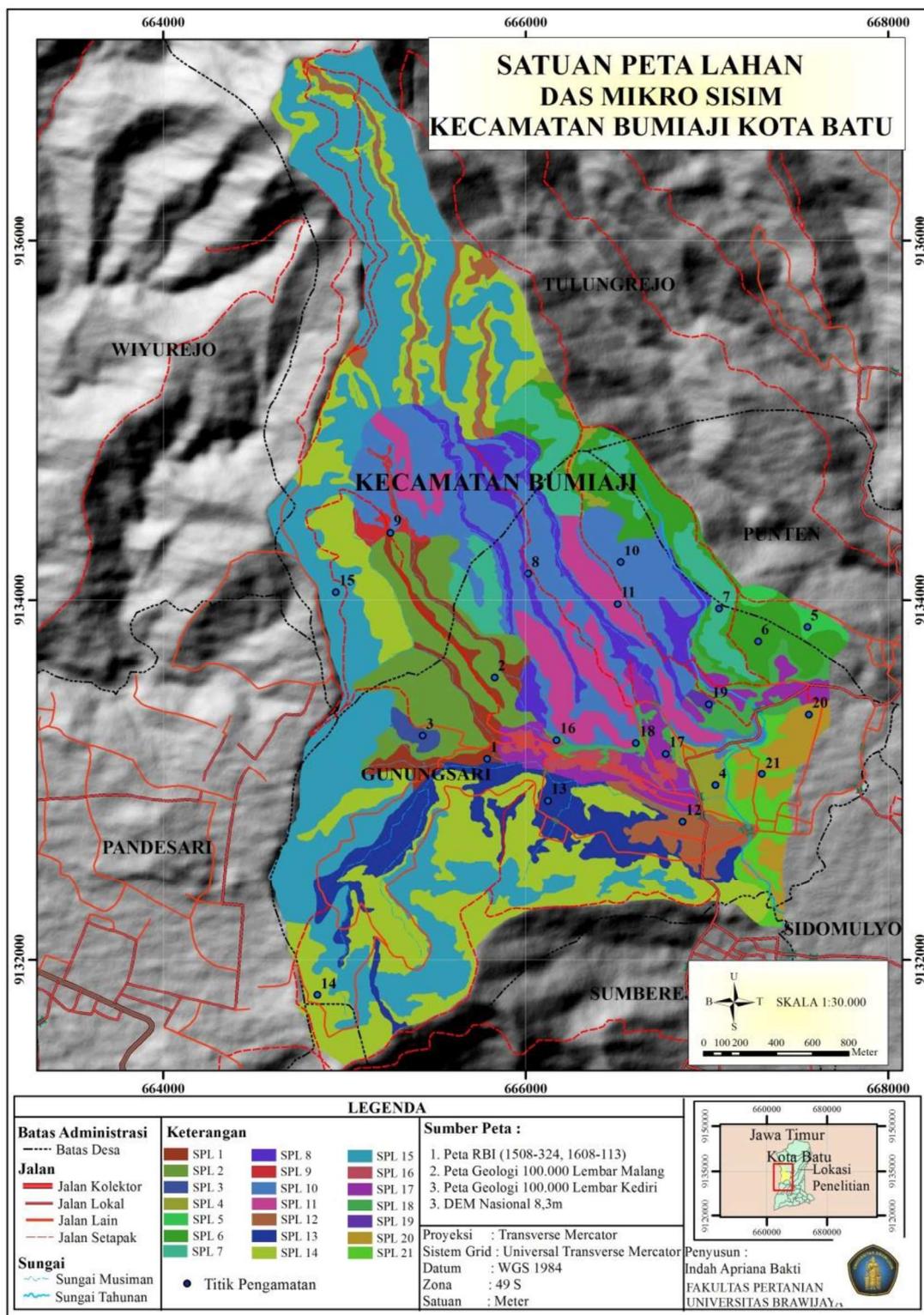
#### 4.8. Satuan Peta Lahan dan Titik Pengamatan

Satuan peta lahan pada DAS Mikro Sisim diperoleh dari hasil *overlay* peta geologi, *hillshade*, relief, dan kemiringan. Satuan peta lahan digunakan untuk mengetahui karakteristik fisiografi suatu lahan. Hasil dari *overlay* peta menghasilkan 21 satuan peta lahan dan masing-masing satuan peta lahan digunakan sebagai daerah perwakilan untuk melakukan pengamatan. Hal ini berarti pada setiap satuan peta lahan terdapat satu titik pengamatan yang digunakan sebagai titik validasi. Berikut nama satuan peta lahan dan luasan masing-masing satuan peta lahan disajikan pada Tabel 15 sedangkan sebaran satuan peta lahan disajikan pada Gambar 12.

Tabel 15. Luasan Satuan Peta Lahan

| No    | No SPL | Keterangan                  | Luas (ha) | Presentase (%) |
|-------|--------|-----------------------------|-----------|----------------|
| 1     | SPL 1  | Qpat, berbukit kecil 8-15%  | 19,44     | 1,55           |
| 2     | SPL 2  | Qpat, Berbukit kecil 25-45% | 53,70     | 4,29           |
| 3     | SPL 3  | Qpat, Berbukit kecil >45%   | 3,26      | 1,00           |
| 4     | SPL 4  | Qpat, Berbukit 8-15%        | 11,71     | 1,00           |
| 5     | SPL 5  | Qpat, Berbukit 15-25%       | 4,69      | 1,00           |
| 6     | SPL 6  | Qpat, Berbukit 25-45%       | 45,27     | 4,00           |
| 7     | SPL 7  | Qpat, Berbukit >45%         | 40,19     | 3,21           |
| 8     | SPL 8  | Qpat, Bergelombang 8-15%    | 33,97     | 3,00           |
| 9     | SPL 9  | Qpat, Bergelombang 15-25%   | 4,82      | 1,00           |
| 10    | SPL 10 | Qpat, Bergelombang 25-45%   | 103,62    | 8,12           |
| 11    | SPL 11 | Qpat, Bergelombang >45%     | 41,96     | 3,35           |
| 12    | SPL 12 | Qpat, Bergunung 8-15%       | 32,03     | 2,56           |
| 13    | SPL 13 | Qpat, Bergunung 15-25%      | 48,58     | 4,00           |
| 14    | SPL 14 | Qpat, Bergunung 25-45%      | 174,28    | 14,00          |
| 15    | SPL 15 | Qpat, Bergunung >45%        | 219,09    | 17,52          |
| 16    | SPL 16 | Qpat, Berombak 0-8%         | 9,39      | 1,00           |
| 17    | SPL 17 | Qpat, Berombak 8-15%        | 27,37     | 1,00           |
| 18    | SPL 18 | Qpat, Berombak 15-25%       | 15,98     | 1,00           |
| 19    | SPL 19 | Qpat, Berombak 25-45%       | 1,10      | 1,00           |
| 20    | SPL 20 | Qpat, Datar 0-8%            | 17,17     | 1,00           |
| 21    | SPL 21 | Qpat, Datar 8-15%           | 16,62     | 1,00           |
| Total |        |                             | 924,17    | 100            |

Berdasarkan tabel diatas satuan peta lahan yang memiliki daerah terluas yaitu SPL 15 dengan karakteristik formasi geologi Qpat, Relief Bergunung, dan kelerengan >45% sedangkan satuan peta lahan yang memiliki daerah tersempit yaitu SPL 19 dengan luasan 1,10 ha.



Gambar 12. Satuan Peta Lahan dan Titik Pengamatan



**V. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**5.1. Hasil Perhitungan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)**

Berdasarkan perhitungan bobot pada metode AHP maka diperoleh bobot yang paling berpengaruh terhadap longsor adalah penggunaan lahan dengan skor 21%, kelerengan senilai 20%, curah hujan dengan nilai skor 18%, dan skor yang paling kecil adalah parameter jarak dari jalan dan arah lereng dengan skor senilai 5%. Hasil dari perhitungan bobot disajikan pada Tabel 16. Berikut tahapan yang pembobotan dari metode AHP:

Tahap 1 : Membentuk Matriks Perbandingan Berpasangan

Tabel 16. Matriks Perbandingan Berpasangan

|    | PL   | G    | L    | CH   | JJ | JS   | TT  | AL   |
|----|------|------|------|------|----|------|-----|------|
| PL | 1    | 3    | 2    | 0,5  | 3  | 2    | 2   | 4    |
| G  | 0,33 | 1    | 1    | 1    | 2  | 1    | 3   | 3    |
| L  | 0,5  | 1    | 1    | 2    | 4  | 3    | 3   | 3    |
| CH | 2    | 1    | 0,5  | 1    | 4  | 4    | 3   | 4    |
| JJ | 0,33 | 0,5  | 0,25 | 0,25 | 1  | 1    | 1   | 0,33 |
| JS | 0,5  | 1    | 0,33 | 0,25 | 1  | 1    | 1   | 4    |
| TT | 0,5  | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 1  | 1    | 1   | 5    |
| AL | 0,25 | 0,33 | 0,33 | 0,25 | 3  | 0,25 | 0,2 | 1    |

Keterangan; PL = Penggunaan Lahan, G = Geologi, L = Kelerengan, CH = Curah Hujan, JJ = Jarak dari Jalan, JS = Jarak dari Sungai, TT = Tekstur Tanah, dan AL = Arah Lereng,

Tahap 2 : Perhitungan Bobot Prioritas

Tahap perhitungan bobot prioritas meliputi tahap : 1) penjumlahan nilai untuk setiap kolom pada matriks perbandingan parameter, 2) pembagian nilai setiap sel dengan nilai total pada kolom yang bersangkutan, 3) perhitungan normalisasi diperoleh dengan melakukan perhitungan nilai rata-rata setiap baris matriks ternormalisasi. Proses perhitungannya disajikan pada Lampiran 4.

Tahap 3 : Menghitung Indeks Konsistensi dan Rasio Konsistensi

Setelah melakukan perhitungan nilai ternormalisasi maka langkah selanjutnya yaitu menghitung indeks konsistensi dan rasio konsistensi yang disajikan secara terperinci pada Lampiran 4. Perhitungan nilai CI dan IR sebagai berikut:



$$\lambda \text{ maksimal} = (9,06 + 8,77 + 8,89 + 8,89 + 8,99 + 8,63 + 8,62 + 9,73)/8$$

$$: 8,95$$

Sehingga nilai CI didapat :

$$CI = (\lambda \text{ maksimal} - n) / (n - 1)$$

$$= (8,95 - 8) / 7$$

$$= 0,14$$

Nilai CI menunjukkan seberapa jauh tingkat konsistensinya, apabila CI bernilai nol (0) berarti matriks tersebut konsisten. Apabila nilai CI diperoleh lebih besar dari 0 ( $CI > 0$ ) selanjutnya diuji batas ketidak konsistenan yang diterapkan oleh Saaty. Pengujian diukur dengan menggunakan CR yaitu nilai indeks, atau perbandingan antara CI dan IR.

$$CR = CI / IR$$

$$= 0,14 / 1,14$$

$$= 0,096$$

Nilai IR yang digunakan sesuai dengan ordo n matriks. Apabila CR lebih kecil 10% (0,1) berarti ketidak konsistenan pendapat masing-masing dapat diterima. Hasil dari perhitungan menunjukkan bahwa nilai CR yaitu 0,096 atau nilai  $CR < 0,10$ . Apabila nilai  $CR > 0,10$  berarti telah terjadi penilaian yang tidak konsisten. Jika pada kondisi tidak konsisten, maka perlu dilakukan perhitungan kembali terutama dalam menentukan nilai kepentingan dari masing-masing parameter yang dibandingkan.

Hasil dari perhitungan yang dilakukan pada tahap 1 sampai tahap 3 maka diperoleh hasil dari pembobotan masing-masing parameter yang disajikan pada Tabel 17.

Berdasarkan Tabel 17 parameter yang mempunyai bobot paling tinggi adalah penggunaan lahan sebesar 21% karena menurut para responden penggunaan lahan yang terdapat pada lokasi penelitian mempunyai peranan penting dalam memicu terjadinya longsor. Hal ini didukung juga oleh kemiringan yang ada di lokasi penelitian yang curam sehingga memicu terjadinya longsor. Parameter yang paling kecil skornya yaitu arah lereng, hal ini karena arah lereng tidak terlalu berpengaruh terhadap terjadinya longsor.

Tabel 17. Bobot Parameter Metode AHP

| Parameter         | Bobot (%) | Total (%) |
|-------------------|-----------|-----------|
| Penggunaan Lahan  | 21        |           |
| Geologi           | 14        |           |
| Curah Hujan       | 18        |           |
| Kelerengan        | 20        | 100       |
| Jarak dari Jalan  | 5         |           |
| Jarak dari Sungai | 9         |           |
| Tekstur Tanah     | 8         |           |
| Arah Lereng       | 5         |           |

## 5.2. Pemetaan Bahaya Longsor di DAS Mikro Sisim

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan terdapat kejadian longsor sebanyak 57 titik kejadian longsor. Kejadian longsor ditemukan pada SPL 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,14,15,18, dan 19. Titik longsor yang ditemukan paling banyak pada SPL 14 dan 15, SPL 14 ditemukan longsor sebanyak 15 kejadian longsor dan SPL 15 ditemukan 18 kejadian longsor. Kejadian longsor banyak ditemukan di lahan pertanian hutan dan tegalan, tebing jalan, dan tebing lahan. Hasil dari pemetaan bahaya longsor metode SNI dan metode AHP serta titik validasi di lapangan disajikan pada Gambar 14.

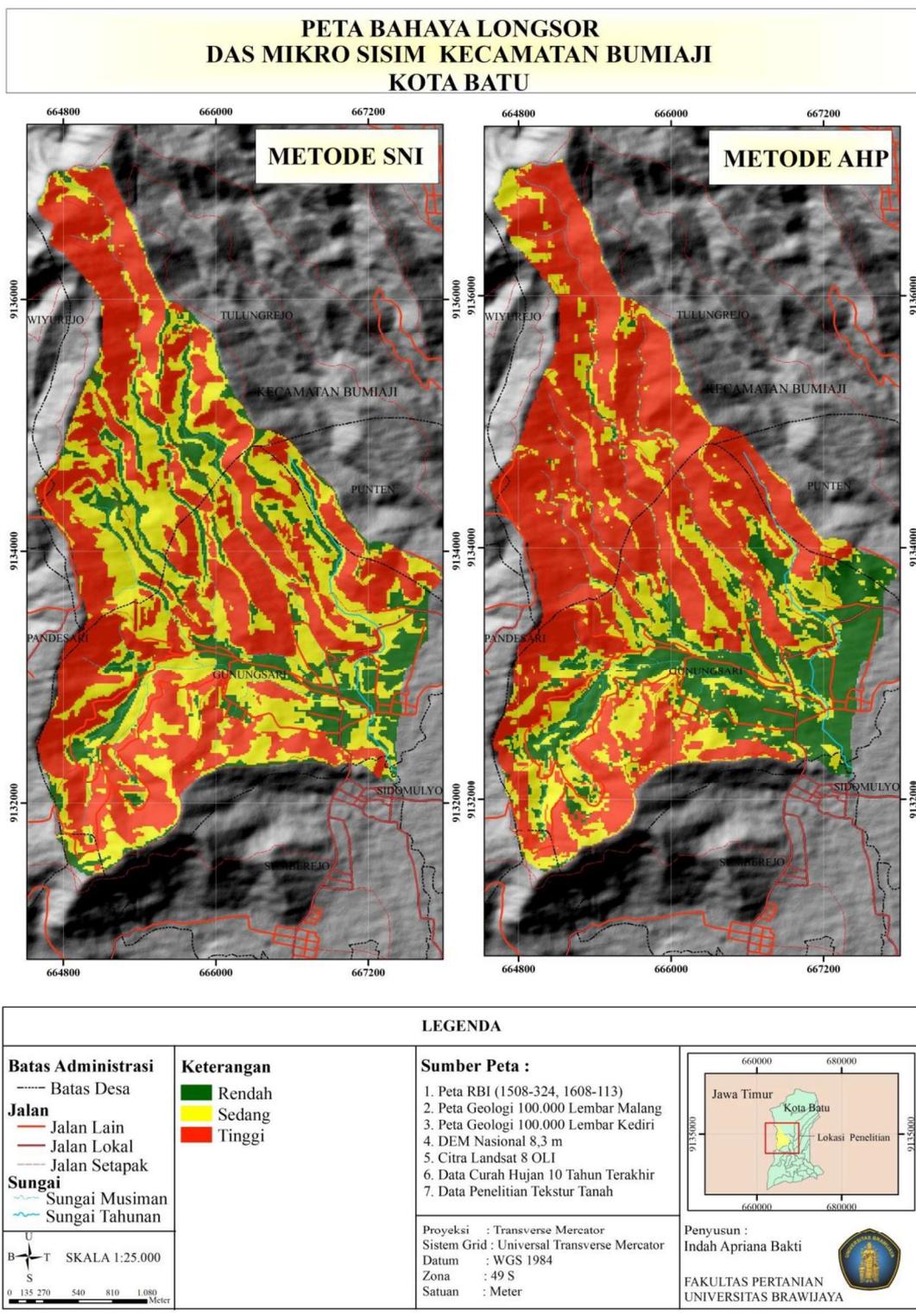
Tipe longsor yang terjadi di lokasi penelitian adalah longsor (*slide*), dan aliran (*flow*) yang disajikan pada Gambar 13. Tipe longsor *Slide* yang terjadi di lapangan yaitu longsor translasi dan longsor rotasi. Longsor translasi merupakan longsor yang terjadi karena Bergeraknya massa tanah dan batuan bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai. Longsor rotasi merupakan Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung. Tipe longsor aliran terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air, kecepatan aliran tergantung dengan kemiringan lereng, volume, jenis material, dan tekanan air.

Kejadian Longsor pada Gambar 13 (a) terjadi pada SPL 4, kondisi aktual SPL 4 yaitu lahan semak belukar yang memiliki tingkat kelerengan >40%. Menurut informasi yang didapatkan dari penduduk kejadian longsor terjadi pada saat musim hujan dan pada lokasi tersebut terdapat saluran air yang digunakan untuk mengaliri

lahan di sekitarnya. Sehingga pada saat hujan turun saluran tidak mampu menampung kapasitas air pada saat hujan, hal ini mengakibatkan air tersebut mengalir ke tebing lahan sehingga air tersebut mengerosi bagian tepi lahan dan membawa massa ke lereng bawah. Menurut informasi yang didapatkan dari petani pada Gambar 13 (b) longsor diakibatkan adanya pembukaan lahan hutan menjadi kebun yang terjadi di SPL 11 dengan kemiringan 48%. Tanaman yang digunakan tidak memiliki perakaran yang kuat sehingga ketika musim hujan tidak terdapat akar yang kuat untuk mengikat butiran air hujan yang mengakibatkan tanah tersebut longsor.



Gambar 13. Tipe Longsor di Lapangan (a) longsor rotasi, (b) longsor rotasi (c) longsor translasi, dan (d) Aliran (Flow)



Gambar 14. Peta Bahaya Longsor Metode SNI dan Metode AHP

Tabel 18. Luasan Kelas Bahaya Longsor Berdasarkan Metode SNI

| No | Kelas Bahaya Longsor | Luas (ha) | Persentase (%) |
|----|----------------------|-----------|----------------|
| 1  | Rendah               | 141,69    | 15,33          |
| 2  | Sedang               | 337,03    | 36,46          |
| 3  | Tinggi               | 445,45    | 48,21          |
|    | Total                | 924,17    | 100            |

### 5.1.2 Pemetaan Bahaya Longsor Menggunakan Metode AHP

Parameter yang digunakan untuk menentukan bahaya longsor metode ini ada delapan yaitu penggunaan lahan, geologi, kelerengan, curah hujan, jarak dari jalan, jarak dari sungai, tekstur tanah, dan arah lereng. Hasil akhir peta dari metode AHP tidak jauh berbeda dengan peta yang dihasilkan menggunakan metode SNI, hal ini disebabkan parameter yang digunakan tidak jauh berbeda. Kelas bahaya longsor dari metode ini terdiri dari rendah sampai tinggi yang disajikan pada Gambar 14. Berdasarkan hasil peta tersebut lokasi penelitian memiliki potensi bahaya longsor yang tinggi seluas 56,10 % dari total keseluruhan. Luasan masing-masing potensi bahaya longsor disajikan pada Tabel 19.

Tabel 19. Luasan Bahaya Longsor Berdasarkan Metode AHP

| No | Kelas Bahaya Longsor | Luas (ha) | Persentase (%) |
|----|----------------------|-----------|----------------|
| 1  | Rendah               | 177,13    | 19,17          |
| 2  | Sedang               | 228,61    | 24,73          |
| 3  | Tinggi               | 518,43    | 56,10          |
|    | Total                | 924,17    | 100            |

Berdasarkan Tabel 19 bahaya longsor yang paling sempit yaitu bahaya longsor rendah seluas 19,17% dan potensi bahaya sedang seluas 24,73% dari total keseluruhan. Hal ini disebabkan oleh penggunaan lahan yang dominan hutan dan tegalan serta kelerengan yang masuk ke dalam kategori curam. Perbandingan luasan kedua metode disajikan pada Tabel 20, tabel tersebut menunjukkan bahwa peta bahaya longsor yang dihasilkan oleh kedua metode memiliki kelas dominan yang sama yaitu kelas bahaya tinggi. Selain itu, kelas bahaya yang paling kecil luasanya yaitu kelas bahaya longsor rendah seluas 141,69 ha untuk Metode SNI dan 177,13 ha untuk Metode AHP. Berdasarkan hasil penelitian wilayah yang memiliki kelas

bahaya longsor tinggi yaitu Desa Tulungrejo seluas 270,70 ha, Desa Gunungsari seluas 226,11 ha, Desa Wiyurejo seluas 1,78 ha, dan Desa Punten seluas 21,20 ha.

Tabel 20. Perbandingan Kelas Bahaya Longsor Metode SNI dan Metode AHP

| No | Kelas Bahaya Longsor | Luas (ha) |        | Selisih (ha) | Persentase (%) |
|----|----------------------|-----------|--------|--------------|----------------|
|    |                      | SNI       | AHP    |              |                |
| 1  | Rendah               | 141,69    | 177,13 | 35,44        | 16,34          |
| 2  | Sedang               | 337,03    | 228,61 | 108,42       | 49,97          |
| 3  | Tinggi               | 445,45    | 518,43 | 72,98        | 33,65          |
|    | Total                | 924,17    | 924,17 | 216,84       | 99,86%         |

### 5.3. Uji Validasi Peta Bahaya Longsor

Validasi dilakukan dengan membandingkan peta bahaya longsor dengan kondisi aktual di lapangan. Titik sampel yang digunakan pada metode SNI dan metode AHP sebanyak 21 sampel yang disajikan pada Lampiran 2.

#### 5.1.4 Uji Akurasi

Uji akurasi merupakan suatu analisis untuk menentukan tingkat ketelitian hasil klasifikasi yang sudah dibuat dengan membandingkan dengan kondisi aktual di lapangan. Perhitungan ini dilakukan disetiap metode yang digunakan.

##### 5.1.4.1 Uji Akurasi Peta Longsor Standar Nasional Indonesia (SNI)

Metode ini menghasilkan nilai *user accuracy* pada kelas rendah sebesar 25%, sedang 71%, dan tinggi sebesar 90%. Hal ini sama artinya dengan hasil dari bahaya longsor kelas tinggi pada metode SNI memiliki peluang 90% kebenaran di lapangan dan terdapat 10% hasil dari klasifikasi tidak sesuai dengan kondisi aktual di lapangan.

Tabel hasil dari perhitungan tingkat akurasi disajikan pada Tabel 21.

Nilai *producer accuracy* pada kelas tinggi sebanyak 100% hal ini berarti hasil dari klasifikasi sesuai dengan kondisi di lapangan. Nilai *overall accuracy* menunjukkan banyaknya jumlah piksel yang diklasifikasikan dibandingkan dengan jumlah sampel yang digunakan untuk uji akurasi pada semua kelas, hasil dari *overall accuracy* sebesar 71,42%.

Tabel 21. Hasil Perhitungan Akurasi Metode SNI

| Kelas             | Data Pengamatan |        |        | Total | User Accuracy | Error Commission |
|-------------------|-----------------|--------|--------|-------|---------------|------------------|
|                   | Rendah          | Sedang | Tinggi |       |               |                  |
| Rendah            | 1               | 3      | 0      | 4     | 25%           | 75%              |
| Sedang            | 2               | 5      | 0      | 7     | 71%           | 29%              |
| Tinggi            | 0               | 1      | 9      | 10    | 90%           | 10%              |
| Total             | 3               | 9      | 9      | 21    |               |                  |
| Producer Accuracy | 33%             | 55,50% | 100%   |       |               |                  |
| Error Omission    | 77%             | 44,50% | 0      |       |               |                  |
| Overall Accuracy  | 71,42%          |        |        |       |               |                  |
| Kappa Coefficient | 0,59            |        |        |       |               |                  |

#### 5.1.4.2 Uji Akurasi Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Hasil dari perhitungan *user accuracy*, *producer accuracy*, *overall accuracy*, dan *kappa coefficient* menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan perhitungan pada metode SNI. Perhitungan nilai akurasi disajikan pada Tabel 22.

Berdasarkan data yang dihasilkan *nilai user accuracy* yang paling tinggi pada kelas bahaya longsor tinggi sebesar 100% hal ini menunjukkan bahwa hasil dari klasifikasi sesuai dengan kondisi di lapangan. Uji akurasi keseluruhan atau *overall accuracy* pada estimasi peta ini sebesar 80,95%. Apabila dibandingkan dengan metode SNI nilai akurasi metode AHP memiliki keunggulan sebesar 23,81%. Selanjutnya, nilai indeks kappa pada Tabel 22 menunjukkan nilai sebesar 0,78 semakin besar nilai indeks kappa mendekati nilai 1 maka nilai tersebut akan semakin bagus karena peta tersebut mampu menghindari kesalahan sebesar 78% di lapangan. Parameter yang digunakan metode AHP memiliki jumlah yang lebih banyak dan lebih disesuaikan dengan kondisi aktual selain itu nilai atau bobot dari parameter atau sub-parameter juga dihubungkan dengan kondisi aktual di lapangan. Sehingga tingkat kebenaran lebih mendekati dengan kondisi aktual di lapangan.

Metode AHP memiliki tingkat akurasi yang tinggi karena hasil dari matrik perbandingan berpasangan dari parameter yang digunakan untuk mengambil keputusan tersebut konsisten. Selain itu, pada penggunaan metode ini semua parameter yang memiliki hubungan atau pengaruh terhadap longsor dapat dimasukkan ke dalam proses pembahasan (Achu dan Rajesh, 2017). Maka dari itu,

jumlah parameter juga dapat mempengaruhi tingkat keakurasian peta. Penggunaan parameter *Analytical Hierarchy Process* (AHP) disesuaikan dengan kondisi aktual di lapangan, apabila kondisi aktual di lapangan penggunaan lahan memiliki pengaruh yang lebih besar maka responden akan memilih penggunaan lahan sebagai parameter yang paling mempengaruhi longsor.

Tabel 22. Hasil Perhitungan Tingkat Akurasi Metode AHP

| Kelas                    | Data Pengamatan |        |        | Total | User Accuracy | Error Commission |
|--------------------------|-----------------|--------|--------|-------|---------------|------------------|
|                          | Rendah          | Sedang | Tinggi |       |               |                  |
| Rendah                   | 9               | 1      | 0      | 10    | 90%           | 25%              |
| Sedang                   | 0               | 4      | 2      | 6     | 67%           | 12%              |
| Tinggi                   | 0               | 0      | 5      | 5     | 100%          | 20%              |
| Total                    | 9               | 5      | 7      | 21    |               |                  |
| <i>Producer Accuracy</i> | 100%            | 80%    | 71,43% |       |               |                  |
| <i>Error Omission</i>    | 0%              | 20%    | 28,57% |       |               |                  |
| <i>Overall Accuracy</i>  | 80,95%          |        |        |       |               |                  |
| <i>Kappa Coefficient</i> | 0,78            |        |        |       |               |                  |

#### 5.4. Analisis Bahaya Longsor di DAS Mikro Sisim

Berdasarkan hasil pemetaan bahaya longsor dari kedua metode menunjukkan bahwa peta yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi adalah pemetaan menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Nilai akurasi pada metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) sebesar 80,95% sedangkan Metode SNI sebesar 71,42%. Uji akurasi dilakukan dengan membandingkan peta yang dihasilkan dengan kondisi aktual di lapangan. Parameter yang digunakan untuk validasi di lapangan adalah penggunaan lahan, kelerengan, jarak dari jalan, jarak dari sungai, dan kejadian longsor yang terjadi sebelumnya. Hasil dari pemetaan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) menunjukkan bahwa lokasi penelitian didominasi oleh kelas bahaya longsor tinggi. Hal ini sesuai dengan pendugaan bahaya longsor oleh BPBD yang terdapat pada Lampiran 1, peta pendugaan bahaya longsor oleh BPBD menunjukkan bahwa Kecamatan Bumiaji didominasi oleh kelas bahaya longsor tinggi.

Berdasarkan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) parameter yang mempunyai pengaruh lebih dari  $>15\%$  adalah penggunaan lahan sebesar  $21\%$ , kelerengan  $20\%$ , dan curah hujan  $18\%$ . Hasil menunjukkan bahwa kejadian longsor banyak terjadi di penggunaan lahan hutan dengan kemiringan lebih dari  $25\%$  hal ini dikarenakan pada kondisi aktual banyak ditemukan di penggunaan lahan hutan dengan adanya aktifitas pemotongan lereng menjadi jalan atau digunakan sebagai lahan baru. Kejadian longsor pada lokasi penelitian terjadi adanya pengaruh dari penggunaan yang dianggap rawan longsor dan kelerengan  $>25\%$ . Sehingga peta dihasilkan dari kombinasi parameter penyusun peta longsor, hasil menunjukkan longsor terjadi di penggunaan lahan hutan, lereng  $>25\%$ , curah hujan  $>2000$  mm/jam, tekstur tanah debu, jarak dari jalan dan jarak dari sungai  $0-50$ m.

Penggunaan lahan yang paling banyak ditemukan longsor yaitu penggunaan lahan hutan dan tegalan, tegalan merupakan lahan kering yang ditanami oleh tanaman musiman atau tahunan yang memiliki kerapatan vegetasi rendah. Hal ini sama seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Khosiah *et al.* (2017), yaitu tata guna lahan pada daerah rawan longsor umumnya berupa tegalan, semak belukar, atau lahan kosong pada lereng bagian atas sedangkan bagian bawah berupa bangunan infrastruktur seperti permukiman dan jalan. Sebagian wilayah DAS mikro Sisim memiliki relief bergelombang sampai bergunung dan termasuk bagian dari lereng Gunungapi Anjasmara. Menurut Soewandita (2018), lahan yang memiliki kondisi fisiografi bergelombang hingga berbukit dimanfaatkan untuk aktivitas budidaya pertanian, seperti digunakan sebagai sentra wilayah agribisnis peternakan dan pertanian. Aktivitas budidaya yang mempunyai prospek ekonomi tinggi adalah budidaya pertanian hortikultura. Hal ini ditambahkan oleh Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 22/PRT/M/2007 daerah potensi longsor di daerah lereng gunung atau pegunungan mempunyai kelas bahaya sedang dan tinggi hal ini dicirikan dengan penggunaan lahan tanaman yang memiliki perakaran dangkal seperti alang-alang, rumput-rumputan, tumbuhan semak, dan tumbuhan perdu. Selain itu daerah yang memiliki tingkat bahaya sedang dicirikan dengan tanaman yang memiliki daun jarum seperti cemara dan pinus.

Berdasarkan kondisi aktual di lapangan, tanah longsor juga terjadi di penggunaan lahan hutan, menurut Sarief (1986) penduduk akan mengeksploitasi sumber daya secara berlebihan ketika mengalami kekurangan makan dan kebutuhan hidup lainnya misalnya dengan penebangan hutan. Hal ini akan mengakibatkan daya dukung lingkungan dan presentase luas tanah yang dapat digarap meningkat tetapi dengan adanya peningkatan tersebut timbul masalah baru yaitu tanah menjadi terbuka dan cenderung untuk menimbulkan longsor. Hal ini ditambahkan oleh Arsyad (1989) yang menyatakan bahwa akibat kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat, tanah yang berada di lokasi tersebut tidak dapat dibiarkan tertutup hutan dan padang rumput melainkan diusahakan menjadi usaha pertanian yang memiliki peranan penting dalam menyebabkan longsor. Selain itu, kejadian longsor tidak hanya dipengaruhi oleh faktor penggunaan lahan saja tetapi juga dapat disebabkan oleh faktor yang lainnya.

Usaha-usaha untuk mengurangi resiko terjadinya longsor akibat kegiatan pertanian yang dilakukan yaitu memperbaiki cara pengelolaan lahan sesuai dengan peraturan yang sudah ada. Pedoman budidaya pertanian pada lahan pegunungan tercantum dalam Peraturan Menteri Pertanian No 47/Permentan/OT.140/10/2006 yang menyatakan bahwa teknik pengendalian longsor dapat dilakukan dengan cara pendekatan vegetatif. Pendekatan vegetatif pada prinsipnya adalah mencegah air terakumulasi di atas bidang miring, maka dari itu perlu dilakukan penanaman jenis tanaman yang memiliki perakaran dalam, dapat menembus lapisan kedap air, mampu merembeskan air ke lapisan yang lebih dalam, dan memiliki massa yang relatif ringan. Selain itu juga dapat dilakukan pengendalian pendekatan mekanis seperti pembuatan saluran drainase, pembuatan bangunan penahan material longsor, pembuatan bangunan penguat dinding atau tebing, dan pembuatan trap-trap terasering. Hal ini ditambahkan oleh Syarief (1986) usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi kerusakan hutan antara lain mengadakan penyuluhan tentang arti pengawetan tanah, sistem tebang pilih, sistem tebang habis dengan luas terbatas, dan reboisasi.

Selain penggunaan lahan longsor juga didukung oleh nilai kelerengan yang ada di lokasi penelitian. Lokasi penelitian didominasi oleh kelerengan  $>15\%$  dan kejadian tanah longsor paling banyak ditemukan pada kelerengan lebih dari  $40\%$ , menurut suranto (2006), kemiringan lereng lebih dari  $20$  derajat atau sekitar  $40\%$  memiliki potensi untuk bergerak atau longsor meskipun lereng suatu lahan yang miring tidak selalu mempunyai potensi untuk longsor hal ini tergantung juga oleh faktor pemicu longsor yang lainnya. Hal ini sependapat dengan Audino *et al.* (2014), yang menyatakan bahwa semakin curam kemiringan suatu lereng maka akan semakin besar potensi untuk terjadinya longsor. Apabila kejadian longsor terjadi di kemiringan lereng yang curam dan penggunaan lahan pertanian maka dapat diminimalisir dengan perbaikan pengelolaan lahan, seperti pembuatan terasering yang berlawanan arah dengan arah lereng dan pemilihan tanaman atau komoditas yang sesuai dengan karakteristik lahan tersebut. Selain itu, curah hujan juga mempunyai peranan penting dalam memicu terjadinya longsor.

Curah hujan di lokasi penelitian berkisar antara  $1806,182$  mm/tahun sampai  $2381,455$  mm/tahun. Curah hujan yang tinggi mampu menimbulkan longsor karena air yang masuk ke dalam rekahan atau retakan tanah akan terakumulasi pada bagian dasar lereng dan menimbulkan gerakan lateral (Nandi, 2007). Hal ini ditambahkan oleh Utomo (1989) bahwa intensitas dan ukuran curah hujan mempunyai peranan dalam menghancurkan agregat-agregat tanah melalui energi kinetik yang dihasilkan. Besarnya energi kinetik hujan tergantung pada jumlah hujan, intensitas, dan kecepatan jatuhnya hujan. Kecepatan jatuhnya hujan ditentukan oleh ukuran-ukuran butir hujan dan angin. Menurut Tubbs (1975 dalam Soemarno (2009)) faktor intensitas curah hujan mempunyai pengaruh terhadap kestabilan tanah sehingga memicu terjadinya longsor. Ketika intensitas curah hujan rendah sampai sedang maka jumlah air yang masuk ke dalam tanah mampu menekan jumlah air yang mengalir di permukaan tetapi ketika intensitas curah hujan tinggi maka aliran permukaan menyebabkan hanyutnya massa tanah yang tergerus oleh massa air. Massa tanah dan air tersebut mengalir ke arah bawah lereng yang menyebabkan daya gerus air semakin tinggi, hal ini menyebabkan adanya dorongan yang kuat untuk membawa

lapisan tanah yang dilalui. Perpindahan massa (longsor) yang terjadi pada wilayah yang mempunyai dominan tanah berbatu dengan kelerengan batuan yang terjal bisa terjadi sangat cepat dan berbahaya.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 22/PRT/M/2007 menjelaskan sifat batuan yang mempunyai kepekaan tinggi terhadap terjadinya tanah longsor yaitu batuan yang tersusun atas andesit, breksi andesit, tuf, napal, dan batu lempung.

Berdasarkan peta geologi Lembar Kediri dan Lembar Malang lokasi penelitian tersusun atas breksi gunungapi, breksi tuff, tuf, dan lava. Breksi gunungapi pada umumnya mempunyai komponen andesit sehingga lokasi penelitian memiliki kepekaan yang tinggi terhadap tanah longsor, selain itu komposisi dari breksi tuff menurut Respati *et al.* (2010), mempunyai tingkat pelapukan yang tinggi sehingga menghasilkan tanah dengan tekstur berlempung. Hal ini ditambahkan oleh Priyono *et al.* (2006) batuan tersebut memiliki tingkat pelapukan yang tinggi dengan struktur pelapisan yang sejajar arah kemiringan lereng sehingga memungkinkan sekali lereng pada lokasi penelitian rawan terjadi longsor. Jenis batuan yang berasal dari bahan vulkanik memiliki sifat kepekaan terhadap longsor yang tinggi karena sifat batuan yang belum terkonsolidasi dengan baik, erodibilitas tinggi serta porositas dan permeabilitas tinggi. Selain itu, batuan vulkanik mudah mengalami pelapukan yang menyebabkan berkurangnya kekuatan batuan sehingga membentuk lapisan batuan lemah dan tanah residu yang tebal.

Berdasarkan hasil penelitian kejadian longsor banyak terjadi pada wilayah yang memiliki tekstur berlempung dan debu karena tekstur tanah yang mengandung pasir akan memudahkan terjadinya peresapan air ke dalam tanah dan mudah merekah ketika musim kemarau hal ini dikarenakan sifat tanah yang banyak mengandung pasir menjadi tempat masuknya air secara mudah ke dalam tanah pada saat musim hujan (Soewandita, 2018). Sedangkan tekstur tanah yang halus akan menyerap air sangat lambat sehingga curah hujan yang rendah akan mengakibatkan adanya aliran permukaan (Syarief, 1986). Tekstur tanah tersebut juga berada di kemiringan lereng  $>30\%$  hal ini sesuai dengan pernyataan Soewandita (2018) yang menyatakan bahwa solum tanah yang tebal, tekstur tanah yang mudah meresapkan air

terletak pada kondisi lereng yang terjal atau miring sehingga tanah akan rentan dan mudah tergelincir.

Kejadian longsor juga banyak ditemukan di tebing jalan dan tebing sungai hal ini karena pada tebing jalan maupun tebing sungai terdapat gangguan kestabilan lereng. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mustikaningrum (2006) kejadian longsor di daerah pegunungan banyak terjadi pada daerah tebing jalan, relief berbukit-bergunung pada lereng yang cukup terjal, dan jalan-jalan yang berkelok. Berkaitan dengan kestabilan lereng, tebing jalan hasil pemotongan lereng membuat kapasitas penyimpanan air dalam tanah berkurang sehingga penjenhuan pada tanah semakin cepat. Ketika tanah sudah jenuh air, maka air dapat meresap dan keluar dari tebing-tebing lereng ketika tanah sudah tidak mampu menahan air pada rongga tanah.



## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut;

1. Desa yang termasuk ke dalam bahaya longsor yaitu Desa Pandesari (2,36 ha), Desa Wiyurejo (1,99 ha), Desa Songgokerto (7,87 ha), Desa Sumberejo (2,87 ha), Desa Sidomulyo (0,44 ha), Desa Gunungsari (567,45 ha), Desa Punten (32,73 ha), dan Desa Tulungrejo (325,94 ha).
2. Berdasarkan hasil dari perhitungan pembobotan metode AHP yang berasal dari berbagai sumber di lapangan menunjukkan bahwa faktor yang paling mempengaruhi kejadian longsor adalah Penggunaan Lahan sebesar 21%, Kelerengan 20%, dan Curah Hujan 18%, dan
3. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) menunjukkan hasil yang lebih teliti atau sesuai dengan kondisi aktual dibandingkan dengan Metode SNI. Metode AHP memiliki nilai *overall accuracy* sebesar 80,95% sedangkan metode SNI nilai akurasinya sebesar 71,42%.

### 6.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi tersebut memiliki bahaya longsor yang rendah sampai tinggi, sehingga pada daerah yang memiliki tingkat bahaya yang tinggi perlu diperhatikan kembali pemanfaatan penggunaan lahan dan pengelolannya sehingga hal ini dapat mengurangi resiko atau meminimalisir bahaya yang akan terjadi. Selain itu, perlu adanya sosialisasi tentang daerah yang memiliki bahaya longsor kepada masyarakat sekitar sehingga masyarakat mengetahui daerah-daerah bahaya longsor dan lebih berhati-hati dalam pengelolaan lahannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achu, A.L dan R. Reghunanth. 2017. Application of Analytical Hierarchy Process (AHP) for Landslide Susceptibility Mapping: A Study From Southern Western Ghats, Kerala, India. 29-31 march 2017. Proc of the 3rd Disaster, Risk and Vulnerability Conference (DRVC2017) Dept Of Geology., University of Kerala., India.
- Arsyad, S. 1989. Konservasi Tanah dan Air. Bogor: IPB Press.
- Audinno, R.T., M.I.N. Setiawan., A. Gunawan dan A.E. Nandro. 2014. Investigasi Geologi Potensi Longsor Berdasarkan Analisis Sifat Fisik Dan Mekanik Batuan Daerah Kota Balikpapan, Kalimantan Timur. Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke-7. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Barus, B. 1999. Pemetaan Bahaya longsor Berdasarkan Klsifikasi Statistika Peubah Tunggal Menggunakan SIG: Studi Kasus Daerah Ciawi-Puncak-Pacet, Jawa-Barat. Jurnal Ilmu Tanah Lingkungan 2 (1) : 7-16.
- Bayuaji, D.G., A.L. Nugraha., dan A. Sukmono. Analisis Penentuan Zonasi Risiko Bencana Tanah Longsor Berbasis Sistem Informasi Geografis. Jurnal Geodesi Undip 5 (1): 326-335.
- BNPB. 2018. Data Bencana. <http://dibi.bnpb.go.id/data-bencana>. Diakses pada tanggal 5 April 2019.
- Boroumandi, M., M. Khomehchiyan, and M.R. Nikoudel. 2015. Using Of Analytical Hierarchy Process For Landslide Hazard Zonation In Zanjan Province, Iran. Volume 2 (165) : 951-955.
- Departemen Pertanian. 2006. Pedoman Umum Budidaya Pertanian Pada Lahan Pergunungan. Bogor: BBSDLP. P 4.
- Effendi, A.D. 2008. Identifikasi Kejadian Longsor dan Penentuan Faktor-Faktor Utama Penyebabnya di Kecamatan Babakan Madang Kabupaten Bogor. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Haryanti, S., K.B. Suryolelono dan R. Jayadi. 2010. Analisis Pengaruh Karakteristik Hujan Terhadap Gerakan Lereng. Jurnal Ilmiah Semesta Teknik 13 (2) : 105-115.
- Hasnawir. 2012. Intensitas Curah Hujan Memicu Tanah Longsor Dangkal Di Sulawesi Selatan (Rainfall Intensity Induced Shallow Landslides In South Sulawesi). Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea 1 (1): 62-73.
- Hidayah, A., Paharuddin dan M.A. Massinai. 2017. Analisis Rawan Bencana Longsor Menggunakan Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) Di Kabupaten Toraja Utara. Jurnal Geocelbes 1 (1) : 1-4.

- Ikqra. 2012. Studi Geomorfologi Pulau Ternate Dan Penilaian Resiko Longsor. Tesis. Program Pascasarjana. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Kadarsah, S., dan M.A. Ramdhani. 1998 .Sistem Pendukung Keputusan : Suatu Wacana Struktural Idealisasi dan Implementasi Konsep Pengambilan Keputusan. Bandung: PT Remaja Rosdakarya Bandung.
- Khoiri, M., L.M. Jaelani dan A. Widodo. 2018. Landslides Hazard Mapping Using Remote Sensing Data in Ponorogo Regency, East Java. *Journal of Society for Social Management Systems* 11 (2): 101-110.
- Khosyi'ah, M., M. Arozaq., H. Noor M.A., V. Andarista., A.D. Rahmawati., dan R.K. Putra. 2017. Interpretasi Citra QuickBird Untuk Identifikasi Penggunaan Lahan di Desa Karangtengah Kecamatan Sragen Kabupaten Sragen. *Prosiding Seminar Nasional Geotik: 258-262. Pendidikan Geografi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.*
- Mustikaningrum, D. 2006. Kajian Bahaya Longsor Di DAS Konto Hulu. Skripsi. Program Studi Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Nandi. 2007. Longsor. Jurusan Pendidikan Geografi. FPIPS-UPI.
- Priyono, K.A., K.Priyana dan Priyono. 2006. Analisis Tingkat Bahaya Longsor Tanah di Kecamatan Banjarmangu Kabupaten Banjarnegara. *Forum Geologi* 20 (20) : 175-189.
- Priyono. 2014. Hubungan Klasifikasi Longsor Klasifikasi Tanah Rawan Longsor dan Klasifikasi Tanah Pertanian Rawan Longsor. *GEMA* 49 : 1602-1617.
- Pramumijoyo, S dan D. Karnawati. 2001. Penanganan Bencana Gerakan Tanah di Indonesia. Makalah Jurusan Teknik Geologi. Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada.
- Prastika, C dan B.M. Sukojo. 2017. Analisis Bencana Longsor Lahan di Kabupaten Tuban Melalui Pengolahan Citra Multilevel Untuk Pembuatan Peta Potensi Longsor. *Jurnal Teknik ITS* 6 (2) : 357-362.
- Pratiwi, R.D., Nugraha. A.L dan Hami'ah. 2016. Pemetaan Multi Bencana Kota Semarang. *Jurnal Geodesi Undip* 5 (4) : 122-130.
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG). 2005. Pengenalan Gerakan Tanah. Esdm. Retrieved from [https://www.esdm.go.id/assets/media/content/Pengenalan\\_Gerakan\\_Tanah.pdf](https://www.esdm.go.id/assets/media/content/Pengenalan_Gerakan_Tanah.pdf) diakses pada tanggal 27 April 2019.
- Rahim, S.E. 2006. Pengendalian Erosi Tanah Dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup. Jakarta: PT. Bumi Aksara. P 32.
- Rayes, M.L. 2006. Metode Inventarisasi Sumber Daya Lahan. Yogyakarta: Andi Yogyakarta. P 31-35.

- Respati, Y.S., A.M Putranto., A.Suwandi., I. Akinina., Fatkhiandari., dan S. Husein. 2010. Analisis GIS terhadap Gerakan Tanah di Girimulyo, Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta dan Kajian Faktor-faktor Pengontrolnya. Teknik Geologi. Universitas Gadjah Mada.
- Saaty, L., 1993. Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin. Proses Hirarki Analitik Untuk Pengambilan Keputusan Dalam Situasi Yang Kompleks. Jakarta: PT. Pustaka Binaman Pressindo.
- Samia, J., A. Temme., A. Bregt., J. Wallinga., F. Guzzetti., F. Ardizzone dan M. Rossi., 2017. Characterization and quantification of path dependency in landslide susceptibility. *Journal Geomorphology* 292 : 16-24.
- Sampurno. 1976. Geologi Daerah Longsor Jawa Barat, *Geologi Indonesia* 3 (1) : 45-52. Di dalam : Utomo, E. et al, 2003. Studi Kebijakan Iptek, Zona Resiko Bencana Geologi Jawa Barat. Bandung: Pusat Penelitian Geoteknologi-LIPI.
- Setiawan, B., Sudarto., dan A.N Putra. 2017. Pemetaan Daerah Rawan Longsor di Kecamatan Pujon Menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP). *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 4 (2) : 567-576.
- Sitorus. 2006. Pengembangan Lahan Berpenutupan Tetap Sebagai Kontrol Terhadap Faktor Resiko Erosi dan Bencana Longsor. Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Soemarno, D.N. Wulansari., dan S. Priyono. 2009. Tanah Longsor : Faktor Penyebab dan Problematikanya. Malang: PPSUB.
- Soewandita, H. 2018. Analisis Kawasan Rawan Longsor Dan Keterkaitannya Terhadap Kualitas Tanah Dan Penggunaan Lahan (Kasus Di Kawasan Agribisnis Juhut Kabupaten Pandeglang). *Jurnal Alami* 2 (1) : 27-35.
- Sudarto. 2008. Kajian Sistem Informasi Pengelolaan Sumberdaya Lahan di Kota Batu. Disertasi. Program Pascasarjana. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Suprayogo, D., Widiyanto., S.R. Utami., Sudarto., S. Isnandar., C. Prayogo., I.D. Lestariningsih., dan D.K.N. Adi. 2006. Identifikasi Potensi Longsor dan Upaya Mencegah Bahaya Longsor. Malang: PK-Pertanian SMART.
- Suranto, J.P. 2008. Kajian Pemanfaatan Lahan Pada Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor di GunungLurah, Cilongok, Banyumas. Tesis. Pascasarjana. Magister Teknik Pembangunan Wilayah dan Kota. Universitas Diponegoro.
- Sutikno, 1997. Penanggulangan Tanah Longsor. Jakarta: . Bahan Penyuluhan Bencana Alam Gerakan Tanah.
- Tejakusuma, I. 2007. Ancaman Bencana Longsor. *Jurnal Alami* 12 (2).
- Tondobala, L. 2011. Pendekatan Untuk Menentukan Kawasan Rawan Bencana di Pulau Sulawesi. *Jurnal Sabua* 3 (3) : 40-52.

Utomo, W.H. 1989. Konservasi Tanah di Indonesia. Jakarta : Rajawali.

Wahyunto., H. Sastramihardja., W. Supriatna., W. Wahdini., dan Sunaryo. 2007. Kerawanan Longsor Lahan Pertanian Di Daerah Aliran Sungai Citarum, Jawa Barat. Prosiding Seminar Nasional Multifungsi dan Konservasi Lahan Pertanian: 99-112. Bogor. Balai Penelitian Tanah.

Wicaksono, P. 2010. Integrated Model of Water Column Correction Technique for Improving Satellite-based Benthic Habitat Mapping, A Case Study on Part of Karimunjawa Islands, Indonesia. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta: Faculty of Geography, Universitas Gadjah Mada.

Yunarto. 2010. Penyusunan Peta Zona Potensi Bencana Alam Geologi Gerakan Tanah Berbasis Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Wilayah Cianjur Selatan, Jawa barat. Laporan Akhir Program Insentif Peneliti dan Perakayasa LIPI.

Yusuf, N.F.S. 2008. Kajian Pemanfaatan Ruang dalam kaitannya dalam bencana Tanah Longsor di Kabupaten Sinjai Provinsi Sulawesi Selatan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

