

**PEMETAAN DAERAH RAWAN LONGSOR DENGAN MENGGUNAKAN  
SISTEM INFORMASI GEOGRAFI (SIG) KECAMATAN BUMIAJI KOTA  
BATU, JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**RIZKI RIZA NUR LAILI**  
**NIM.17640055**



**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2023**

## **HALAMAN PENGANTAR**

**PEMETAAN DAERAH RAWAN LONGSOR DENGAN MENGGUNAKAN  
SISTEM INFORMASI GEOGRAFI (SIG) KECAMATAN BUMIAJI KOTA  
BATU, JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

Diajukan kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
(S.Si)**

Oleh:

**RIZKI RIZA NUR LAILI**

**NIM. 17640055**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2023**

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**PEMETAAN DAERAH RAWAN LONGSOR DENGAN MENGGUNAKAN**  
**SISTEM INFORMASI GEOGRAFI (SIG) KECAMATAN BUMIAJI KOTA**  
**BATU, JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

Oleh:  
Rizki Riza Nur Laili  
NIM. 17640055

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji  
Pada tanggal, 19 Desember 2023

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Drs. Cecep E Rustana, BSc (Hons), Phd  
NIP. 19590729 198602 1 001



Dr. Erna Hastuti, M.Si  
NIP. 19811119 200801 2 009

Mengetahui,  
Ketua Program Studi



Dr. Didi Tazi, M.Si  
NIP. 19740730 200312 1 002

## HALAMAN PENGESAHAN

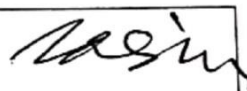
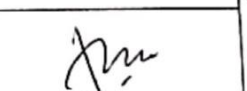
PEMETAAN DAERAH RAWAN LONGSOR DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM  
INFORMASI GEOGRAFI (SIG) KECAMATAN BUMIAJI KOTA BATU, JAWA  
TIMUR

### SKRIPSI

Oleh:  
Rizki Riza Nur Laili  
NIM. 17640055

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji  
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Tanggal: 19 Desember 2023

|                |                                                                            |                                                                                       |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Ketua Penguji: | <u>Irjan, M.Si.</u><br>NIP. 19691231 200604 1 003                          |  |
| Anggota 1:     | <u>Farid Samsu Hananto, M.T</u><br>NIP. 19740513 200312 1 001              |  |
| Anggota 2:     | <u>Drs. Cecep E Rustana, BSc (Hons), Phd</u><br>NIP. 19590729 198602 1 001 |  |
| Anggota 3:     | <u>Dr. Erna Hastuti, M.Si</u><br>NIP. 19811119 2008012 009                 |  |

Mengesahkan,  
Ketua Program Studi



Dr. Rizki Riza Nur Laili, M.Si  
NIM. 17640055



## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rizki Riza Nur Laili  
NIM : 17640055  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Penelitian : Pemetaan Daerah Rawan Longsor dengan Menggunakan  
Sistem Informasi Geografi (SIG) di kecamatan bumiaji  
Kota Batu

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 15 Desember 2023

Yang Membuat Pernyataan



Rizki Riza Nur Laili  
NIM. 17640055

## MOTTO

"ادعوا لمن تحبون فإن الحب دعاء"

“Libatkan Allah dalam segala hal, maka kamu tidak akan pernah kecewa”

-Ustad Hanan Attaqi-

“Never regret day in your life. Good days give happiness, bad days give experience worst days give lessons, and the best days give memories”

“the act of waiting to pursue something maybe even more precious than actually becoming that, like being in the process itself is a prize, and so u shouldn’t think about it as a hard way and even if u do get stressed out, should think about it as a happy stress, cause it’s that precious.”

-Mark lee-

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillah, dengan mengucapkan alhamdulillahirobbil alamiin skripsi kali ini bisa diselesaikan dengan baik saya persembahkan khusus kepada:

Ayah Samsul Hadi dan Ibu Khusnul Khotimah, yang selalu, percaya, sabar dan mendoakan serta menemani antar jemput dalam menyelesaikan skripsi.

Terimakasih sudah selalu ada. Semoga Allah, berkahi, lindungi dan diberi kesehatan sampai nanti-nanti. aamiin.

Manusia yang tidak lain dan tidak bukan sister yang Allah titipkan sebagai adik dan partner rumah Putri Dwi Nur Fadilah yang masyaAllah untuk dijelaskan, sehat dan bahagia selalu. Lets remind Allah in everything.

Ulya darojah dan Elfa Nur Iftitah, yang selalu memberi dukungan semangat lebih dari sekedar saudara, dan semoga allah kumpulkan kita nanti dalam keadaan yang baik.

And him? Who can desc, terimakasihii

Teman-teman pengejar deadline, may, teteh nia, uus, najma, dan isya.

Dan yang terakhir kepada semua pihak yang selalu bertanya, *kapan lulus? kapan wisuda? Kapan ini itu?* Terimakasih karena sudah sangat memotivasi dan cukup berkontribusi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

## KATA PENGANTAR

*Assalamua'alaikum Wr.Wb.*

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun manusia menuju zaman zakiyyah, yakni Addinul Islam Wal Iman sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “Pemetaan Daerah Rawan Longsor Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografi (SIG) Di Kota Batu, Jawa Timur”. Proposal skripsi ini ditulis dalam rangka menyelesaikan tugas akhir/skripsi yang merupakan salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah berpartisipasi dan membantu dalam menyelesaikan penulisan proposal skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Drs. Cecep E Rustana BSC (Hons), PhD selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan, motivasi dan meluangkan

waktu untuk membimbing penulis selama proses penyusunan proposal skripsi dengan baik.

5. Dr. Erna Hastuti, M.Si. selaku Dosen wali yang senantiasa memberikan bimbingan, pengarahan, motivasi dan ilmu pengetahuan.
6. Segenap dosen, Laboran dan Admin Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan pengarahan dan ilmu pengetahuan.
7. Ayah, ibu, adik yang selalu mendukung percaya, penuh dalam hal apapun.
8. Teman-teman angkatan 2017 yang senantiasa memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
9. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan dukungan dalam penulisan proposal skripsi ini.

Dalam penyusunan proposal skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dan kekeliruan. Untuk itu, penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang bersifat membangun. Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi orang lain.

Malang, 10 Desember 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                              |                                     |
|----------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                   | <b>iii</b>                          |
| <b>HALAMAN PENGANTAR.....</b>                | <b>ii</b>                           |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>             | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>               | <b>iii</b>                          |
| <b>MOTTO.....</b>                            | <b>vi</b>                           |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>             | <b>vii</b>                          |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                  | <b>viii</b>                         |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                       | <b>x</b>                            |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                   | <b>xii</b>                          |
| <b>ABSTRAK.....</b>                          | <b>xiv</b>                          |
| <b>ABSTRACT .....</b>                        | <b>xv</b>                           |
| <b>البحث ملخص.....</b>                       | <b>xvi</b>                          |
| <br><b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>            | <br><b>1</b>                        |
| 1.1 Latar Belakang.....                      | 1                                   |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                    | 9                                   |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                  | 9                                   |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                 | 9                                   |
| 1.5 Batasan Masalah .....                    | 10                                  |
| <br><b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>      | <br><b>11</b>                       |
| 2.1 Tanah Longsor .....                      | 11                                  |
| 2.2 Penyebab Tanah Longsor .....             | 16                                  |
| 2.3 SIG (Sistem Informasi Geografis) .....   | 23                                  |
| 2.4 Porositas dan Permeabilitas.....         | 25                                  |
| 2.5 Penelitian Terdahulu .....               | 26                                  |
| <br><b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>    | <br><b>30</b>                       |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....        | 30                                  |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....          | 30                                  |
| 3.3 Koleksi Data .....                       | 30                                  |
| 3.3.1 Pengumpulan Data.....                  | 31                                  |
| 3.4 Prosedur Penelitian .....                | 31                                  |
| 3.4.1 Pengumpulan Data.....                  | 31                                  |
| 3.5 Analisis Data .....                      | 32                                  |
| 3.6 Prosedur Kerja Program Arcgis.....       | 37                                  |
| Diagram Alir Penelitian .....                | 38                                  |
| <br><b>BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b> | <br><b>39</b>                       |
| 4.1 Pre Processing Data .....                | 39                                  |
| 4.1.1 Proses Pengumpulan Data .....          | 39                                  |
| 4.1.2 Validasi Data .....                    | 41                                  |
| 4.2 Processing Data .....                    | 42                                  |
| 4.2.1 Skoring.....                           | 42                                  |
| 4.2.2 Overlay.....                           | 44                                  |
| 4.3 Parameter Penyebab Tanah Longsor .....   | 45                                  |
| 4.3.1 Curah Hujan .....                      | 45                                  |
| 4.3.2 Geologi.....                           | 47                                  |
| 4.3.3 Penggunaan Lahan.....                  | 48                                  |
| 4.3.4 Kemiringan Lereng.....                 | 49                                  |

|                                          |           |
|------------------------------------------|-----------|
| 4.3.5 Jenis Tanah.....                   | 51        |
| 4.4 Pembahasan.....                      | 53        |
| 4.4.1 Daerah Rawan Longsor.....          | 54        |
| 4.4.2 Daerah Sangat Rawan Longsor .....  | 55        |
| 4.5 Integrasi dan Hikmah Penelitian..... | 56        |
| <b>BAB V PENUTUP.....</b>                | <b>59</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                     | 59        |
| 5.2 Saran .....                          | 59        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>              | <b>60</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                    | <b>63</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 2. 1</b> Longsor Translasi (PVMBG, 2015) .....                               | 13 |
| <b>Gambar 2. 2</b> Longsor Rotasi (PVMBG, 2015).....                                   | 14 |
| <b>Gambar 2. 3</b> Pergerakan Blok (PVMBG, 2015).....                                  | 14 |
| <b>Gambar 2. 4</b> Runtuhan Batuan (PVMBG, 2015).....                                  | 15 |
| <b>Gambar 2. 5</b> Rayapan Tanah (PVMBG, 2015) .....                                   | 15 |
| <b>Gambar 2. 6</b> Aliran Bahan Rombakan (PVMBG, 2015) .....                           | 16 |
| <b>Gambar 2. 7</b> Porositas dan Permeabilitas (Rahma Hi. Manrulu, dkk, 2018: 9) ..... | 25 |
| <b>Gambar 3. 1</b> Diagram alur pembuatan peta rawan longsor .....                     | 32 |
| <b>Gambar 4. 1</b> Hasil Peta Geologi Kecamatan Bumiaji.....                           | 44 |
| <b>Gambar 4. 2</b> Hasil Peta Curah Hujan 2018-2020 .....                              | 46 |
| <b>Gambar 4. 3</b> Hasil Peta Geologi .....                                            | 47 |
| <b>Gambar 4. 4</b> Hasil Peta Penggunaan Lahan .....                                   | 49 |
| <b>Gambar 4. 5</b> Hasil Kemiringan Lereng.....                                        | 50 |
| <b>Gambar 4. 6</b> Hasil Peta Jenis Tanah .....                                        | 52 |
| <b>Gambar 4. 7</b> Hasil Akhir Peta Tanah Longsor .....                                | 53 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 2. 1</b> Klasifikasi Kedalaman Tanah.....                                                                              | 19 |
| <b>Tabel 2. 2</b> Nilai Porositas Berbagai Batuan .....                                                                         | 26 |
| <b>Tabel 3. 1</b> Klasifikasi pembobotan parameter kemiringan lereng (Firdaus,2014) .....                                       | 33 |
| <b>Tabel 3. 2</b> Klasifikasi pembobotan parameter curah hujan (Lestari, 2008).....                                             | 34 |
| <b>Tabel 3. 3</b> Klasifikasi nilai parameter jenis tanah (Effendi, R.S, 2002) .....                                            | 34 |
| <b>Tabel 3. 4</b> Klasifikasi pembobotan parameter geologi (Lestari, 2008).....                                                 | 35 |
| <b>Tabel 3. 5</b> Klasifikasi pembobotan parameter penggunaan lahan (Lestari, 2008) .....                                       | 35 |
| <b>Tabel 3. 6</b> Klasifikasi skor kumulatif rawan longsor (Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi<br>Bencana Geologi, 2004) ..... | 36 |
| <b>Tabel 4. 1</b> Data Curah Hujan .....                                                                                        | 40 |
| <b>Tabel 4. 2</b> Parameter Klasifikasi Skoring dan Bobot .....                                                                 | 42 |
| <b>Tabel 4. 3</b> <i>Curah Hujan 2016-2018</i> .....                                                                            | 45 |

## ABSTRAK

Laili, Rizki Riza Nur. 2023. **Pemetaan Daerah Rawan Longsor dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografi (SIG) di kecamatan bumiaji Kota Batu**. Skripsi. Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Cecep E Rustana, BSc (Hons), Phd (II) Dr. Erna Hastuti, M.Si

---

**Kata Kunci:** Kecamatan Bumiaji, Longsor, Pemetaan, Sistem Informasi Geografi.

Indonesia merupakan negara yang setiap tahunnya selalu tertimpa bencana alam. Salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia yaitu bencana tanah longsor. Tanah longsor kerap terjadi seiring memasuki musim penghujan. Selain faktor geologis dan topografi, penggunaan lahan yang dilakukan oleh manusia menjadi pemicu terjadinya bencana tanah longsor. Berdasarkan beberapa hal tersebut, maka kecamatan bumiaji sangat sesuai sebagai suatu wilayah yang akan digunakan sebagai tempat kajian dan penelitian mengenai daerah rawan longsor. Secara umum langkah yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak tanah longsor adalah dengan mengenali karakteristik daerah rawan terjadinya bencana, maka diperlukan sebuah pemetaan daerah rawan bencana tanah longsor. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk dapat melakukan Pemetaan Daerah Rawan Longsor Di Kecamatan Bumiaji, Kota Batu Jawa Timur. Teknik pengumpulan data diawali dengan pengumpulan data dasar berupa peta-peta pendukung, studi pustaka dan pengumpulan data sekunder terutama berkaitan dengan sejarah kejadian tanah longsor. Proses analisa data spasial pada Kecamatan Bumaji dilakukan dengan Pembobotan nilai parameter dan menggunakan alat perangkat lunak (software) sistem informasi geografis yaitu ArcGIS 10.8 dengan tahapan pemberian nilai/skor, pembobotan kumulatif, dan pengelompokan. Hasil dari penelitian ini yaitu wilayah kecamatan Bumiaji hanya diperoleh dua klasifikasi yaitu rawan dan sangat rawan. Dari kelas kemiringan lereng rawan longsor yang ditentukan dengan adanya skor kumulatif dari sistem skoring pendugaan. Daerah kategori rawan longsor di desa Gunungsari, dan Puntan presentase penyebaran sebesar 36,34% dengan luas 4361,11 ha, dan daerah sangat rawan longsor didapati desa Sumberbrantas, dan Tulungrejo memiliki presentase yang cukup tinggi sebesar 63,66% rawan longsor yaitu seluas 7641,31 ha. Data ini diperkuat dengan adanya data SIG berupa data geologi, jenis tanah, kemiringan, geomorfologi, dan peta curah hujan.

## ABSTRACT

Laili, Rizki Riza Nur. 2023. **Mapping Landslide Prone Areas Using Geographic Information System (GIS) in Bumiaji district, Batu City.** Thesis. Physics Department Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State University, Malang. Advisor: (I) Cecep E Rustana, BSc (Hons), Phd (II) Dr. Erna Hastuti, M.Si

---

**Keywords:** Bumiaji District, Landslides, Mapping, Geographic Information Systems.

Indonesia is a country that is always hit by natural disasters every year. One of the natural disasters that often occurs in Indonesia is landslides. Landslides often occur as the rainy season enters. Apart from geological and topographic factors, land use by humans triggers landslides. Based on these several things, Bumiaji sub-district is very suitable as an area that will be used as a place for study and research on landslide-prone areas. In general, steps that can be taken to reduce the impact of landslides are to recognize the characteristics of areas prone to disasters, so mapping of areas prone to landslides is needed. Therefore, this research aims to be able to map landslide-prone areas in Bumiaji District, Batu City, East Java. The data collection technique begins with collecting basic data in the form of supporting maps, literature study and secondary data collection, especially related to the history of landslide events. The process of analyzing spatial data in Bumaji District is carried out by weighting parameter values and using geographic information system software, namely ArcGIS 10.8, with the stages of giving values/scores, cumulative weighting, and grouping. The results of this research are that the Bumiaji sub-district area only received two classifications, namely vulnerable and very vulnerable. From the slope class of landslide-prone slopes determined by the cumulative score from the estimation scoring system. Areas categorized as prone to landslides in the villages of Gunungsari, and Punten have a percentage of 36.34% with an area of 4361.11 ha, and areas very prone to landslides are found in the villages of Sumberbrantas, and Tulungrejo which has a fairly high percentage of 63.66% prone to landslides, namely an area of 7641 .31 ha. This data is strengthened by GIS data in the form of geological data, soil type, slope, geomorphology and rainfall maps.

## البحث مساحص

ليلي، رزقي رزا نور. ٣٢٠٢. رسم خرائط للمناطق المعرضة للانهدام الأرضية باستخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS) في منطقة بوميابمدينة الحجر. أطروحة. برنامج دراسة الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (أنا) سيسيب إي روستانا، بكالوريوس (مع مرتبة الشرف)، دكتوراه (II) د. إرناهاستوتي، ماجستير

---

الكلمات المفتاحية: منطقة بوميابي، الانهيارات الأرضية، رسم الخرائط، نظام المعلومات الجغرافية.

إندونيسيا بلد يتعرض دائماً للكوارث كل عام طبيعي. إحدى الكوارث الطبيعية التي تحدث غالباً في إندونيسيا هي الكوارث انهيار أرضي. وغالباً ما تحدث الانهيارات الأرضية مع دخول موسم الأمطار. وبصرف النظر عن العوامل الجيولوجية والطبوغرافية، فإن استخدام الأراضي يقوم بهالبشر يسببون الانهيارات الأرضية. بناء على بعض هذا يعني أن منطقة بوميابي الفرعية مناسبة جداً كمناطق سيتم استخدامها كمكان للدراسة والبحث في المناطق المعرضة للخطر انهيار أرضي. بشكل عام، يمكن اتخاذ خطوات للحد من التأثيرات الانهيارات الأرضية هي التعرف على خصائص المناطق المعرضة لحدوث الكوارث، فمن الضروري رسم خرائط للمناطق المعرضة للانهدام الأرضية. ولذلك يهدف هذا البحث إلى رسم الخرائط الإقليمية معرضة للانهدام الأرضية في منطقة بوميابي، مدينة باتو، جاوة الشرقية. تقنية يبدأ جمع البيانات بجمع البيانات الأساسية على شكل خرائط يرتبط الدعم ودراسة الأدبيات وجمع البيانات الثانوية بشكل أساسي تاريخ من الانهيارات الأرضية. عملية تحليل البيانات المكانية يتم تنفيذ منطقة بوميابي عن طريق ترجيح قيم المعلومات وباستخدام الأدوات البرمجية لنظم المعلومات الجغرافية وهي ArcGIS 10.8 مع الدرجات/الدرجات والوزن التراكمي والمراحل تجميع. نتائج هذا البحث موجودة فقط في منطقة منطقة بوميابي الفرعية يتم الحصول على تصنيفين، وهما الضعفاء والضعفاء للغاية. من فئة المنحدر المنحدرات المعرضة للانهدام الأرضية التي تحددها النتيجة التراكمية للنظام سجل التقدير. المناطق المصنفة على أنها معرضة للانهدام الأرضية في قرية جونونجسار يتبلغ نسبة توزيع مدينة بونتن 36.34% بمساحة 4361.11 هكتار، والمناطق المعرضة بشدة للانهدام الأرضية هي قرى سمبربرانتاسوتولونجريجولديها نسبة عالية إلى حد ما تبلغ 63.66% معرضة للانهدام الأرضية، وهي واسعة مثل ١٣٠١٤٦٧ هكتار. ويتم تعزيز هذه البيانات بوجود بيانات نظم المعلومات الجغرافية على شكل بيانات جيولوجية وأنواعها خرائط التربة والانحدار والجيومورفولوجيا وهطول الأمطار.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara yang setiap tahunnya selalu tertimpa bencana alam. Banyaknya gunung berapi yang masih aktif terutama pada pulau Sumatera dan pulau Jawa. Faktor iklim atau cuaca serta kondisi geografis dan penggunaan lahan di suatu wilayah merupakan beberapa faktor yang dapat menyebabkan bencana alam. Salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia yaitu bencana tanah longsor. Tanah longsor kerap terjadi seiring memasuki musim penghujan. Selain faktor geologis dan topografi, penggunaan lahan yang dilakukan oleh manusia menjadi pemicu terjadinya bencana tanah longsor. Bencana alam tanah longsor dapat terjadi karena pola pemanfaatan lahan yang tidak mengikuti kaidah kelestarian lingkungan, seperti gundulnya hutan akibat perubahan kondisi penutupan lahan (deforestasi), dan konversi hutan menjadi lahan pertanian dan permukiman di lahan berkemiringan lereng yang terjal.

Kecamatan Bumiaji sebagai salah satu kecamatan yang berada di Kota Batu dengan ketinggian 1000-1500 mdpl dan memiliki wilayah paling luas dibanding kecamatan lainnya, yaitu sekitar 127.978 km<sup>2</sup> atau sekitar 64,28 % dari luas total Kota Batu dengan jumlah penduduk sekitar 60.757 jiwa (BPS Kota Batu, 2014). Berdasarkan letak geografisnya, seluruh wilayah kecamatan Bumiaji berada di lereng tengah pegunungan Arjuna dengan topografi sebagian besar perbukitan. Daerah ini memiliki pemandangan alam yang sangat indah, sehingga banyak dijumpai tempat-tempat wisata yang mengandalkan keindahan alam pegunungan disertai wisata air terjun, kolam renang dan sebagainya. Berdasarkan beberapa hal

tersebut, maka kecamatan bumiaji sangat sesuai sebagai suatu wilayah yang akan digunakan sebagai tempat kajian dan penelitian mengenai daerah rawan longsor.

Sebagai contoh, longsor yang terjadi di tahun 2015 pada kawasan perbukitan Kota Batu disebabkan oleh intensitas curah hujan yang tinggi dan banyaknya kawasan hutan gundul yang menyebabkan air hujan tidak bisa terserap pada kawasan tersebut, sehingga jatuh membawa material bukit. Komposisi tanah yang tersusun atas lempung dan sedikit pasir, menimbulkan dampak negatif akan terjadinya potensi tanah longsor jika tanah tersebut berada diatas batuan kedap air di perbukitan dengan kemiringan sedang hingga terjal serta tidak ada tanaman keras yang berakar kuat. Pada dasarnya peristiwa tanah longsor dapat diminimalisir jika tanah ditanam dengan tanaman yang memiliki akar kuat, mengingat fungsi tanaman sebagai pentup tanah dan pengikat agregat tanah jika dikenai oleh sebuah tekanan yang berasal dari curah hujan yang tinggi. Namun, dengan adanya perkembangan aktivitas manusia mengakibatkan beberapa perubahan fungsi lahan dari wilayah konservasi kedalam wilayah budidaya maupun permukiman. Tanaman yang terdapat dikawasan budidaya tidak memiliki akar yang kuat untuk menahan tekanan dari curah hujan tinggi serta dengan adanya pemukiman, yang tidak mengikuti kaidah konservasi dapat meningkatkan risiko dari tanah longsor. Berbagai aktivitas yang dilakukan manusia pada tanah berlereng, antara lain seperti membangun tempat tinggal, lahan bercocok tanam, tempat rekreasi, dan lain-lain.

Sebagaimana Allah telah memberikan peringatan kepada manusia untuk tidak merusak lingkungan karena Allah menciptakannya dalam bentuk sebaik-baiknya dan memerintahkan kepada manusia untuk menebarkan kebaikan. Allah tidak

menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan di muka bumi, al-Qur'an dalam firman sura al-Qashas ayat: 77:

وَابْتَغِ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ

Artinya: “Dan, carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (pahala) negeri akhirat, tetapi janganlah kamu lupakan bagianmu di dunia. Berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.”

Ayat al-Qur'an tersebut memerintahkan kepada manusia agar tidak berbuat kerusakan di bumi, dengan tidak melampaui batas-batas yang telah ditetapkan oleh Allah SWT. Sungguh, Allah SWT tidak menyukai orang yang berbuat kerusakan dan akan memberikan balasan atas kejahatan tersebut.

Dalam tafsir Kemenag RI kata *الفساد* berarti kerusakan dan menjelaskan bahwa kerusakan di bumi adalah akibat mempertuhankan hawa nafsu. Telah tampak kerusakan di darat dan di laut, baik kota maupun desa, disebabkan karena perbuatan tangan manusia yang dikendalikan oleh hawa nafsu dan jauh dari tuntunan fitrah. Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari akibat perbuatan buruk mereka agar mereka kembali kejalan yang benar dengan menjaga kesesuaian perilakunya dengan fitrahnya.

Adapun upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan tanah longsor yakni mengarah kepada tindakan meminimalisir akibat (mitigasi) yang akan ditimbulkan. Salah satu bentuk mitigasi dalam rangka menghadapi terjadinya dan sekaligus mengurangi dampak yang ditimbulkannya adalah tersedianya sistem peringatan dini (early warning system) termasuk di

dalamnya tersedia data dan informasi mengenai wilayah yang rentan. Mitigasi harus mempertimbangkan faktor yang menyebabkan kerawanan tanah longsor, seperti kelerengan, jenis tanah, geologi, dan penggunaan lahan. Penggunaan lahan dan kelerengan termasuk variabel dominan yang membentuk sebaran potensi bahaya tanah longsor.

Untuk faktor penggunaan lahan, upaya mitigasi yang dapat dilakukan adalah penataan tata ruang wilayah dengan memperhatikan wilayah-wilayah yang berpotensi terhadap bahaya tanah longsor. Selain itu, hal lain yang perlu mendapat perhatian adalah perubahan penggunaan lahan, terutama lahan pertanian menjadi pemukiman, industri, dan lain-lain. Sedangkan untuk faktor kelerengan, upaya mitigasi yang dapat dilakukan adalah dengan mengembalikan fungsi hutan dan hutan lindung di lereng-lereng bukit yang telah digunakan sebagai daerah tegalan atau pertanian serta mengurangi beban lereng dengan tidak membangun pemukiman.

Secara umum langkah yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak tanah longsor adalah dengan mengenali karakteristik daerah rawan terjadinya bencana, maka diperlukan sebuah pemetaan daerah rawan bencana tanah longsor. Pemetaan dapat dilakukan dengan pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG). Dengan menggunakan Sistem informasi Geografis dapat dimuat berbagai informasi geospasial yang berkaitan dengan berbagai faktor penyebab terjadinya tanah longsor. Pemetaan dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai aplikasi atau software pemetaan pada SIG, seperti dengan menggunakan ArcGIS dengan berbagai type nya. Dengan pemetaan di Kecamatan Bumiaji, maka dampak dari bencana dapat diminimalisir dan dapat dilakukan tindakan yang bersifat preventif



terhadap daerah dengan kategori tingkat kerawanan tinggi.

Kelebihan Teknologi SIG yakni mengintegrasikan operasi basis data seperti *query* dan analisis statistik dengan *visualisasi* yang unik serta analisis *spasial* yang ditawarkan melalui bentuk peta digital. Kemampuan tersebutlah yang membedakan SIG dengan sistem informasi lain dan membuat SIG lebih bermanfaat dalam memberikan informasi yang mendekati kondisi dunia nyata, memprediksi suatu hasil, perencanaan strategis, dan melakukan banyak proses dalam waktu yang sangat singkat atau bahkan bersamaan.

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka mengacu kepada penelitian sebelumnya tentang pemetaan daerah rawan longsor dengan judul Pemetaan Daerah Rawan Longsor Berbasis GIS Di Kota Batu (Wafa & Astuti, 2016), maka penelitian ini akan dilakukan dengan tujuan untuk membantu masyarakat secara update mengetahui dan mengawasi daerah yang dijadikan titik rawan longsor agar dapat meminimalisir jatuhnya korban dan kerugian yang banyak ketika terjadi tanah longsor dengan menggunakan metode SMART (*Simple Multi Attribute Rating Technique*) untuk menentukan tingkat status daerah rawan. Untuk itu pemetaan daerah rawan longsor pada kawasan perbukitan Kota Batu menjadi penting dilakukan sebagai salah satu upaya mitigasi bencana. Hasil pengolahan data dalam penelitian ini akan ditentukan sesuai dengan pengolahan data pada Desa Tlengkung, yaitu terdapat 2 kriteria yang digunakan untuk mengetahui Kriteria Kemiringan Tanah dan untuk Kriteria Rawan Longsor dengan 3 alternatif status, yaitu; Waspada, Siaga, dan Awas.

Selain mengacu kepada hasil penelitian tersebut, penelitian ini juga mengacu kepada beberapa penelitian sebelumnya mengenai Pemetaan Daerah Rawan

Longsor, diantaranya oleh (Firdaus & Sukojo, 2015) yang berjudul Pemetaan Daerah Rawan Longsor dengan Menggunakan Metode Penginderaan Jauh dan Operasi Berbasis Spasial, Studi Kasus Kota Batu Jawa Timur. Penelitian tersebut menggunakan metode *Supervised Classification* dan *Spatial Analysis*. Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa Pemetaan zona rawan longsor dapat dihitung berdasarkan integrasi spasial dari parameter-parameter yang mempengaruhi dan memicu longsor. Untuk mendapatkan parameter yang dibutuhkan dapat menggunakan metode penginderaan jauh yang didasarkan dari pengolahan citra, dalam penelitian ini menggunakan citra Landsat. Hasil pengolahan yang didapat menunjukkan zona daerah rawan longsor di Kota Batu termasuk dalam kategori kurang rawan sampai sangat rawan (1,55 – 3,65). Kategori rawan dengan luas area  $\pm 125,97 \text{ km}^2$ . Zona rawan dengan skor kumulatif tinggi ( $> 3$ ) di Kota Batu dalam penelitian ini terdapat di sebelah timur laut Kota Batu di Kecamatan Bumiaji dengan arah kemiringan lereng yang mengarah ke barat daya serta di sebelah barat daya Kota Batu di Kecamatan Junrejo dan Kecamatan Batu dengan arah kemiringan lereng ke timur laut.

Penelitian mengenai Pemetaan Daerah Rawan Longsor selanjutnya juga pernah dilakukan oleh (Rema et al., 2018) yang berjudul Zonasi Kawasan Berdasarkan Tingkat Resiko Bencana Tanah Longsor Di Kota Batu. Dalam menganalisis zonasi tingkat risiko bencana tanah longsor di Kota Batu terdapat dua faktor yaitu faktor ancaman dan faktor kerentanan. Faktor ancaman yang digunakan adalah data berupa peta zonasi kejadian gerakan tanah, sedangkan untuk data kerentanan digunakan empat aspek yang meliputi aspek fisik, aspek lingkungan, aspek ekonomi dan aspek sosial. Data-data ini kemudian dianalisis

menggunakan Metode AHP (analytic Hierarchy Processing) yang bertujuan memberikan bobot pada setiap variabel amatan terkait tiap aspek kerentanan. Dalam menganalisis zona tingkat kerentanan dilakukan dengan menggunakan analisis overlay yaitu analisis Weighted Sum overlay. Hasil data zonasi kerentanan kemudian dianalisis menggunakan analisis raster calculator bersama dengan data ancaman yang telah diperoleh sebelumnya sehingga menghasilkan data risiko bencana. Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa tingkat risiko rendah dengan luas 77,85, tingkat risiko sedang dengan luas wilayah 40,56 km<sup>2</sup>, dan tingkat risiko tinggi dengan luas wilayah 79,53 km<sup>2</sup>. Zonasi tingkat risiko tinggi terluas berada pada Desa Sumber Brantas Kecamatan Bumiaji dengan luas 1.625,17 Ha.

Penelitian selanjutnya oleh (Mau et al., 2017) yang berjudul Sistem Studi Penentuan Faktor Keamanan Stabilitas Lereng Menggunakan Metode Fellinuis Dan Bishop Pada Dinding Penahan Batu Kali Di JL. Raya Beji Puskesmas Kota Batu. Analisis kestabilan lereng ini dilakukan menggunakan metode Fellinius dan Bishop yang dalam proses analisisnya dilakukan menggunakan tabel perhitungan manual. Dari hasil analisis metode Fellinius menghasilkan  $FK = 0,41$ ,  $FK = 0,30$ ,  $FK = 0,34$  dan untuk hasil analisis metode Bishop menghasilkan  $FK = 0,34$ ,  $FK = 0,32$ ,  $FK = 0,09$  menunjukkan lereng di lokasi tersebut dalam keadaan yang rawan longsor dimana  $FK < 1,5$  kemudian dilakukan perbaikan menggunakan dinding penahan tipe gravitasi dan di analisis menggunakan metode Fellinius dan Bishop sehingga dapat diperoleh nilai faktor keamanan (FK) 3,2 untuk metode Fellinius dan 3,9 untuk metode Bishop yang menunjukkan kondisi lereng dalam keadaan stabil.

Demikian juga penelitian oleh (Hartono, 2017) yang berjudul Landsat 7 Interpretasi Citra untuk Pemetaan Potensi Bahaya Longsor di Wilayah Kota Batu Provinsi Jawa Timur, Metode penelitian yang dipilih yaitu interpretasi citra satelit Landsat 7 dari 432 pita data primer penyebabnya. longsor, dan analisis data tanah, interpretasi peta, dan penskoran variabel longsor. Perangkat lunak ArcView 3.2 digunakan dalam analisis peta. Variabel longsor yang dievaluasi adalah: 1) tekstur tanah, 2) permeabilitas tanah dan indeks plastisitas, 3) kemiringan batuan lapisan, 4) derajat pelapukan, 5) kepadatan otot dan kedalaman pelapukan, 6) adanya mata air / rembesan, 7) lereng, dan 8) ada tidaknya lereng tebang. Hasil penelitian menunjukkan citra Landsat 7 pita 432 skala 1: 11.000 - 1: 15.000 objek dapat diartikan seperti: 1) pemukiman, lahan terbuka, 2) sawah irigasi, 3) dataran rendah, 4) dataran tinggi, 4) kebun buah, 5) lereng longsor, 6) hutan campuran, 7) hutan pinus dan 8) hutan wanatani (Hartono, 2017)).

Sedangkan, penelitian selanjutnya oleh (Wahyudianto, 2018) yang berjudul Analisis dan studi risiko frekuensi bahaya longsor pada koridor jalan Kota Batu - perbatasan Kabupaten Kediri. Jalan lintas kabupaten ini secara historis rentan terhadap kejadian bencana seperti longsor, banjir bandang Kali Konto, Gunung Kelud lahar, genangan banjir, dll. Penelitian ini mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22 / PRT / M / 2007 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rentan Longsor dan dibantu dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Perbandingan metode juga dilakukan oleh (Hartono, 2017) dengan indikator dari regulasi yang sama, dan dengan menggunakan metode Landslide Hazard Assessment (LHA) yang didasarkan pada data historis. Pemetaan risiko longsor dengan metode LHA yang dikombinasikan dengan hasil analisis kerentanan

kendaraan yang melaju disarankan untuk menjadi acuan dalam pemetaan risiko bencana gerak massa di koridor jalan raya Indonesia. Analisis frekuensi curah hujan pemicu longsor menyimpulkan probabilitas terjadinya longsor (PLO) pada curah hujan harian adalah 126,2 mm, atau 3 hari - curah hujan kumulatif 192,26 mm.

Diharapkan penelitian yang akan dilakukan ini dapat memperkuat hasil penelitian, dan dapat memberikan penguatan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Dengan demikian pencegahan bahaya longsor, khususnya di daerah kota Batu, Malang dapat dicegah atau dihindari, sehingga tidak menimbulkan korban materi terutamanya jiwa.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

Bagaimana Peta Daerah Rawan Longsor Di Kecamatan Bumiaji, Kota Batu Jawa Timur.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah :

Untuk dapat melakukan Pemetaan Daerah Rawan Longsor Di Kecamatan Bumiaji, Kota Batu Jawa Timur.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi pemerintah dan masyarakat, yaitu memberikan informasi mengenai Pemetaan sebaran kawasan Daerah Rawan Longsor di Kecamatan Bumiaji, Kota Batu yang pernah terjadi sebelumnya.
2. Bagi peneliti, yaitu memperdalam ilmu pengetahuan mengenai karakteristik

Daerah Rawan Longsor yang dapat bermanfaat bagi masyarakat dan pemerintah.

### **1.5 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Data yang digunakan adalah data longsor di Kecamatan Bumiaji tahun 2018-2020 yang diperoleh dari BPBD Kecamatan Bumiaji.
2. Peta hanya menampilkan daerah rawan longsor berdasarkan data kecamatan Bumiaji Kota Batu.
3. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pemodelan Geographic Information System (GIS).

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tanah Longsor**

Secara geografis, Kota Batu sesuai Permendagri Nomor 16 Tahun 2012 tentang Batas Daerah terletak pada posisi 7°45'51.61362" Lintang Selatan (LS) dan 112°35'22.31152" Bujur Timur (BT) sampai dengan 7°54'11.944" Lintang Selatan (LS) dan 112°35'44.422" Bujur Timur (BT), dengan luas wilayah 19.908,72 Ha atau 0,42 % dari total luas Jawa Timur.

Bentang wilayahnya berupa bukit, gunung, jurang terjal dan daerah dataran dengan batas wilayah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Kabupaten Mojokerto dan Kabupaten Pasuruan
- Sebelah Timur : Kabupaten Malang
- Sebelah Selatan : Kabupaten Blitar dan Kabupaten Malang
- Sebelah Barat : Kabupaten Malang

Dari kontur ketinggian tanah, Kota Batu yang berada pada ketinggian  $\pm 800$  meter diatas permukaan laut yang disertai sejuknya udara pegunungan, semakin menambah kondusifnya usaha pertanian. Karena efek tanah endapan vulkanik menjadikan struktur tanahnya subur untuk pertanian, hal ini disebabkan adanya 4 jenis tanah yang cukup subur, diantaranya Pertama jenis tanah Andosol, berupa lahan tanah yang paling subur meliputi Kecamatan Batu seluas 1.831,04 ha, Kecamatan Junrejo seluas 1.526,19 ha dan Kecamatan Bumiaji seluas 2.873,89 ha. Kedua, jenis tanah Kambisol, berupa jenis tanah yang cukup subur meliputi Kecamatan Batu seluas 889,31 ha, Kecamatan Junrejo 741,25 ha dan Kecamatan Bumiaji 1.395,81 ha. Ketiga tanah Alluvial, berupa tanah yang kurang subur dan

mengandung kapur meliputi Kecamatan Batu seluas 239,86 ha, Kecamatan Junrejo 199,93 ha dan Kecamatan Bumiaji 376,48 ha. Dan Keempat tanah jenis Latosol berada di Kecamatan Batu seluas 260,34 ha, Kecamatan Junrejo 217,00 ha dan Kecamatan Bumiaji 408,61 ha.

Longsor merupakan gerakan material pembentuk lereng yang disebabkan oleh terjadinya kegagalan geser disepanjang satu atau lebih bidang longsor. Massa tanah yang bergerak bisa menyatu atau terpecah-pecah. Perpindahan material total sebelum longsor bergantung pada besarnya regangan untuk mencaoi kuat geser puncaknya dan pada tebal zona longornya (Hardiyatmo, 2006). Longsor juga dapat diartikan sebagai perpindahan sejumlah massa batuan, tanah, atau bahan rombakan material penyusun lereng, yang merupakan campuran tanah dan batuan, secara gravitasi menuju bagian bawah lereng (Cruden, 1991).

Menurut (Wahyu widy Pasektiono, 2019) tanah longsor merupakan bentuk erosi di mana pengangkutan atau gerakan masa tanah terjadi pada suatu saat dalam volume yang relatif besar. Peristiwa tanah longsor dikenal sebagai gerakan massa tanah, batuan atau kombinasinya, sering terjadi pada lereng-lereng alam atau buatan dan sebenarnya merupakan fenomena alam yaitu alam mencari keseimbangan baru akibat adanya gangguan atau faktor yang mempengaruhinya dan menyebabkan terjadinya pengurangan kuat geser serta peningkatan tegangan geser tanah. Kamus Wikipedia menambahkan bahwa tanah longsor merupakan suatu peristiwa geologi dimana terjadi pergerakan tanah seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah. Longsor lahan adalah gerak material pembentuk lereng yang diakibatkan oleh terjadinya kegagalan, geser, di satu atau lebih bidang longsor. Masa tanah yang bergerak bisa menyatu atau terpecah-pecah (Wahyu



widy Pasektiono, 2019).

Menurut Sitorus, (dalam Efendi, 2008), longsor (*landslide*) merupakan suatu bentuk erosi yang pengangkutan atau pemindahan tanahnya terjadi pada suatu saat yang relatif pendek dalam volume (jumlah) yang sangat besar. Berbeda halnya dengan bentuk-bentuk erosi lainnya (erosi lembar, erosi alur, erosi parit) pada longsor pengangkutan tanah terjadi sekaligus dalam periode yang sangat pendek, sedangkan menurut Dwiyanto (2002), tanah longsor adalah suatu jenis gerakan tanah, umumnya gerakan tanah yang terjadi adalah longsor bahan rombakan (*debris avalanches*) dan nendatan (*slumps/rotational slides*).

Berikut macam-macam bentuk longsor yang bisaa dilihat pada gambar 2.1 sampai dengan 2.6. (PVMBG,2015).

#### 1. Longsor Translasi

Bergeraknya sejumlah massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.



**Gambar 2. 1** Longsor Translasi (PVMBG, 2015)

#### 2. Longsor Rotasi

Longsoran rotasi adalah bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung (PVMBG, 2015). Pada longsoran rotasional memiliki karakteristik berupa bidang gelincir yang melengkung

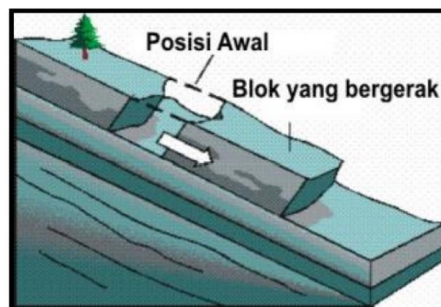
sehingga ketika terjadi gerakan tanah akan membentuk rotasi seperti yang telah diilustrasikan pada Gambar 2.2. Rotasional terjadi pada lapisan yang memiliki kecenderungan material yang sama. Tipe gerakan tanah ini dipengaruhi oleh massa yang ada pada tanah dan panjang lereng (Varnes, 1978).



**Gambar 2. 2** Longsor Rotasi (PVMBG, 2015)

### 3. Pergerakan Blok

Longsoran tipe pergerakan blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsoran ini disebut longsoran translasi blok batu.



**Gambar 2. 3** Pergerakan Blok (PVMBG, 2015)

#### 4. Runtuhan Batuan

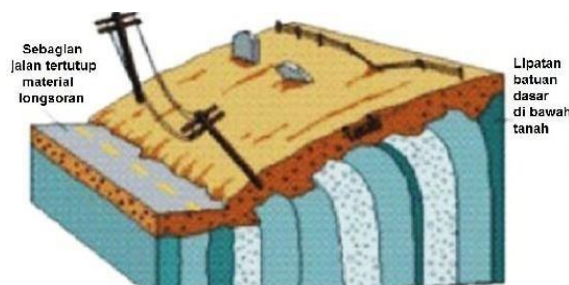


**Gambar 2. 4** Runtuhan Batuan (PVMBG, 2015)

Runtuhan batu terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung terutama di daerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah.

#### 5. Rayapan Tanah

Rayapan Tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Jenis tanah longsor ini hampir tidak dapat dikenali. Setelah waktu yang cukup lama longsor jenis rayapan ini bisa menyebabkan tiang-tiang telepon, pohon, atau rumah miring ke bawah.

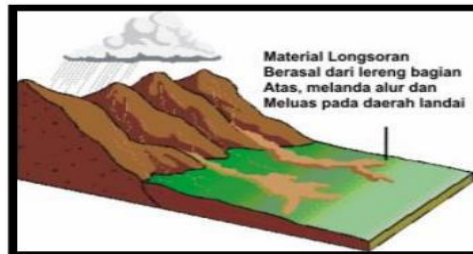


**Gambar 2. 5** Rayapan Tanah (PVMBG, 2015)

#### 6. Aliran Bahan Rombakan

Jenis tanah longsor ini terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air, dan jenis materialnya. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah

dan mampu mencapai ratusan meter jauhnya. Di beberapa tempat bisa sampai ribuan meter seperti di daerah aliran sungai disekitar gunung api. Aliran tanah ini dapat menelan korban cukup banyak.



**Gambar 2. 6** Aliran Bahan Rombakan (PVMBG, 2015)

Menurut (PVMBG, 2015) Jenis longsoran translasi dan rotasi paling banyak terjadi di Indonesia. Sedangkan longsoran yang paling banyak memakan korban jiwa manusia adalah aliran bahan rombakan.

## 2.2 Penyebab Tanah Longsor

Terdapat faktor-faktor terjadinya tanah longsor meliputi kondisi geologi, hidrologi, topografi, iklim, dan perubahan cuaca yang dapat mempengaruhi stabilitas lereng yang mengakibatkan longsor. Penyebab terjadinya tanah longsor dapat bersifat statis dan dinamis. Statis merupakan kondisi alam seperti sifat batuan (geologi) dan lereng dengan kemiringan sedang hingga terjal, sedangkan dinamis adalah akibat dari perbuatan manusia. Perbuatan manusia yang melakukan perubahan tata guna lahan hingga pembentukan gawir yang terjal tanpa memperhatikan stabilitas lereng. (Surono, 2003).

Sedangkan menurut Sutikno (1997), faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya gerakan tanah antara lain: tingkat kemiringan lereng, karakteristik tanah, keadaan geologi, keadaan vegetasi, curah hujan/hidrologi, dan aktivitas manusia di wilayah tersebut.

### **A. Kemiringan Lereng (Slope)**

Menurut Karnawati (2001), kelerengan menjadi faktor yang sangat penting dalam proses terjadinya tanah longsor. Pembagian zona kerentanan sangat terkait dengan kondisi kemiringan lereng. Kondisi kemiringan lereng lebih  $15^\circ$  perlu mendapat perhatian terhadap kemungkinan bencana tanah longsor dan tentunya dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain yang mendukung. Pada dasarnya sebagian besar wilayah di Indonesia merupakan daerah perbukitan atau pegunungan yang membentuk lahan miring. Namun tidak selalu lereng atau lahan yang miring berbakat atau berpotensi longsor. Potensi terjadinya gerakan pada lereng juga tergantung pada kondisi batuan dan tanah penyusun lerengnya, struktur geologi, curah hujan, vegetasi penutup, dan penggunaan lahan pada lereng tersebut. Lebih jauh Karnawati (2001) menyebutkan terdapat 3 tipologi lereng yang rentan untuk bergerak/ longsor, yaitu :

- Lereng yang tersusun oleh tumpukan tanah gembur dialasi oleh batuan atau tanah yang lebih kompak.
- Lereng yang tersusun oleh pelapisan batuan miring searah lereng.
- Lereng yang tersusun oleh blok-blok batuan.

### **B. Penutupan Vegetasi**

Menurut Sitorus (2006), vegetasi berpengaruh terhadap aliran permukaan, erosi, dan longsor melalui Intersepsi hujan oleh tajuk vegetasi/tanaman, Batang mengurangi kecepatan aliran permukaan dan kanopi mengurangi kekuatan merusak butir hujan, Akar meningkatkan stabilitas struktur tanah dan pergerakan tanah, Transpirasi mengakibatkan kandungan air tanah berkurang. Keseluruhan hal ini dapat mencegah dan mengurangi terjadinya erosi dan

longsor. Tanaman mampu menahan air hujan agar tidak merembes untuk sementara, sehingga bila dikombinasikan dengan saluran drainase dapat mencegah penjenjutan material lereng dan erosi buluh (Rusli, 2007).

Selanjutnya menurut Rusli (1997), keberadaan vegetasi juga mencegah erosi dan pelapukan lebih lanjut batuan lereng, sehingga lereng tidak bertambah labil. Dalam batasan tertentu, akar tanaman juga mampu membantu kestabilan lereng. Namun, terdapat fungsi-fungsi yang tidak dapat dilakukan sendiri oleh tanaman dalam mencegah longsor. Penutupan lahan merupakan istilah yang berkaitan dengan jenis kenampakan yang ada di permukaan bumi (Lillesand & Kiefer, 1993).

Penutupan menggambarkan konstruksi vegetasi dan buatan yang menutup permukaan lahan (Burley, 1961 dalam Lo, 1995). Fenomena biotik seperti vegetasi alami, tanaman pertanian, dan kehidupan binatang dan terakhir tipe pembangunan.

### **C. Faktor Tanah**

Jenis tanah sangat menentukan terhadap potensi erosi dan longsor. Tanah yang gembur air masuk ke dalam penampang tanah akan lebih berpotensi longsor dibandingkan dengan tanah yang padat (*massive*) seperti tanah bertekstur liat (*clay*). Kedalaman atau solum, tekstur, dan struktur tanah menentukan besar kecilnya air limpasan permukaan dan laju penjenjutan tanah oleh air.

Pada tanah bersolum dalam (>90 cm), struktur gembur, dan penutupan lahan rapat, sebagian besar air hujan terinfiltrasi ke dalam tanah dan hanya sebagian kecil yang menjadi air limpasan permukaan. Sebaliknya, pada tanah

bersolum dangkal, struktur padat, dan penutupan lahan kurang rapat, hanya sebagian kecil air hujan yang terinfiltrasi dan sebagian besar menjadi aliran permukaan. (Litbang Departemen Pertanian, 2006).

**Tabel 2. 1** Klasifikasi Kedalaman Tanah

| No. | Kriteria       | Nilai (cm) |
|-----|----------------|------------|
| 1   | Sangat dangkal | <25        |
| 2   | Dangkal        | 50-25      |
| 3   | Sedang         | 50-90      |
| 4   | Dalam          | >90        |

Sumber : Arsyad, 1989 dalam Ahmad Daniel Efendi, 2008

#### **D. Curah Hujan**

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh di permukaan tanah dasar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter di atas permukaan horizontal. Dalam penjelasan lain curah hujan juga dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Indonesia merupakan negara yang memiliki angka curah hujan bervariasi dikarenakan daerahnya yang berada pada ketinggian yang berbeda-beda.

Hasil penelitian perubahan iklim yang dilakukan oleh Syahbuddin et al.. (2004) di 13 stasiun Klimatologi, menegaskan bahwa terjadinya perubahan iklim di Indonesia, dimana terdapat tendensi terjadinya peningkatan jumlah curah hujan tahunan di wilayah timur Indonesia, berkisar antara 490 mm/tahun (Sulawesi Selatan) hingga 1400 mm/tahun (Jawa Timur). Diikuti oleh peningkatan suhu siang dan 0,6°C -2,3° C dan malam hari antara 0,5-1,1. Data

temperatur dan curah hujan dari 1981 hingga 2030 (Skenario SRA1B), wilayah kota Batu akan mengalami perubahan iklim hingga tahun 2030. Secara umum temperatur akan sedikit mengalami peningkatan sementara itu curah hujan juga telah mengalami peningkatan. Rata-rata temperatur dan curah hujan masing-masing meningkat dari 21,8°C menjadi 22,3°C dan dari 2327 mm menjadi 2941 mm per tahun.

Karnawati (2003) menyatakan salah satu faktor penyebab terjadinya bencana tanah longsor adalah air hujan. Air hujan yang telah meresap ke dalam tanah lempung pada lereng akan tertahan oleh batuan yang lebih kompak dan lebih kedap air. Derasnya hujan mengakibatkan air yang tertahan semakin meningkatkan debit dan volumenya dan akibatnya air dalam lereng ini semakin menekan butiran-butiran tanah dan mendorong tanah lempung pasir untuk bergerak longsor. Secara garis besar, dalam Al-Qur'an dijelaskan mengenai curah hujan dan penyebabnya terdapat dalam QS. Al-Mu'minun (23) ayat 18:

وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَسْكَنْتُهِ فِي الْأَرْضِ وَإِنَّا عَلَىٰ ذَهَابٍ بِهَآ لَفِ قَادِرُونَ

Artinya : *“Dan Kami turunkan air dari langit menurut suatu ukuran; lalu Kami jadikan air itu menetap di bumi, dan sesungguhnya Kami benar-benar berkuasa menghilangkannya.”* (Q.S Mu'minun (23): 18, ).

Tafsir Al-Wajiz oleh Syaikh Prof. Dr. Wahbah az-Zuhaili, menjelaskan bahwa Allah menurunkan hujan dari atas awan menurut suatu ukuran yang cukup, sehingga tidak akan sampai menyebabkan kerusakan. Lalu Allah menjadikan air hujan itu menetap/tersimpan di bumi. Sehingga menjadi sumber air dan mengalir sungai. Penebangan hutan yang seharusnya tidak dilakukan dapat menyebabkan lahan-lahan pada kondisi lereng dengan geomorfologi yang sangat miring, menjadi terbuka sehingga menyebabkan lereng menjadi



rawan longsor. Seperti resapan pada kawasan air yang memiliki karakteristik dapat menyimpan ataupun menyerap air hujan dipengaruhi oleh kondisi lapisan tanah dan gravitasi kemiringan lereng. Air permukaan yang membuat tanah menjadi basah dan jenuh akan sangat rawan terhadap longsor. Hujan yang tidak terlalu lebat, tetapi berjalan berkepanjangan lebih dari 1 atau 2 hari, akan berpeluang untuk menimbulkan tanah longsor (Soedrajat, 2007).

Selanjutnya, (Litbang Departemen Pertanian, 2006) hujan dengan curahan dan intensitas tinggi, misalnya 50 mm yang berlangsung lama (>6 jam) berpotensi menyebabkan longsor, karena pada kondisi tersebut dapat terjadi penjenruhan tanah oleh air yang meningkatkan massa tanah. Ada dua tipe hujan, yaitu tipe hujan deras yang dapat mencapai 70 mm/jam atau lebih dari 100 mm/hari. Tipe hujan deras sangat efektif memicu longsor pada lereng-lereng yang tanahnya mudah menyerap air, misalnya pada tanah lempung pasir dan tanah pasir. Sedangkan tipe hujan normal, curah hujan kurang dari 20 mm/hari. Tipe ini dapat menyebabkan longsor pada lereng yang tersusun tanah kedap air apabila hujan berlangsung selama beberapa minggu hingga lebih satu bulan.

Batuan yang kompak dan kedap air berperan sebagai penahan air dan sekaligus sebagai bidang gelincir longsor, sedangkan air berperan sebagai penggerak massa tanah yang tergelincir di atas batuan kompak tersebut. Semakin curam kemiringan lereng maka kecepatan penggelinciran juga semakin cepat. Semakin gembur tumpukan tanah lempung maka semakin mudah tanah tersebut meloloskan air dan semakin cepat air meresap ke dalam tanah. Semakin tebal tumpukan tanah, maka juga semakin besar volume massa tanah yang longsor. Tanah yang longsor dengan cara demikian

umumnya dapat berubah menjadi aliran lumpur yang pada saat longsor sering menimbulkan suara gemuruh. Hujan dapat memicu tanah longsor melalui penambahan beban lereng dan menurunkan kuat geser tanah.

#### **E. Jenis Tata Lahan**

Tanah longsor banyak terjadi di daerah tata lahan persawahan, perladangan, dan adanya genangan air di lereng yang terjal. Pada lahan persawahan akarnya kurang kuat untuk mengikat butir tanah dan membuat tanah menjadi lembek dan jenuh dengan air sehingga mudah terjadi longsor. Sedangkan untuk daerah perladangan penyebabnya adalah karena akar pohonnya tidak dapat menembus bidang longsor yang dalam.

Namun, ada aktifitas manusia yang tidak dihubungkan secara langsung dengan tipe penataan lahan, seperti aktivitas rekreasi (Anderson et al dalam Lo, 1996). Masalah-masalah lainnya termasuk penggunaan ganda yang dapat terjadi secara simultan atau terjadi secara alternatif; penyusunan penggunaan vertikal dan struktur dan ukuran areal minimum dari pemetaan. Selanjutnya, pemetaan penggunaan lahan dan penutup lahan membutuhkan beberapa keputusan bijak harus dibuat dan peta hasil tidak dapat dihindari mengandung beberapa derajat digeneralisasi menurut skala dan tujuan aplikasi (Lo, 1996).

Batasan mengenai penggunaan lahan yang berkaitan dengan kegiatan manusia pada bidang lahan tertentu (permukiman, perkotaan, persawahan). Penggunaan lahan juga merupakan pemanfaatan lahan dan lingkungan alam untuk memenuhi kebutuhan manusia dalam penyelenggaraan kehidupannya. Pengertian istilah penggunaan lahan biasanya digunakan untuk mengacu pemanfaatan masa kini (present of current land use). Oleh karena aktifitas

manusia di bumi bersifat dinamis, maka perhatian seringkali ditujukan baik kepada perubahan penggunaan lahan baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

### **2.3 SIG (Sistem Informasi Geografis)**

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau Geographic Information System (GIS) adalah layanan informasi yang dapat diakses melalui mobile device dengan menggunakan mobile network , yang dilengkapi kemampuan untuk memanfaatkan lokasi dari mobile device tersebut. SIG memberikan kemungkinan komunikasi dan interaksi dua arah.Oleh karena itu pengguna memberitahu penyedia layanan untuk mendapatkan informasi yang dia butuhkan, dengan referensi posisi pengguna tersebut. Layanan berbasis lokasi dapat digambarkan sebagai suatu layanan yang berada pada pertemuan tiga teknologi yaitu: Geographic Information System , Internet Service , dan Mobile Devices (Santoso et al., 2015)

Berdasarkan pendapat diatas, dapat disimpulkan bahwa SIG adalah sistem informasi yang dapat memadukan antara data grafis dengan data teks nyang digunakan untuk menyebarkan informasi-informasi mengenai daerah-daerah dipermukaan bumi.

Sistem Informasi Geografis dibagi menjadi dua kelompok yaitu sistem manual (analog), dan sistem otomatis (yang berbasis digital komputer). Perbedaan yang paling mendasar terletak pada cara pengelolaannya. Sistem Informasi manual biasanya menggabungkan beberapa data seperti peta, lembar transparansi untuk tumpang susun (*overlay*), foto udara, laporan statistik dan laporan survey lapangan. Kesemua data tersebut dikompilasi dan dianalisis secara manual dengan alat tanpa komputer. Sedangkan Sistem Informasi Geografis otomatis telah menggunakan komputer sebagai sistem pengolah data melalui proses digitasi.

Sumber data digital dapat berupa citra satelit atau foto udara digital serta foto udara yang terdigitasi. Data lain dapat berupa peta dasar terdigitasi.

Alasan SIG dibutuhkan adalah karena untuk data spasial penanganannya sangat sulit terutama karena peta dan data statistik cepat kadaluarsa sehingga tidak ada pelayanan penyediaan data dan informasi yang diberikan menjadi tidak akurat.

Berikut adalah dua keistimewaan analisis melalui SIG :

#### **a. Analisis Overlay**

Proses integrasi data dari lapisan-lapisan layer yang berbeda disebut dengan *overlay*. Secara analisis membutuhkan lebih dari satu layer yang akan ditumpang susun secara fisik agar bisa dianalisis secara visual. Dengan demikian, SIG diharapkan mampu memberikan kemudahan-kemudahan yang diinginkan yaitu:

1. Penanganan data geospasial menjadi lebih baik dalam format baku
2. Revisi dan pemutakhiran data menjadi lebih mudah
3. Data geospasial dan informasi menjadi lebih mudah dicari, dianalisis dan direpresentasikan
4. Menjadi produk yang mempunyai nilai tambah
5. Kemampuan menukar data geospasial
6. Penghematan waktu dan biaya
7. Keputusan yang diambil menjadi lebih baik.

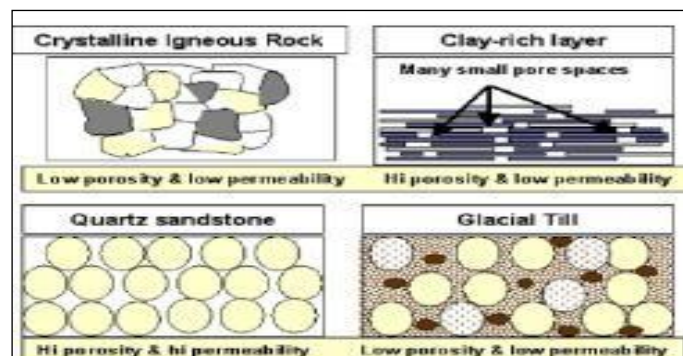
#### **b. Intersect**

Operasi *intersect* digunakan untuk memotong *input theme* dan secara otomatis mengoverlay antara *theme* yang dipotong dengan *theme* pemotongnya, dengan output *theme* memiliki atribut data dari kedua *theme*

tersebut. Pada operasi ini kedua *theme* baik input *theme* maupun *intersect theme* harus merupakan theme dengan tipe polygon.

## 2.4 Porositas dan Permeabilitas

Porositas merupakan perbandingan antar ruang kosong dengan seluruh volume batuan atau sedimen yang dinyatakan dalam persen. Porositas menentukan banyaknya air yang dapat dikandung dalam batuan. Porositas dipengaruhi oleh besar dan bentuk butir material penyusun batuan tersebut, susunan butiran-butiran dan ukuran pori.



**Gambar 2. 7** Porositas dan Permeabilitas (Rahma Hi. Manrulu, dkk, 2018: 9)

Porositas merupakan angka tak berdimensi biasanya diwujudkan dalam bentuk persentase. Umumnya untuk tanah normal mempunyai porositas berkisar antara 25%-75%, sedangkan untuk batuan yang terkonsolidasi berkisar 0%- 10%. Material berbutir halus mempunyai porositas yang lebih besar dibandingkan dengan tanah berbutir kasar. Porositas pada material seragam lebih besar dibandingkan material beragam. Porositas dapat dibagi menjadi dua yaitu porositas primer dan porositas sekunder. Porositas primer yaitu porositas yang ada sewaktu bahan tersebut terbentuk sedangkan porositas sekunder dihasilkan oleh retakan-retakan dan alur yang terurai. Pori-pori merupakan ciri batuan sedimen klastik dan bahan butiran lainnya. Pori berukuran kapiler dan membawa air yang disebut air pori. Permeabilitas juga sangat berpengaruh pada aliran dan jumlah air

tanah. Permeabilitas merupakan kemampuan batuan atau tanah untuk melewatkan atau meloloskan air melalui suatu media poros. Permeabilitas tergantung pada faktor-faktor seperti besarnya rongga- rongga dan derajat hubungan antar rongga. Batuan yang porositasnya rendah umumnya permeabilitasnya tinggi, karena besarnya hubungan antar rongga sangat menentukan. Tabel 2.1 memperlihatkan porositas dan permeabilitas berbagai batuan (Rahman Hi.Manrulu, dkk, 2018: 9).

**Tabel 2. 2** Nilai Porositas Berbagai Batuan

| <b>Batuan</b>   | <b>Porositas (%)</b> | <b>Permeabilitas (cm/jam)</b> |
|-----------------|----------------------|-------------------------------|
| Lempung         | 45 – 55              | 0,0005                        |
| Pasir           | 35 – 40              | 50                            |
| Kerikil         | 30 – 40              | 5.000                         |
| Pasirdankerikil | 20 – 35              | 500                           |
| Batupasir       | 10 – 20              | 5                             |
| SSerpih         | 1 – 10               | 0,0005                        |
| Batugamping     | 1 – 10               | 33,93                         |
| Cadas/tuf       | -                    | 0,83                          |

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan kumpulan-kumpulan dari penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai acuan penelitian kali ini:

1. Penelitian yang dilakukan oleh (Wafa & Astuti, 2016) menunjukkan bahwa Pemetaan Daerah Rawan Longsor Berbasis GIS Di Kota Batu dapat membantu masyarakat secara update mengetahui dan

mengawasi daerah yang dijadikan titik rawan longsor serta meminimalisir jatuhnya korban dan kerugian ketika terjadi tanah longsor dengan menggunakan metode SMART (Simple Multi Attribute Rating Technique) untuk menentukan tingkat status daerah rawan.

2. Penelitian yang dilakukan oleh (Firdaus & Sukojo, 2015) disimpulkan bahwa Pemetaan zona rawan longsor dapat dihitung berdasarkan integrasi spasial dari parameter-parameter yang mempengaruhi dan memicu longsor. Menggunakan metode penginderaan jauh yang didasarkan dari pengolahan citra, hasil pengolahan yang diperoleh menunjukkan zona daerah rawan longsor di Kota Batu termasuk dalam kategori kurang rawan sampai sangat rawan (1,55 – 3,65). Kategori rawan dengan luas area  $\pm 125,97 \text{ km}^2$ . Zona rawan dengan skor kumulatif tinggi ( $> 3$ ) di Kota Batu dalam penelitian ini terdapat di sebelah timur laut Kota Batu di Kecamatan Bumiaji dengan arah kemiringan lereng yang mengarah ke barat daya serta di sebelah barat daya Kota Batu di Kecamatan Junrejo dan Kecamatan Batu dengan arah kemiringan lereng ke timur laut.
3. Penelitian yang dilakukan oleh (Rema et al., 2018) menganalisis zonasi tingkat risiko bencana tanah longsor terdapat dua faktor yaitu faktor ancaman dan faktor kerentanan. Faktor ancaman yang digunakan adalah data berupa peta zonasi kejadian gerakan tanah, sedangkan untuk data kerentanan digunakan empat aspek yang meliputi aspek fisik, aspek lingkungan, aspek ekonomi dan aspek

sosial. Data-data ini kemudian dianalisis menggunakan Metode AHP (analytic Hierarchy Processing) yang bertujuan memberikan bobot pada setiap variabel amatan terkait tiap aspek kerentanan. Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa tingkat risiko rendah dengan luas 77,85, tingkat risiko sedang dengan luas wilayah 40,56 km<sup>2</sup> , dan tingkat risiko tinggi dengan luas wilayah 79,53 km<sup>2</sup> . Zonasi tingkat risiko tinggi terluas berada pada Desa Sumber Brantas Kecamatan Bumiaji dengan luas 1.625,17 Ha.

4. Penelitian yang dilakukan oleh (Mau et al., 2017) menggunakan metode Fellinius dan Bishop yang dalam proses analisisnya dilakukan menggunakan tabel perhitungan manual. Menunjukkan lereng di lokasi tersebut dalam keadaan yang rawan longsor dimana Faktor Keamanan  $< 1,5$  kemudian dilakukan perbaikan menggunakan dinding penahan tipe gravitasi dan di analisis menggunakan metode Fellinius dan Bishop sehingga dapat di peroleh nilai faktor keamanan (FK) 3,2 untuk metode Fellinius dan 3,9 untuk metode Bishop yang menunjukkan kondisi lereng dalam keadaan stabil.
5. Penelitian yang dilakukan oleh (Wahyudianto, 2018) menggunakan metode Landslide Hazard Assessment (LHA) yang didasarkan pada data historis. Pemetaan risiko longsor dengan metode LHA yang dikombinasikan dengan hasil analisis kerentanan kendaraan yang melaju disarankan untuk menjadi acuan dalam pemetaan risiko bencana gerak massa di koridor jalan raya Indonesia. Analisis frekuensi curah hujan pemicu longsor menyimpulkan probabilitas



terjadinya longsor (PLO) pada curah hujan harian adalah 126,2 mm, atau 3 hari - curah hujan kumulatif 192,26 mm.

6. Penelitian yang dilakukan oleh (Hartono, 2017) Variabel longsor yang dievaluasi adalah: tekstur tanah, permeabilitas tanah dan indeks plastisitas, kemiringan batuan lapisan, derajat pelapukan, kepadatan otot dan kedalaman pelapukan, adanya mata air / rembesan, lereng, dan ada tidaknya lereng tebang. Diperoleh hasil penelitian menunjukkan citra Landsat 7 pita 432 skala 1: 11.000 - 1: 15.000 objek dapat diartikan seperti: pemukiman, lahan terbuka, sawah irigasi, dataran rendah, dataran tinggi, kebun buah, lereng longsor, hutan campuran, hutan pinus dan hutan wanatani

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian Pemetaan Daerah Rawan Longsor ini berlangsung dari bulan Oktober – Selesai. Penelitian ini menggunakan data Longsor dari BPBD Kota Batu. Wilayah penelitian dibatasi dengan titik koordinat 7°44'– 8°26' LS hingga 122°17'–122°57' BT. Data longsor yang dijadikan sumber data mulai dari Januari 2018-Desember 2020.

#### **3.2 Alat dan Bahan Penelitian**

1. Perangkat Keras (*hardware*) yang dibutuhkan pada penelitian adalah :
  - a. Laptop LENOVO dengan Processor Intel® Core™ i3-3110M CPU @2.40 GHz (4CPUs), RAM 2048 MB, OS Windows 7 Ultimate 64-bit.
2. Perangkat Lunak (*Software*) yang dibutuhkan pada penelitian adalah:
  - a. *Microsoft Office 2010*
  - b. *ArcGis 10.8*
  - c. *Google Earth*
3. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini :
  - a. Peta Parameter (Tutupan Lahan, Kemiringan Lereng, Curah Hujan, Data Geologi, Jenis Tanah, Topografi, dan Administrasi

#### **3.3 Koleksi Data**

Dalam penelitian ini menggunakan data longsor periode dari 2018-2020 yang diperoleh dari pengajuan pengambilan data di Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Batu sebagai pembanding hasil penelitian, dan

untuk dapat menentukan wilayah longsor di Kecamatan Bumiaji , Kota Batu menggunakan metode teknik *overlay peta* (Tumpang susun) dan *Pembobotan Parameter* (curah hujan, kemiringan lereng, penggunaan lahan, dan lain-lain).

### **3.3.1 Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh penyusun diawali dengan pengumpulan data dasar berupa peta-peta pendukung, studi pustaka dan pengumpulan data sekunder terutama berkaitan dengan sejarah kejadian tanah longsor. Pada tahap ini juga dilakukan konsultasi ke instansi pemerintahan yang terkait seperti Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Batu, selanjutnya data tersebut dianalisis serta pengecekan lapangan secara langsung untuk mengetahui koordinat dilapangan dengan menggunakan GPS. Data GPS ini selanjutnya dijadikan acuan dalam validasi kejadian longsor di daerah penelitian.

## **3.4 Prosedur Penelitian**

### **3.4.1 Pengumpulan Data**

Cara *overlay* dibagi menjadi dalam 4 tahap, dilakukan bertahap agar mengurangi kesalahan sistem yang berupa polygon kosong (Gap) dan menambah kemudahan dalam proses overlay. Tahap pertama, peta curah hujan dan peta kemiringan lereng. Tahap kedua, peta dari hasil overlay pertama dan peta jenis tanah. Tahap ketiga, peta dari hasil overlay kedua dan peta geologi. Tahap terakhir, peta dari hasil overlay ketiga dan peta penggunaan lahan (Gambar 1). Sedangkan proses pembobotan terdapat 2 tahap. Pertama, pembobotan pada 5 parameter (Curah Hujan, Penggunaan Lahan, Kemiringan Lereng, Jenis Tanah dan Geologi) untuk menentukan tingkat daerah rawan longsor disesuaikan

dengan faktor yang dominan atau faktor yang memiliki penyebab terjadinya longsor. Tahap kedua, pemberian nilai skor kumulatif untuk menentukan tingkat daerah rawan longsor yang diperoleh dari pendugaan.



**Gambar 3. 1** Diagram alur pembuatan peta rawan longsor

Keterangan :

CH\_KL : Hasil dari overlay peta curah hujan dan kemiringan lereng

CH.KL\_JT : Hasil dari overlay peta CH\_KL dan jenis tanah

CH.KL.JT\_G : Hasil dari overlay peta CH.KL\_JT dan geologi

### 3.5 Analisis Data

Proses analisa data spasial pada Kecamatan Bumaji dilakukan dengan Pembobotan nilai parameter dan menggunakan alat perangkat lunak (software) sistem informasi geografis yaitu ArcGIS 10.8. Berikut merupakan proses dalam menganalisis data spasial :

- Pemberian nilai/skor

Masing-masing peta parameter (curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah, geologi, penggunaan lahan) diberi nilai sesuai dengan tabel skor yang ada.

- Pembobotan kumulatif

Dilakukan perhitungan nilai/skor yang sudah didapat menggunakan formula (tabel 6), sehingga akan dihasilkan nilai akhir yang menentukan kelas rawan longsor.

- Pengelompokan

Berdasarkan hasil nilai kumulatif dapat dikelompokkan atau dimasukkan dalam 3 kategori kelas rawan longsor (tabel. 7)

### A Pembobotan / Skoring

Derajat dan panjang lereng adalah unsur yang mempengaruhi terjadinya longsor. Semakin tinggi derajat lereng maka akan memberikan bahaya rawan longsor yang lebih tinggi, sehingga diberi nilai bobot yang paling tinggi.

**Tabel 3. 1** Klasifikasi pembobotan parameter kemiringan lereng  
(Firdaus,2014)

| No | Parameter                | Besaran | Skor |
|----|--------------------------|---------|------|
| 1. | Kemiringan lereng<br>(%) | 1 – 3   | 1    |
| 2. |                          | 3 – 8   | 2    |
| 3. |                          | 8 – 15  | 3    |
| 4. |                          | 15 – 30 | 4    |
| 5. |                          | >30     | 5    |

Faktor curah hujan yang mempengaruhi terjadinya tanah longsor, mencakup terjadinya peningkatan curah hujan (tekanan air pori bertambah besar, kandungan air dalam tanah naik dan terjadi pengembangan lempung dan mengurangi tegangan geser, lapisan tanah jenuh air), rembesan air yang masuk dalam retakan tanah serta genangan air. Adanya pengaruh curah hujan tersebut

dapat mengakibatkan terjadinya gerakan tanah sehingga daerah yang mempunyai curah hujan yang tinggi relatif akan memberikan bahaya gerakan tanah yang lebih tinggi.

**Tabel 3. 2** Klasifikasi pembobotan parameter curah hujan (Lestari, 2008)

| No | Parameter                 | Besaran     | Skor |
|----|---------------------------|-------------|------|
| 1. | Curah Hujan<br>(mm/tahun) | <1000       | 1    |
| 2. |                           | 1800 - 2000 | 2    |
| 3. |                           | 2000 - 2500 | 3    |
| 4. |                           | 2500 - 3000 | 4    |
| 5. |                           | >3000       | 5    |

**Tabel 3. 3** Klasifikasi nilai parameter jenis tanah (Effendi, R.S, 2002)

| No | Parameter   | Besaran                                                             | Skor |
|----|-------------|---------------------------------------------------------------------|------|
| 1. | Jenis Tanah | Aluvial, Gleisol Planosol,<br>Hidromorf Kelabu Laterik<br>air tanah | 1    |
| 2. |             | Latosol                                                             | 2    |
| 3. |             | Brown forest soil, Non<br>Calcik brown,<br>Mediterranean            | 3    |
| 4. |             | Andosol,<br>Laterik, Grumosol, Podsol,<br>Podsolik                  | 4    |
| 5. |             | Regosol, Litosol, Renzina                                           | 5    |

Jenis batuan yang menyusun suatu daerah mempunyai tingkat bahaya yang berbeda satu sama lain. Berdasarkan besar butirnya, batuan yang berbutir halus pada umumnya mempunyai bahaya terhadap gerakan tanah yang lebih tinggi, sedangkan bila dilihat dari kekompakannya maka batuan yang kompak

dan masif lebih kecil kemungkinan terkena gerakan tanah.

**Tabel 3. 4** Klasifikasi pembobotan parameter geologi (Lestari, 2008)

| No | Parameter              | Besaran                         | Skor |
|----|------------------------|---------------------------------|------|
| 1. | Geologi (Jenis Batuan) | Bahan Aluvial                   | 1    |
| 2. |                        | Bahan Vulkanik – 1              | 2    |
| 3. |                        | Bahan Sedimen – 1               | 3    |
| 4. |                        | Bahan Vulkanik -2 dan Sedimen 2 | 4    |

Pengaruh penutupan lahan terhadap terjadinya gerakan tanah longsor merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan, dimana penutupan lahan yang langsung berhubungan dengan kemungkinan menyebabkan terjadinya tanah longsor.

**Tabel 3. 5** Klasifikasi pembobotan parameter penggunaan lahan (Lestari, 2008)

| No | Parameter        | Besaran                            | Skor |
|----|------------------|------------------------------------|------|
| 1. | Penggunaan Lahan | Hutan/vegetasi lebat dan badan air | 1    |
| 2. |                  | Kebun Campuran/Semak belukar       | 2    |
| 3. |                  | Perkebunan dan sawah irigasi       | 3    |
| 4. |                  | Kawasan industri dan pemukiman     | 4    |
| 5. |                  | Lahan Kosong                       | 5    |

Nilai skor kumulatif untuk menentukan tingkat daerah rawan longsor diperoleh melalui model pendugaan sedangkan pemberian bobot untuk

menentukan tingkat daerah rawan longsor disesuaikan dengan faktor dominan atau faktor terbesar penyebab terjadinya tanah longsor.

**Tabel 3.6** Formula Klasifikasi skor kumulatif rawan longsor (Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2004)

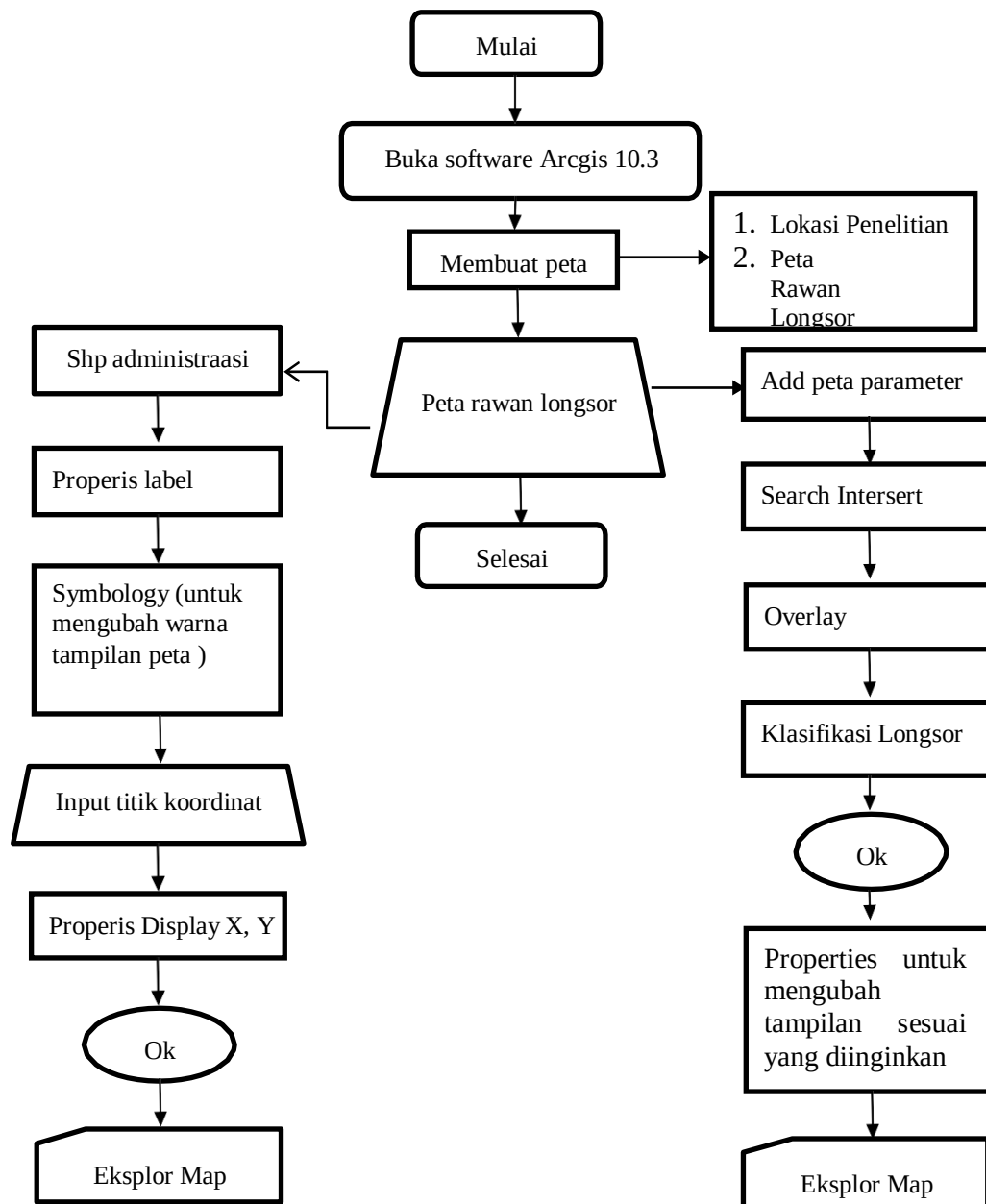
|                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\text{Skor kumulatif} = (30\% \times \text{Faktor Curah Hujan}) + (20\% \times \text{Faktor Geologi}) + (20\% \times \text{Faktor Jenis Tanah}) + (15\% \times \text{Faktor Penggunaan Lahan}) + (15\% \times \text{Faktor Kemiringan Lereng})$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Tabel 3. 6** Klasifikasi skor kumulatif rawan longsor (Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, 2004)

| No | Skor Kumulatif        | Klasifikasi Bencana |
|----|-----------------------|---------------------|
| 1. | $\leq 2,5$            | Kurang Rawan        |
| 2. | $\geq 2,6 - \leq 3,6$ | Rawan               |
| 3. | $\geq 3,7$            | Sangat Rawan        |

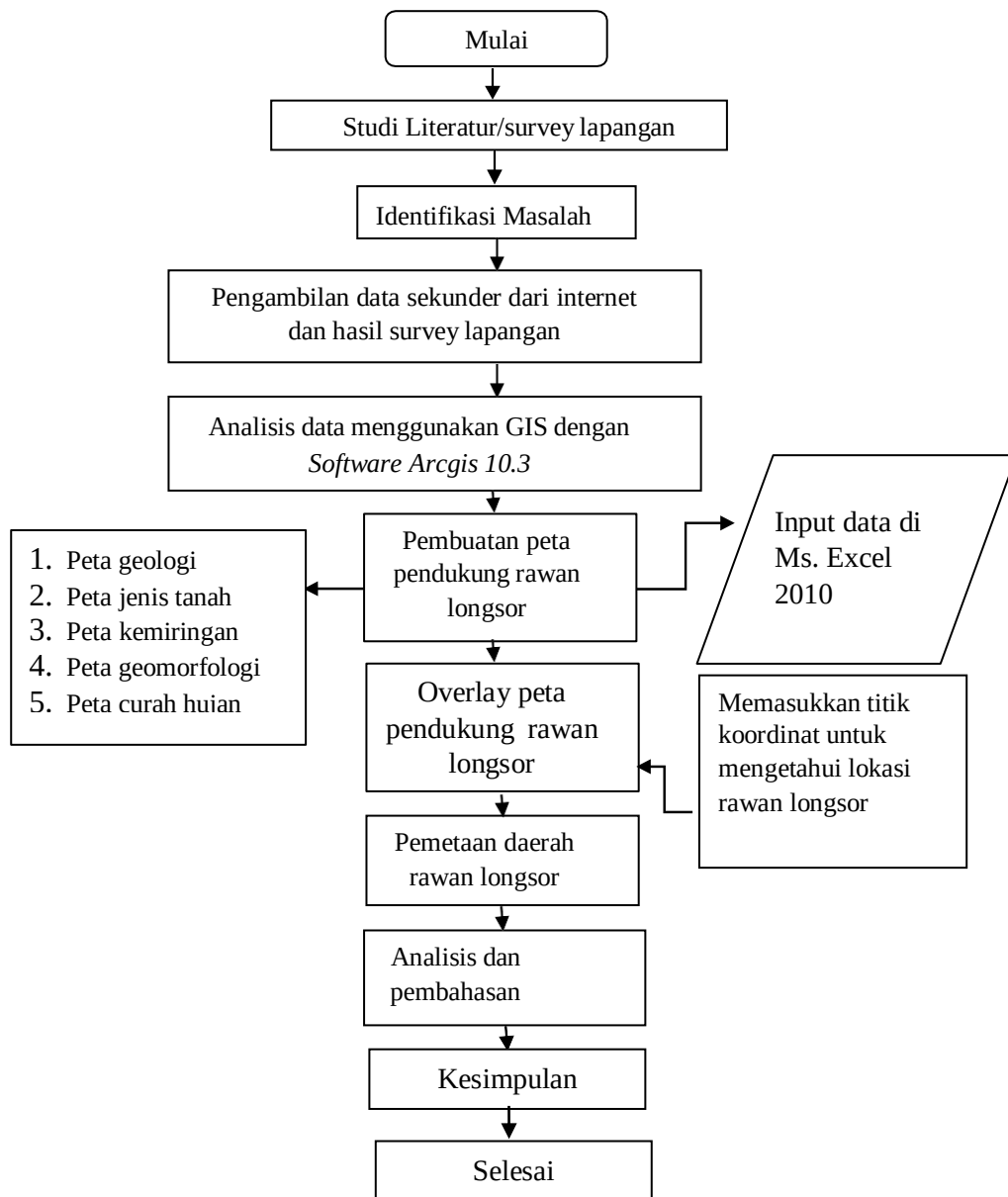


### 3.6 Prosedur Kerja Program Arcgis



Gambar 3. 8 Prosedur Pembuatan Peta Rawan Longsor Menggunakan Software

### Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 9 Bagan Alir Penelitian

## **BAB VI**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Pre Processing Data**

Pre processing data merupakan langkah awal yang dilakukan dalam penelitian sebelum melakukan pengolahan data. Langkah yang dilakukan dalam pre-processing data antara lain yaitu pengumpulan data data yang diperlukan dalam penelitian, kemudian data data tersebut dilakukan validasi agar data yang telah didapatkan menjadi valid dan bisa digunakan untuk diolah pada tahap selanjutnya (Henderi & Wanda, 2017).

##### **4.1.1 Proses Pengumpulan Data**

Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pengumpulan data sekunder. Data sekunder merupakan sebuah data yang dikumpulkan atau diambil secara tidak langsung dengan menggunakan dokumen dokumen pemerintahan yang telah ada di instansi terkait (Pratiwi, 2017). Data sekunder yang dikumpulkan pada penelitian ini merupakan data data parameter untuk menentukan wilayah rawan longsor yaitu data DEM (Digital Elevation Model) untuk menentukan tingkat kelerengan di wilayah batu bumiaji. Selain itu juga terdapat data pendukung antara lain data curah hujan, jenis tanah, geologi, dan juga data penggunaan lahan di wilayah batu bumiaji.

Pengumpulan data DEM (Digital Elevation Model) dilakukan dengan mengakses website resmi pemerintah Indonesia yaitu DEMNAS atau data yang dibuat oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) seperti, [tanahair.indonesia.go.id](http://tanahair.indonesia.go.id). Setelah mendownload data sesuai wilayah studi yaitu Kecamatan Bumiaji pada website DEMNAS maka kemudian data dem tersebut dimasukkan ke dalam

ArcGis.

Data DEM (Digital Elevation Model) tersebut digunakan untuk mendapatkan data-data dasar parameter pembuatan peta rawan tanah longsor yaitu data kelerengan.

Selain pengumpulan data DEM (Digital Elevation Model), pada penelitian ini juga dilakukan penelitian berupa data (BPS) Badan Pusat Statistik untuk mendapatkan data curah hujan sebagai berikut:

**Tabel 4. 1** Data Curah Hujan

| Bulan     | Curah Hujan (mm3) |      |      |
|-----------|-------------------|------|------|
|           | 2016              | 2017 | 2018 |
| Januari   | 217               | 332  | 414  |
| Pebruari  | 447               | 296  | 258  |
| Maret     | 176               | 290  | 67   |
| April     | 34                | 263  | 45   |
| Mei       | 164               | 88   | 39   |
| Juni      | 168               | 12   | 42   |
| Juli      | 52                | 12   | 0    |
| Agustus   | 70                | 1    | 0    |
| September | 72                | 0    | 24   |
| Oktober   | 133               | 20   | 0    |
| Nopember  | 517               | 420  | 212  |
| Desember  | 219               | 189  | 150  |

Sumber: BPS Kecamatan Bumiaji

Data curah hujan yang didapatkan dari BPS Badan Pusat Statistik tersebut kemudian diubah dan dijadikan data SHP berupa format data vektor yang digunakan untuk menyimpan lokasi, bentuk, atau atribut dari fitur geografis menggunakan software ArcGis agar bisa digunakan untuk pengolahan peta rawan tanah longsor.

Untuk data lain seperti penggunaan lahan atau landuse, jenis tanah, dan data geologi didapatkan dari website resmi pemerintah jawa timur atau geoportal khusus yang berhubungan dengan layanan pencarian dan penggunaan data spasial melalui media internet dengan tujuan dapat diakses dengan mudah oleh berbagai pihak. Data tersebut berupa data SHP yang siap digunakan untuk pengolahan.

#### **4.1.2 Validasi Data**

Validasi data ialah proses yang dilakukan agar data yang digunakan menjadi valid dan benar sehingga siap untuk dapat digunakan (Bachri, 2010). Validasi data yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk menyamakan data-data yang telah dikumpulkan menjadi SHP sehingga data yang ada menjadi sesuai antara data satu dengan data yang lain. Validasi data pada penelitian ini yaitu pemotongan data DEM berupa raster atau data yang dihasilkan dari sistem Penginderaan Jauh agar batas wilayah DEM dan juga SHP lain sama.

Data awal DEM (Digital Elevation Model) yang didapatkan merupakan data DEM Kota Malang sehingga perlu dilakukan pemotongan agar sesuai dengan wilayah studi yaitu Kecamatan Bumiaji. Selain pemotongan data DEM (Digital Elevation Model), pada proses validasi data ini juga dilakukan penyesuaian proyeksi seluruh data SHP yang ada yaitu proyeksi (WGS) **World**

**Geodetic System** 1984 merupakan salah satu datum (acuan) bagi orbit satelit. Penyesuaian proyeksi menjadi WGS 1984 ini dilakukan agar seluruh data berupa SHP yang telah ada bisa saling terhubung dan bisa untuk digunakan pada proses pengolahan.

## 4.2 Processing Data

### 4.2.1 Skoring

Proses pengolahan data berupa skoring ini ialah pemberian skor terhadap seluruh data parameter pengaruh tanah longsor. Setiap parameter memiliki skoring yang berbeda beda tergantung oleh bobot yang dimiliki oleh parameter tersebut.

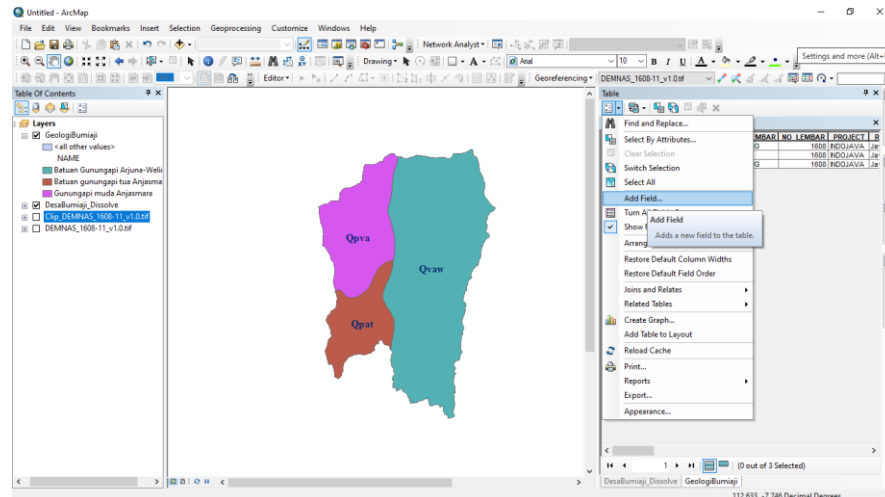
**Tabel 4. 2** Parameter Klasifikasi Skoring dan Bobot

| No | Data      | Parameter    | Klasifikasi       | Skor | Bobot |
|----|-----------|--------------|-------------------|------|-------|
| 1  | Topografi | Kelerengan   | 0-8%              | 1    | 30%   |
|    |           |              | 8-15%             | 2    |       |
|    |           |              | 15-25%            | 3    |       |
|    |           |              | 25-40%            | 4    |       |
|    |           |              | >40%              | 5    |       |
| 2  | Geologi   | Jenis Batuan | Batuan Aluvial    | 1    | 20%   |
|    |           |              | Batuan Sedimen 1  | 2    |       |
|    |           |              | Batuan Vulkanik 1 | 3    |       |
|    |           |              | Batuan Sedimen 2  | 4    |       |
|    |           |              | Batuan Vulkanik 2 | 5    |       |
| 3  | Tanah     | Tipe Tanah   | Tidak Peka        | 1    | 15%   |
|    |           |              | Sedikit Peka      | 2    |       |

|   |             |                  |                       |   |     |
|---|-------------|------------------|-----------------------|---|-----|
|   |             |                  | Agak Peka             | 3 |     |
|   |             |                  | Peka                  | 4 |     |
|   |             |                  | Sangat Peka           | 5 |     |
| 4 | Jenis Lahan | Penggunaan Lahan | Hutan Rimba           | 1 | 15% |
|   |             |                  | Semak Belukar         | 2 |     |
|   |             |                  | Perkebunan dan Ladang | 3 |     |
|   |             |                  | Sawah                 | 4 |     |
|   |             |                  | Permukiman            | 5 |     |
| 5 | Hidrologi   | Curah Hujan      | <1000 mm              | 1 | 20% |
|   |             |                  | 1100-2000 mm          | 2 |     |
|   |             |                  | 2000-2500 mm          | 3 |     |
|   |             |                  | 2500-3000 mm          | 4 |     |
|   |             |                  | >3000 mm              | 5 |     |

Sumber: (Krisnandi et al., 2021)

Untuk melakukan Skoring dan Pembobotan sesuai dengan parameter klasifikasi pada table di atas menggunakan tools di ArcGis yaitu dengan cara Add Field baru pada tiap SHP parameter seperti contoh dibawah ini



**Gambar 4. 1** Hasil Peta Geologi Kecamatan Bumiaji

#### 4.2.2 Overlay

Overlay adalah bagian penting dari analisis spasial. Overlay dapat menggabungkan beberapa unsur spasial menjadi unsur spasial yang baru. Dengan kata lain, overlay dapat didefinisikan sebagai operasi spasial yang menggabungkan layer geografik yang berbeda untuk mendapatkan informasi baru. Overlay dapat dilakukan pada data vektor maupun raster (Akhsin et al., 2017).

Berdasarkan pada pembobotan dan parameter-parameter yang telah dibuat, maka di buatlah peta zonasi rawan bencana longsor. Pembuatan peta menggunakan software ArcGIS dengan cara intersect semua parameter yang telah di buat kemudian memasukan rumus untuk menghitung zonasi tingkat kelongsoran pada daerah telitian. Penghitungan dilakukan berdasarkan pembobotan dengan formula sebagai berikut: Tingkat Rawan Bencana Longsor :  $[(\text{skor kelerengan} * 30\%) + (\text{tipe batuan} * 20\%) + (\text{skor tipe tanah} * 15\%) + (\text{skor curah hujan} * 20\%) + (\text{skor tata guna lahan} * 15\%)]$ . Proses tersebut dilakukan dengan tools field calculator yang ada pada aplikasi software ArcGis



Hasil dari proses field calculator tersebut akan menghasilkan nilai untuk tiap kelas yang kemudian akan dilakukan klasifikasi. Tingkat kerawanan dibagi menjadi 3 tingkatan zona kerawanan yaitu zona kerawanan dengan tingkat rendah, tingkat sedang dan tingkat tinggi.

### 4.3 Parameter Penyebab Tanah Longsor

#### 4.3.1 Curah Hujan

Salah satu unsur iklim yang perannya besar terhadap terjadinya longsor yaitu curah hujan, hal ini dikarenakan air hujan yang jatuh dan masuk kedalam tanah akan membuat kondisi komposisi tanah berubah sehingga membuat daerah sekitar rawan longsor. Intensitas curah hujan tinggi akan memberikan dampak risiko tanah longsor yang cukup tinggi dikarenakan adanya pergeseran terhadap lapisan tanah. Air hujan yang masuk kedalam tanah (infiltrasi) akan membuat tanah menjadi jenuh dan mempengaruhi bahan atau material pembentuk tanah dan lereng sehingga dapat memicu terjadinya rawan longsor.

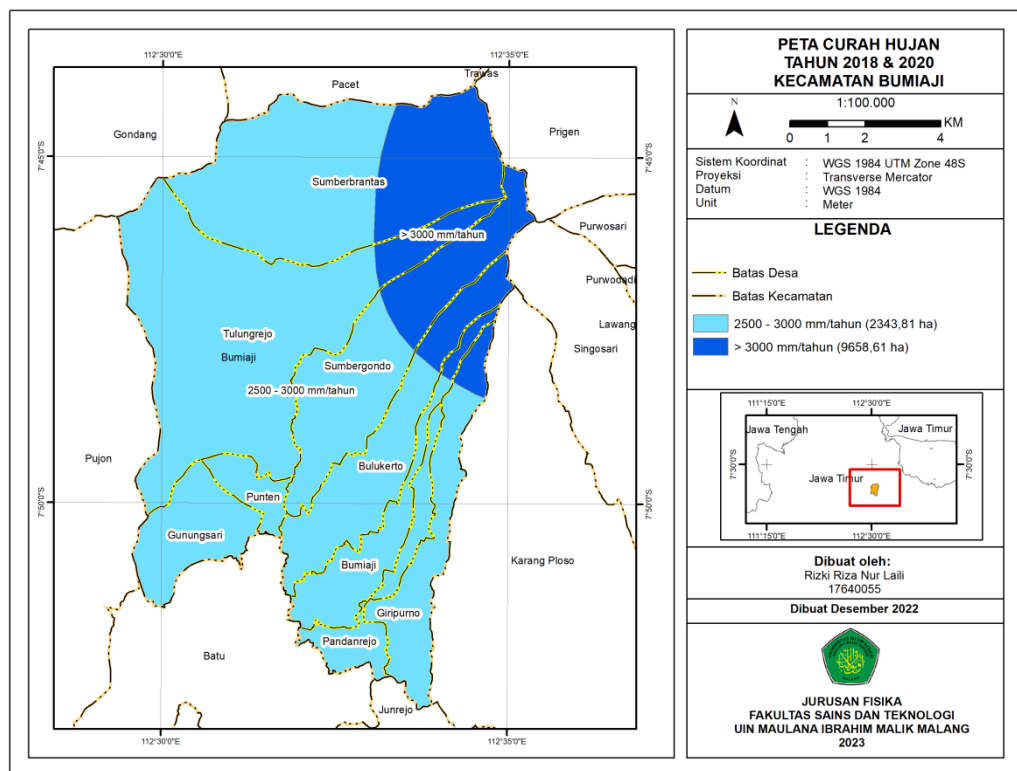
Berikut merupakan data curah hujan 2016-2018 dari bulan januari hingga desember,

**Tabel 4. 3** *Curah Hujan 2016-2018*

| Bulan    | Curah Hujan (mm3) |      |      |
|----------|-------------------|------|------|
|          | 2016              | 2017 | 2018 |
| Januari  | 217               | 332  | 414  |
| Pebruari | 447               | 296  | 258  |
| Maret    | 176               | 290  | 67   |
| April    | 34                | 263  | 45   |
| Mei      | 164               | 88   | 39   |
| Juni     | 168               | 12   | 42   |
| Juli     | 52                | 12   | 0    |
| Agustus  | 70                | 1    | 0    |

|           |     |     |     |
|-----------|-----|-----|-----|
| September | 72  | 0   | 24  |
| Oktober   | 133 | 20  | 0   |
| Nopember  | 517 | 420 | 212 |
| Desember  | 219 | 189 | 150 |

Jika dilihat dari tabel dilihat bahwa terdapat kenaikan curah hujan pada bulan musim hujan seperti Januari selama tiga tahun berturut turut yaitu 2016, 2017 dan 2018. Selain itu juga dapat dilihat bahwa nopember hingga februari merupakan bulan dimana curah hujan tinggi yang dimana diindikasikan sebagai musim hujan. Hal ini perlu diperhatikan bahwa curah hujan tinggi akan menyebabkan pergeseran lapisan dan komposisi tanah. curah hujan ini juga dapat kita lihat per bagian wilayah sebagai berikut.

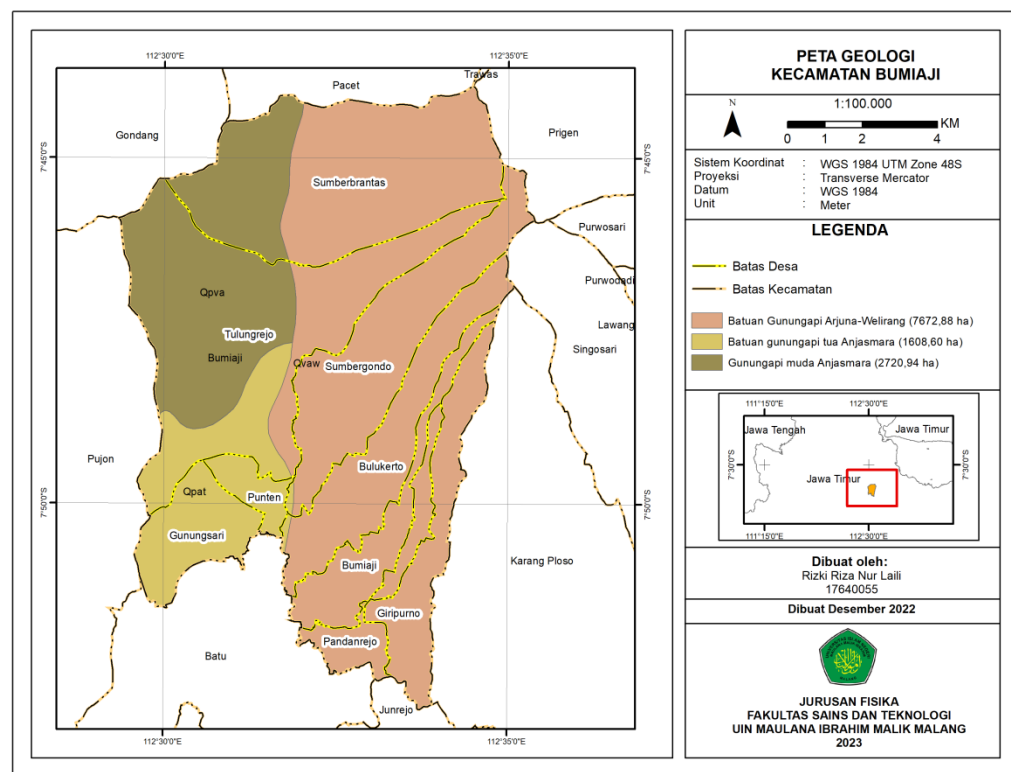


**Gambar 4. 2** Hasil Peta Curah Hujan 2018-2020

Jika dilihat dari gambar curah hujan berdasarkan wilayah diatas maka curah hujan yang tinggi adalah wilayah Bumiaji bagian timur laut mencapai lebih dari 80% atau 3.000 mm/tahun berdasarkan data tahun 2018 hingga 2020. Selain itu juga dapat dilihat bahwa curah hujan yang paling sedikit adalah wilayah Bumiaji dengan 20% bagian tenggara dengan 2.500-3.000 mm/tahun.

#### 4.3.2 Geologi

Struktur batuan merupakan salah satu faktor yang dapat menjadi penyebab adanya longsor. Daerah pegunungan biasanya memiliki komposisi tanah yang cukup kondusif untuk menopang wilayahnya.



**Gambar 4. 3** Hasil Peta Geologi

Bedasarkan peta geologi dibagi menjadi tiga wilayah formasi dan litologinya, dimana pada wilayah yang diarsir warna coklat muda terdapat 63% formasi batuan gunung api Arjuna Welirang yang terdiri dari batuan alas, produk

erupsi Arjuno Welirang Tua dan produk erupsi Arjuno-Welirang Muda. Berdasarkan data regional dan tatanan tektonik Jawa Timur, daerah penyelidikan berada pada deretan pegunungan dengan arah memanjang dengan batuan dasar (Zona Kendeng) yang berupa batuan beku dan sedimen (Tim Survei Geologi dan Geokimia PSDG, 2010).

Warna hijau muda untuk menunjukkan 13% batuan gunung api tua Anjasmara yang merupakan endapan piroklastika atau material klastik yang tersusun dari fragmen batuan yang dihasilkan dan dikeluarkan oleh erupsi gunung api yang bersifat eksplosif. Tersusun dari batuan vulkanik menengah gelap, halus, coklat atau keabu-abuan yang merupakan umum ditemukan di lava (andesit) hingga batuan beku umum yang dibentuk oleh pendinginan cepat dari lava (basal), dan sebagian terubah. Satuan ini tersingkap sempit di bagian barat Kota Batu.

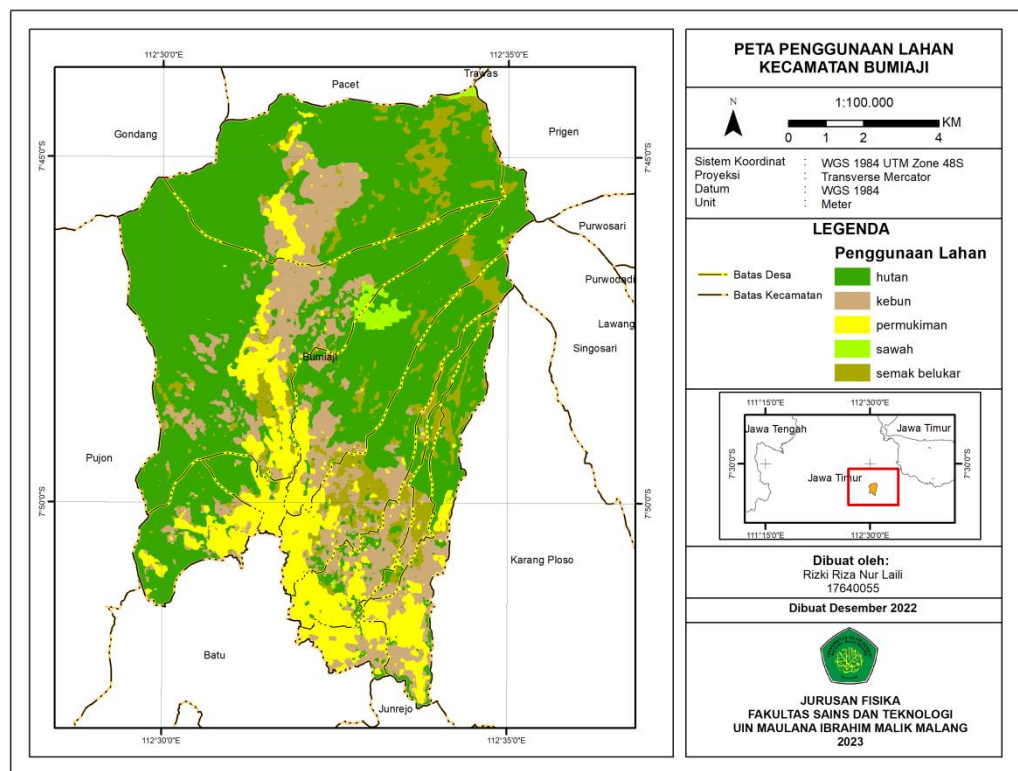
Terakhir pada wilayah hijau tua 23% menunjukkan batuan gunung api muda merupakan endapan piroklastika yang tersusun dari andesit piroksen dan basal olivin, umumnya agak padu dan mampat, yang diperkirakan berumur Plistosen Tengah. Satuan ini terletak di sebelah utara dari batuan gunung api tua.

#### **4.3.3 Penggunaan Lahan**

Penggunaan lahan dari wilayah penghijauan sebagai wilayah industri dan perkotaan dapat mempengaruhi kestabilan wilayah. Dimana adanya program penanaman pohon dengan jarak rapat pada lereng akan memicu terjadinya longsor hal ini dikarenakan tidak semua pohon bisa menjadi penahan suatu lereng melainkan beberapa jenis pohon justru berperan sebagai beban tambahan bagi lereng dan bahkan mendorongnya sehingga terjadinya longsor (Sutikno,

2000).

Berdasarkan peta penggunaan lahan pada wilayah kecamatan Bumiaji didominasi oleh taman hutan raya sebanyak 59,72%, kebun 16,34%, permukiman 13,76%, sawah 0,97% , dan semak belukar sebanyak 9,21%. Sedangkan pada konsep penggunaan lahan industry dan ruang terbuka hijau masih memiliki proporsi yang sedikit.



**Gambar 4. 4 Hasil Peta Penggunaan Lahan**

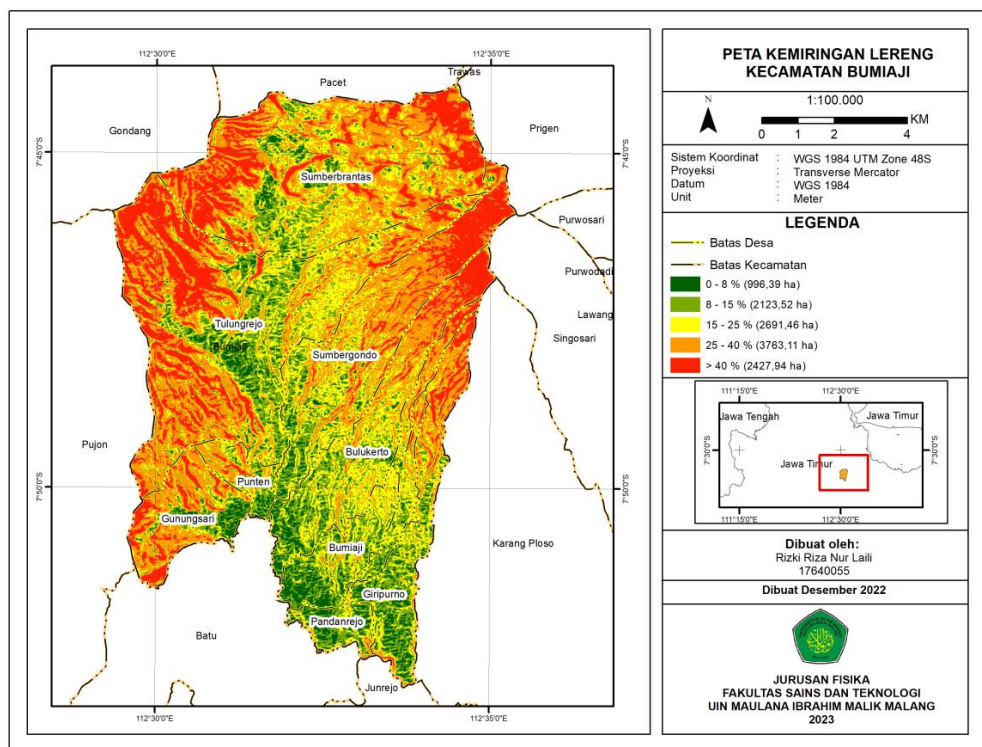
#### 4.3.4 Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng adalah salah satu penilaian topografi dalam unsur terjadinya bencana longsor yang terjadi. Pada kemiringan lereng yang cukup curam maka akan semakin besar potensi adanya longsor pada wilayah tersebut, namun tidak semua lereng menyebabkan potensi bencana longsor. Terjadinya longsor terhadap kemiringan lereng juga diakibatkan faktor pendukung seperti

suatu tenaga pemicu seperti jumlah curah hujan dan keberadaan vegetasi.

Berdasarkan dari Kawasan bumiaji, kemiringan lereng ini dibagi menjadi lima yaitu, kemiringan lereng datar dengan 0-8%, kelas kemiringan landai dengan 8-15%, kelas kemiringan lereng agak curam dengan 15-25%, kelas kemiringan lereng curam dengan 25-40%, dan kelas kemiringan lereng sangat curam dengan diatas 40%.

Berdasarkan hasil dari atribut tabel dari data demnas, maka diperoleh data kemiringan lereng di desa kecamatan bumiaji dimana untuk kemiringan 0 – 8% memiliki luas 996,39 ha, untuk kemiringan 8 – 15% memiliki luas 2123,52 ha, untuk kemiringan 15 – 25% memiliki luas 2691,46 ha, untuk kemiringan 25 – 40% memiliki luas 3763,11 ha , dan untuk kemiringan >45% memiliki luas 2427,94 ha, seperti gambar di bawah ini:



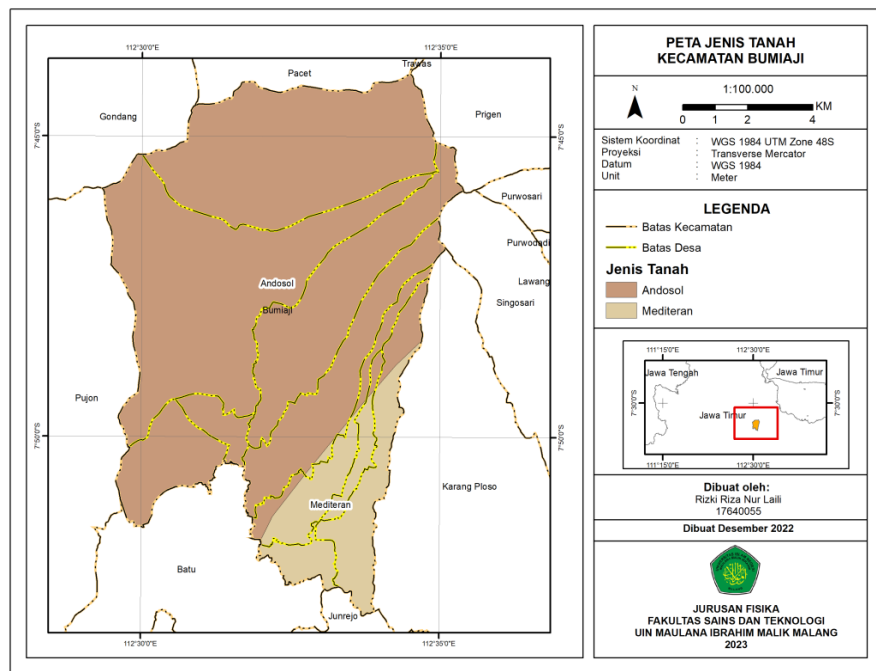
**Gambar 4. 5 Hasil Kemiringan Lereng**

Kelas kemiringan lereng curam merupakan kelas yang paling dominan di wilayah kecamatan Bumiaji. Berdasarkan hasil kelas kemiringan lereng ini dapat memperkirakan potensi dan juga risiko terjadinya bencana longsor. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Andrian (2014: 2). Menjelaskan bahwa kelerengan dengan kemiringan yang lebih dari 25% - 40% dengan curah yang tinggi dapat mengakibatkan tanah longsor, lereng yang semakin curam dan semakin panjang akan meningkatkan kecepatan aliran permukaan dan volume air yang bisa diangkut akan lebih banyak.

Kelerengan dengan kemiringan  $>25\%$  berpotensi untuk terjadi tanah longsor, namun tidak selamanya daerah yang memiliki kelerengan curam punya potensi tetapi juga dapat dilihat dari kondisi geologi dan jenis tanah pada daerah tersebut.

#### **4.3.5 Jenis Tanah**

Kedalaman, lapisan, struktur dan tekstur tanah sangat berpengaruh pada limpasan permukaan dan laju penjenjutan tanah yang dikarenakan air. Pada tanah yang dalam, struktur gembur dan rapat akan membuat proses infiltrasi air yang jatuh kedalam tanah dan sisa yang tidak masuk kedalam tanah akan menjadi limpasan air. Sebaliknya pada tanah yang dangkal, struktur yang jarang-jarang akan membuat air tidak meresap kedalam tanah dan akan mengalir kepermukaan yang lebih rendah (Lestari, 2008).



**Gambar 4. 6 Hasil Peta Jenis Tanah**

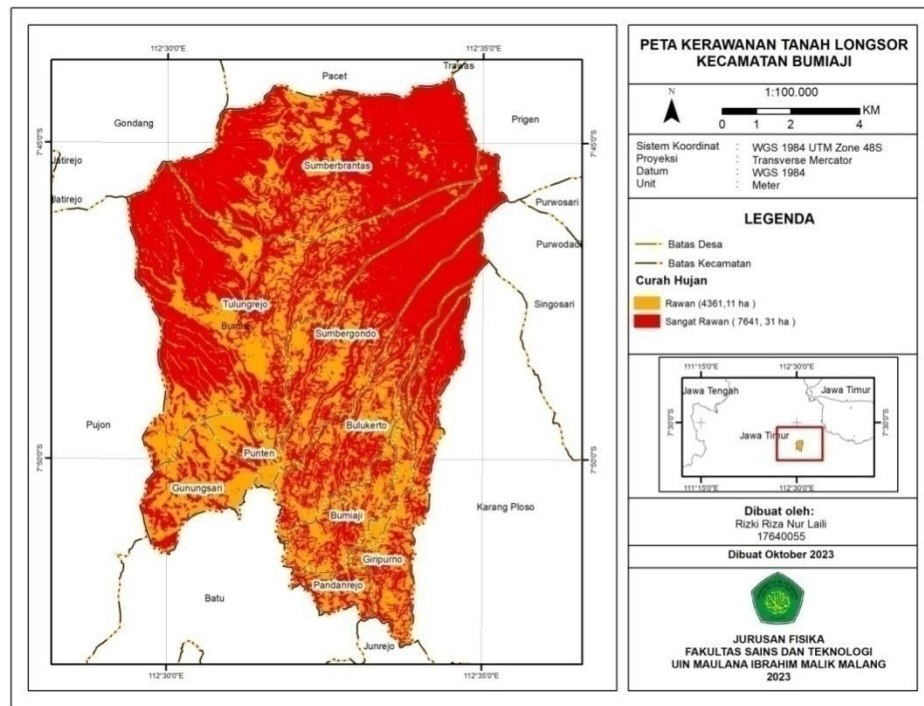
Pada peta diatas diperoleh hasil sifat tanah andosol 87% yang termasuk salah satu jenis tanah vulkanik dimana terbentuk karena adanya proses vulkanisme pada gunung berapi. Tanah yang berlempung dan pasir sangat mudah meloloskan air. Tanah Andosol memiliki tingkat kerawanan longsor sedang 37,62 Ha (4,27%) dan berat 504,73 Ha (57,22).

Bedasarkan wilayah Kecamatan Bumiaji dimana sekitar diatas 70%-nya memiliki kandungan debu yang dimana hal ini akan membuat bobot tanah menjadi berat saat diterpa air. Selain itu juga risiko longsor pun akan semakin tinggi pada tanah diatas batuan yang kedap akan air pada kemiringan hal ini dikarenakan adanya permukaan licin dan juga tanah terdorong sehingga terjadinya longsor. Demikian juga tanah andosol, mediteran dan latosol sangat rentan terhadap erosi. Curah hujan yang tinggi di daerah penelitian juga akan mempercepat proses gerak massa.



#### 4.4 Pembahasan

Peta rawan longsor diperoleh menggunakan *Software Arcgis* dengan melakukan tumpang tindih peta geologi, peta jenis tanah, peta kemiringan, peta geomorfologi, dan peta curah hujan. Dari hasil tumpang tindih tersebut sehingga diperoleh peta rawan longsor kecamatan bumiaji kota batu.



**Gambar 4. 7 Hasil Akhir Peta Tanah Longsor**

Adapun klasifikasi daerah rawan longsor dibagi menjadi tiga yaitu kurang rawan, rawan dan sangat rawan. Namun pada wilayah kecamatan Bumiaji hanya diperoleh dua klasifikasi yaitu rawan dan sangat rawan. Jika dilihat dari kelas kemiringan lereng yang terdapat, maka Tingkat daerah rawan longsor ini ditentukan dengan adanya skor kumulatif dari sistem skoring pendugaan yang sudah ditetapkan dan ditentukan oleh Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (2004). Dominasi wilayah longsor sangat rawan di kecamatan Bumiaji ini sebesar 63,66% yaitu seluas 7641,31 ha. Hal ini juga dikarenakan

adanya faktor lain dari kemiringan lereng yaitu seperti curah hujan yang tinggi.

#### **4.4.1 Daerah Rawan Longsor**

Pada penelitian ini diperoleh daerah rawan longsor dari aspek curah hujan yang tinggi dan juga tingkat kemiringan serta jenis, komposisi dan sifat tanah, serta pengolahan tanah pada wilayah. Pada daerah yang dilakukan didapati desa Gunungsari, dan Puntan dikarenakan intensitas curah hujan yang tinggi, aspek tanah dan pengelolannya mendukung serta tingkat kemiringan lereng agak curam berkisar 15-25%. Dari aspek intensitas curah hujan, pada kedua wilayah ini memiliki curah hujan yang relative tinggi didapati kisaran 2.500-3.000 mm/tahun. Selain itu juga adanya komposisi tanah tanah vulkanik dimana terbentuk karena adanya proses vulkanisme pada gunung berapi. Jenis tanah yang didapati pada dominasi wilayah kecamatan Bumiaji adalah Andosol yang memiliki tekstur dan kandungan lempung berdebu dan pada permukaannya akan menjadi lebih peka terhadap erosi dan sangat mudah meloloskan air. Selain itu juga dalam penggunaan lahan pada kedua desa ini didominasi oleh pemukiman.

Pada pengolahan tanah, dua desa ini diupayakan melakukan penanaman jenis tanaman yang memiliki sistem perakaran yang kuat dalam, sehingga dapat membantu tanah untuk mengikat diri agar tidak terjadinya penggeseran tanah (Atmojo, Suntoro W., 2008). Selain itu juga, letak kecamatan Bumiaji ini berdekatan dengan lokasi pergunungan yang dimana akan sangat mempengaruhi kemiringan suatu wilayah. Sehingga penelitian melakukan cross-check menggunakan hasil data ground-check untuk memastikan apakah wilayah tersebut terdapat tanda-tanda bekas longsor.

#### 4.4.2 Daerah Sangat Rawan Longsor

Pada daerah yang dilakukan didapati desa Sumberbrantas, dan Tulungrejo tergolong daerah yang sangat rawan longsor ini bisa terjadi dikarenakan adanya pengelolaan tanah yang kurang tepat, intensitas curah hujan yang sangat tinggi, kemiringan, sifat dan karakteristik tanah. Dimana pada penelitian daerah kategori rawan longsor ini memiliki presentase yang cukup tinggi sebesar 63,66% rawan longsor yaitu seluas 7641,31 ha.

Dengan komposisi batuan yang hampir sama dengan daerah lainnya begitu juga dengan jenis tanah yang terkandung dalam wilayah yang diteliti. Potensi daerah sangat rawan longsor ini bisa juga dikarenakan tingkat kemiringan yang beragam dari yang datar hingga lereng berbukit namun terdapat hal lain yang dapat menjadi faktor pendukung yaitu, tingkat intensitas curah hujan pada daerah ini sangat tinggi yaitu sekitar  $>3.000$  mm/tahun.

Untuk mengetahui daerah sangat rawan longsor maka dilakukan ground check yang didapati bahwa memang pernah mengalami bencana longsor sebelumnya. Pada daerah sangat rawan longsor ini upayakan membentuk terasering yang diujungnya ditanami pohon untuk menahan jatuhnya atau pergeseran tanah. Daerah sangat rawan longsor ini memiliki potensi besar dikarenakan jika dilihat dari kemiringannya memiliki tingkat kemiringan yang cukup curam.

Seperti yang diketahui bahwa pada bagian lereng atas gunung Arjuno mungkin bisa menyebabkan longsor kecamatan Bumiaji dikarenakan penanaman pohon yang semakin sedikit dan adanya aktivitas penebangan liar sehingga permukaan hijau semakin hilang, selain itu juga curah hujan yang tinggi yang

mengakibatkan ketidakmampuan tanah dalam menopang air dan tanah yang ada. Sehingga air hujan dan juga beberapa material yang ada akan turun ke daerah yang lebih rendah yang akan menyebabkan erosi sehingga berpotensi longsor pada sebagian daerah Bumiaji.

#### 4.5 Integrasi dan Hikmah Penelitian

Bencana tanah longsor merupakan fenomena alam yang diakibatkan oleh proses alam dan aktivitas manusia yang tidak terkendali dalam eksploitasi alam. Proses alam tergantung pada kondisi kemiringan lereng, curah hujan, jenis tanah dan batuanannya. Sedangkan aktivitas manusia yakni terkait dengan perilaku dalam mengeksploitasi alam untuk kesejahteraan manusia, sehingga akan cenderung merusak lingkungan seperti mengubah hutan lindung menjadi perkebunan, dan apabila dilakukan dengan intensitas yang tinggi dan tidak terkendali, bisa berdampak bagi manusia. Manusia telah diperingatkan oleh Allah SWT dan Rasul-Nya untuk tidak melakukan pengerusakan di muka bumi. Sebagaimana dalam firman Allah dalam QS. Al-Baqarah 2 : 11.

وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ قَالُوا إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ

Artinya : *“Janganlah berbuat kerusakan di bumi!” Mereka menjawab, “Sesungguhnya kami justru orang-orang yang melakukan perbaikan.”*

Sebagian orang beranggapan bahwa bencana semata-mata karena takdir dari Allah. Namun, sesungguhnya sunnatullah itu berlangsung ketika manusia lupa akan tugas-tugas kekhalifahan di atas bumi. Bencana alam adalah konsekuensi dari kombinasi aktivitas alami seperti, gunung meletus gempa bumi, tanah longsor dan aktivitas manusia. Faktor ketidakberdayaan

manusia, akibat kurang baiknya manajemen keadaan darurat, sehingga menyebabkan kerugian dalam bidang keuangan dan struktural, bahkan kematian. QS. ar-Rum: 41 menerangkan:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ

Artinya : *“telah terjadi berbagai bencana di daratan dan di lautan yang terjadi karena ulah manusia....”*

Menurut Quraaisy Shihab ayat diatas menjelaskan bahwa Allah telah melaksanakan ketetapan-Nya dan berkata, menampakkan kerusakan di darat seperti kekeringan, paceklik, hilangnya rasa aman, dan di laut seperti ketertenggelaman, kekurangan hasil laut dan sungai, disebabkan karena perbuatan tangan manusia yang durhaka, sehingga akibatnya Allah memberi sedikit rasa kepada mereka sebagian dari akibat perbuatan dosa dan pelanggaran mereka, agar mereka kembali ke jalan yang benar. (Shihab, 2002).

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa kerusakan di darat dan laut di sebabkan perbuatan tangan manusia oleh karena itu upaya yang bisa dilakukan untuk mencegah terjadinya bencana longsor seperti menghindari pembangunan pemukiman di daerah bawah lereng yang rawan terjadi longsor, mengurangi tingkat keterjangan lereng dengan pengolahan lahan terasering di kawasan lereng, dan menjaga drainase lereng yang baik untuk menghindarkan air mengalir dari dalam lereng keluar lereng. Maka diperlukan adanya pemetaan terhadap daerah-daerah rawan longsor.

Pemetaan daerah rawan longsor diharapkan dapat bermanfaat bagi diri sendiri dan masyarakat karena dapat mencegah terjadinya bahaya tanah

longsor.

Sebagaimana dalam firman Allah dalam QS al-A'raf/7: 56

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya : *“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik”*. (Al-A'raf (7): 56).

Tafsir Ibnu Katsir menjelaskan bahwa setelah (Allah) memperbaiki bumi, dan janganlah kalian membuat kerusakan. Allah melarang tindakan apa pun yang merusak bumi atau membahayakan kelestariannya setelah diperbaiki. Karena sesungguhnya apabila segala sesuatunya berjalan sesuai dengan kelestariannya, kemudian terjadilah pengrusakan padanya, hal tersebut akan membahayakan semua hamba Allah (Katsir Ibnu, 2006).

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil yang diperoleh menggunakan perangkat lunak SIG, maka pada wilayah kecamatan Bumiaji hanya diperoleh dua klasifikasi yaitu rawan dan sangat rawan. Dari kelas kemiringan lereng rawan longsor yang ditentukan dengan adanya skor kumulatif dari sistem skoring pendugaan.

Daerah kategori rawan longsor di desa Gunungsari, dan Puntan presentase penyebaran sebesar 36,34% dengan luas 4361,11 ha, dan daerah sangat rawan longsor didapati desa Sumberbrantas, dan Tulungrejo memiliki presentase yang cukup tinggi sebesar 63,66% rawan longsor yaitu seluas 7641,31 ha. Data ini diperkuat dengan adanya data SIG berupa data geologi, jenis tanah, kemiringan, geomorfologi, dan peta curah hujan.

#### **5.2 Saran**

Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang pendugaan potensi daerah rawan longsor, untuk mengetahui hasil dan atau perkembangan pada tahun-tahun selanjutnya karena keadaan alam yang bersifat dinamis, dan pengkajian ulang untuk peta yang akan digunakan dalam penelitian karena perbedaan tahun pembuatan dan pelaksanaan survei, sehingga pengaplikasian pada daerah penelitian dapat mendekati hasil akurat. Harapannya adalah kombinasi peta digital dan metode pembobotan mampu memberikan hasil pendugaan yang lebih baik sehingga menghasilkan informasi yang lebih akurat dan bermanfaat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Sitanala. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor
- Badan Litbang Pertanian. 2006. *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Unggas*. Badan Litbang Pertanian. Jakarta: Departemen Pertanian
- Bachri, B. S. (2010). "Meyakinkan Validitas Data Melalui Triangulasi Pada Penelitian Kualitatif". *Teknologi Pendidikan*, 10, 46–62.
- Cipta Karya, R. (2013). *Gambaran umum dan kondisi wilayah Sintang*. 1–50.
- Dwikorita Karnawati. 2003. *Manajemen Bencana Gerakan Tanah*. Diktat Kuliah. Yogyakarta: Jurusan Teknik Geologi Universitas Gadjah Mada
- Effendi, Ahmad Danil. ( 2008 ). *Identifikasi Kejadian Longsor dan Penentuan Faktor-faktor Utama Penyebabnya di Kecamatan Babakan Madang Kabupaten Bogor*. Skripsi. IPB Bandung.
- Firdaus, H. S., & Sukojo, B. M. (2015). Pemetaan Daerah Rawan Longsor dengan Metode Penginderaan Jauh dan Operasi Berbasis Spasial, Studi Kasus Kota Batu Jawa Timur. *Jurnal Geosaintek*, 1(1), 25.
- Dwiyanto, JS. 2002. *Penanggulangan Tanah Longsor dengan Grouting*. Pusdi Kebumian LEMLIT UNDIP, Semarang.
- Effendi, R. S. 2022. *Pengendalian Erosi Tanah Dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Hartono, R. (2017). *Landsat 7 Imagery Interpretation for Mapping Potential Hazard of Landslide in Batu City Area of East Java Province, Indonesia*. 79(Icge 2016), 24–27. <https://doi.org/10.2991/icge-16.2017.5>
- Henderi, H., & Wanda, R. (2017). Preprocessing Data Untuk Sistem *Journal*, 3(2), 296-308.
- Jefrianus Mau\* ), Nawir Rasidi\*\* ), Ikrar Hanggara\*\*\* ) Program Studi Teknik sipil, Fakultas Teknik Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang
- Karnawati, D. 2001. *Bencana Alam Gerakan Tanah Indonesia Tahun 2000 (Evaluasi Dan Rekomendasi)*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Geologi. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Lestari, Fheny F. 2008. *Penerapan Sistem Informasi Geografis Dalam Pemetaan Daerah Rawan Longsor di Kabupaten Bogor*. Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.



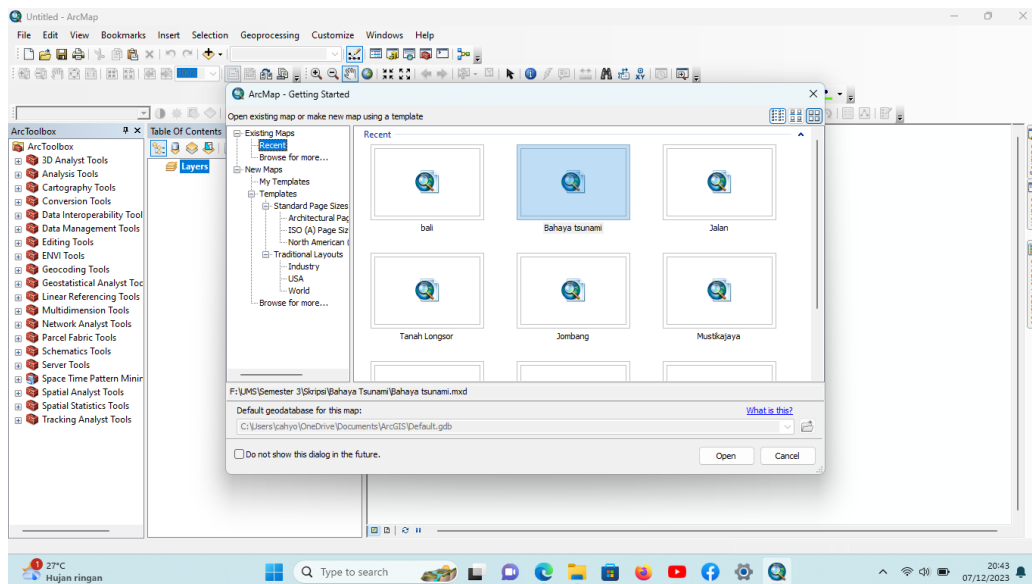
- Lillesand, T. M. & Kiefer, R. W., 1994. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Yogyakarta: Gadjah Madah University Press.
- Lo, C. P. 1995. Penginderaan Jauh Terapan. Buku. Universitas Press. Jakarta.
- Mau, J., Rasidi, N., & Hanggara, I. (2017). Studi Penentuan Faktor Keamanan Stabilitas Lereng Menggunakan Metode Fellinius Dan Bishop Pada Dinding Penahan Batu Kali Di Jl .... *EUREKA: Jurnal Penelitian*
- Manrulu, R. H., Nurfalaq, A., dan Hamid, I. D. 2018. Pendugaan Sebaran Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner dan Schlumberger Di Kampus 2 Universitas Cokroaminoto Palopo. *Jurnal Fisika FLUX*, 15 (1): 6–12.
- Rema, Y. M. M., Setijawan, A., & Widodo, W. H. S. (2018). *Zonasi Kawasan Berdasarkan Tingkat Risiko Bencana Tanah Longsor Di Kota Batu*. 1–9. <http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/241>
- Rusli, I., Mardius dan Zalpadli. 1997. Penyakit Antraknosa Pada Buah Cabai Di Sumatra Barat. in Prosiding Kongres Nasional XLV dan Seminar Ilmiah, Palembang. Perhimpunan Fitopatologi Indonesia.
- Rusli, S. 2007. Waspada Hujan Dan Longsor. Jakarta.
- Sitorus, Santun R. P. 2006. Pengembangan Lahan Berpenutupan Tetap Sebagai Kontrol Terhadap Faktor Resiko Erosi dan Bencana Longsor. Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Surono. 2003. Potensi Bencana Geologi di Kabupaten Garut. Prosiding Semiloka Mitigasi Bencana Longsor di Kabupaten Garut. Garut, Jawa Barat: Pemerintah Kabupaten Garut.
- Sutikno. 1994. Pendekatan Geomorfologi untuk Mitigasi Bencana Alam Akibat Gerakan Massa Tanah/Batuan. Prosiding Seminar Mitigasi Bencana Alam 16-17 September 1994. Kerjasama Fakultas Geografi UGM-Bakornas Penanggulangan Bencana RI. Yogyakarta.
- Syahrudin, H., M.D. Yamanaka, and E. Runtunuwu. 2004. Impact of Climate Change to Dry Land Water Budget in Indonesia: Observation during 1980-2002 and Simulation for 2010-2039. Presented in Asia Oceania Geosciences Society. 2nd Annual Meeting (AOGS 2005). Singapore. June 2005.
- Varnes, D.J., 1978. *Slope Movement and Types and Processes, in Landslide: Analysis and Control*. Transportation Research Board.
- Wafa, A., & Astuti, E. S. (2016). Pemetaan Daerah Rawan Longsor Berbasis Gis Di Kota Batu. *Jurnal Informatika Polinema*, 2(4), 144.

Wahyu widy Pasektiono. (2019). *Pemanfaatan Sistem Informasi Geografi ( SIG ) untuk Analisis Kerawanan Longsor di Kecamatan Sibolangit.*

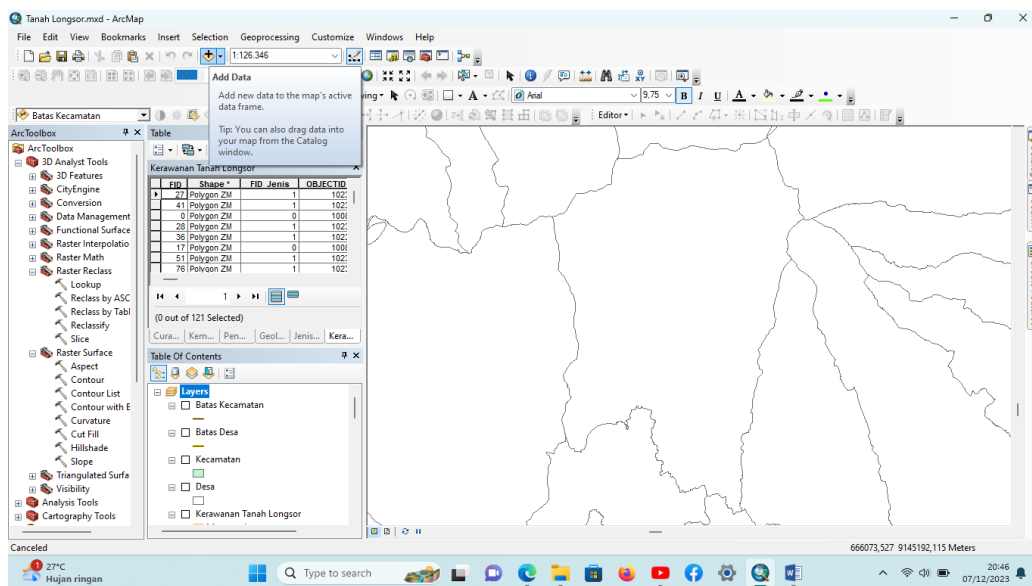
Wahyudianto, E. (2018). Analysis and Risk Study on Landslide Hazard Frequency at Road Corridor of Batu City – Kediri Regency Border. *Journal of the Civil Engineering Forum*, 4(3), 265.

# LAMPIRAN

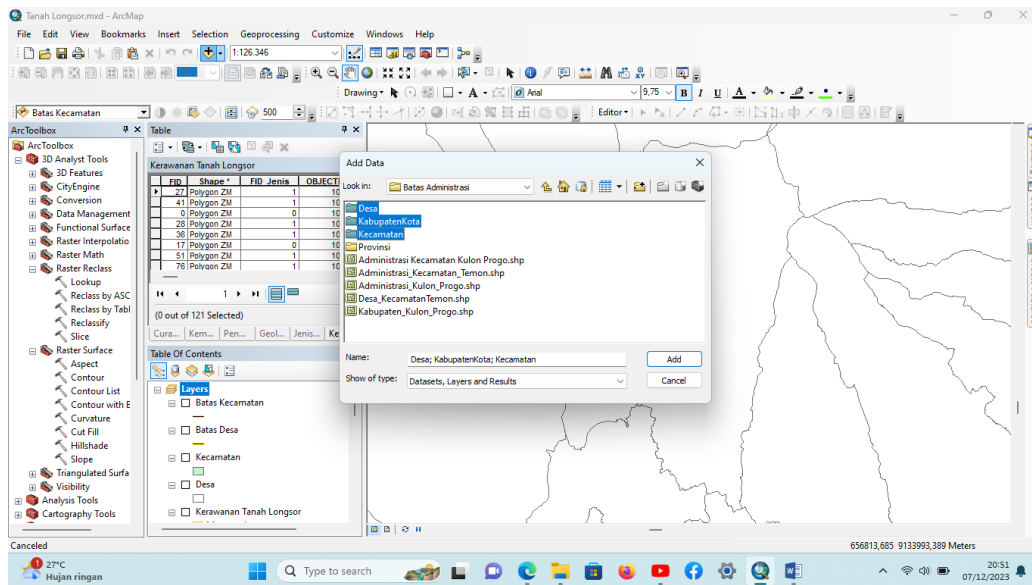
## 1. Membuka aplikasi Software ArcGIS



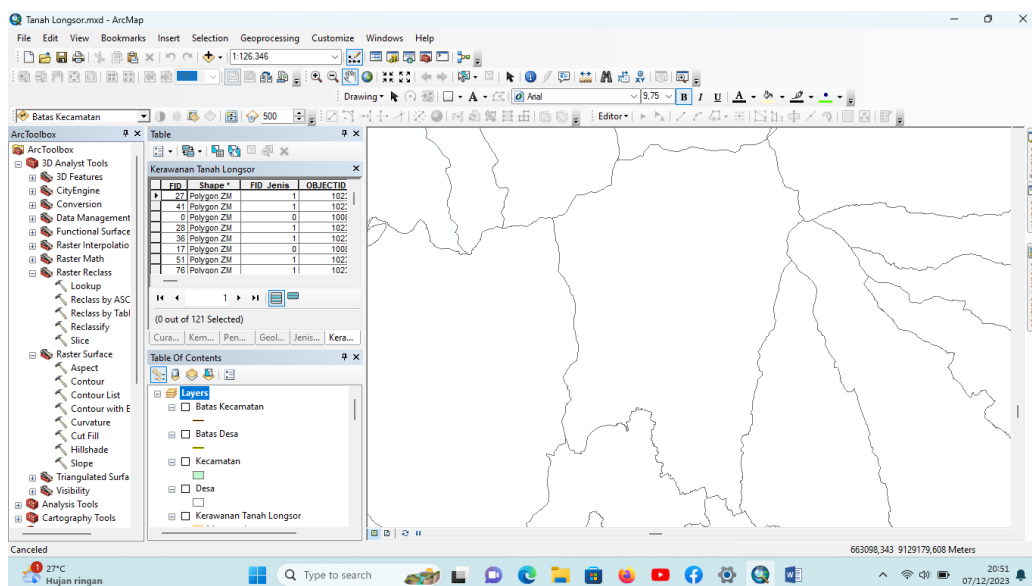
## 2. Membuka file ArcGIS



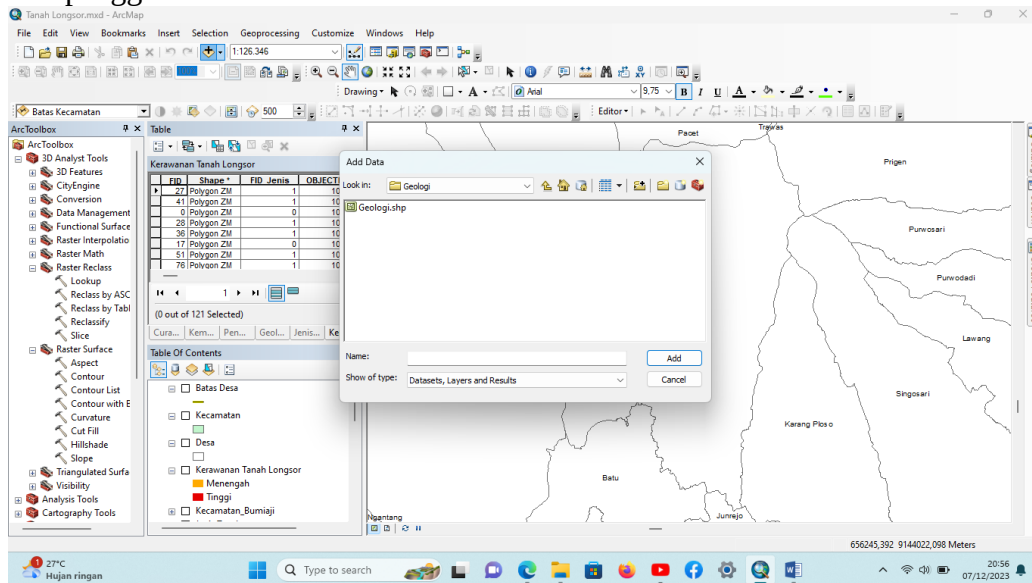
## 1. Melakukan input data batas desa, kecamatan dan kabupaten



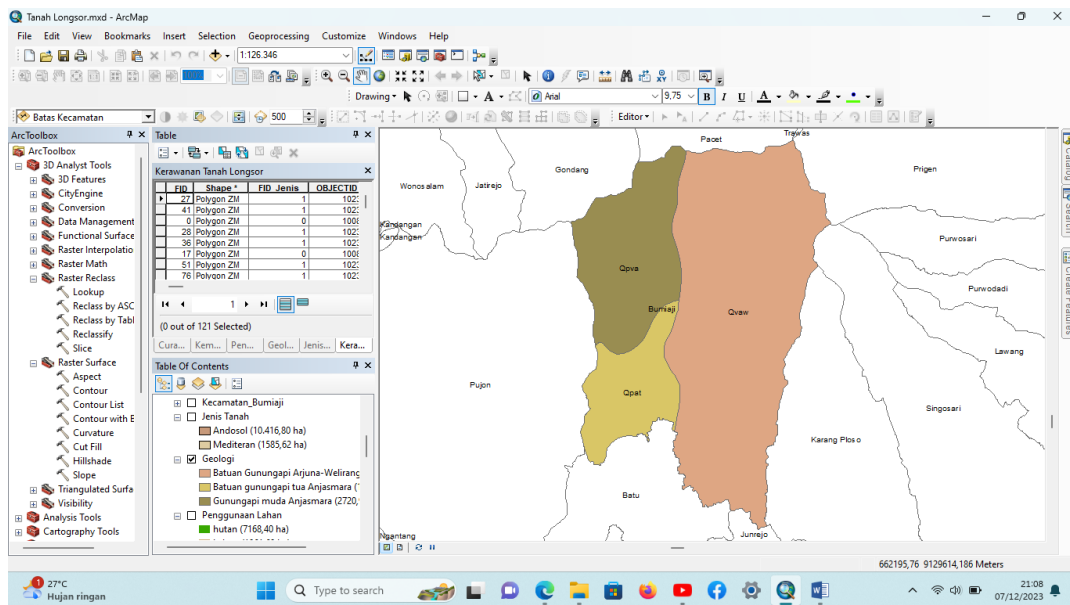
## 2. Data akan muncul pada layar



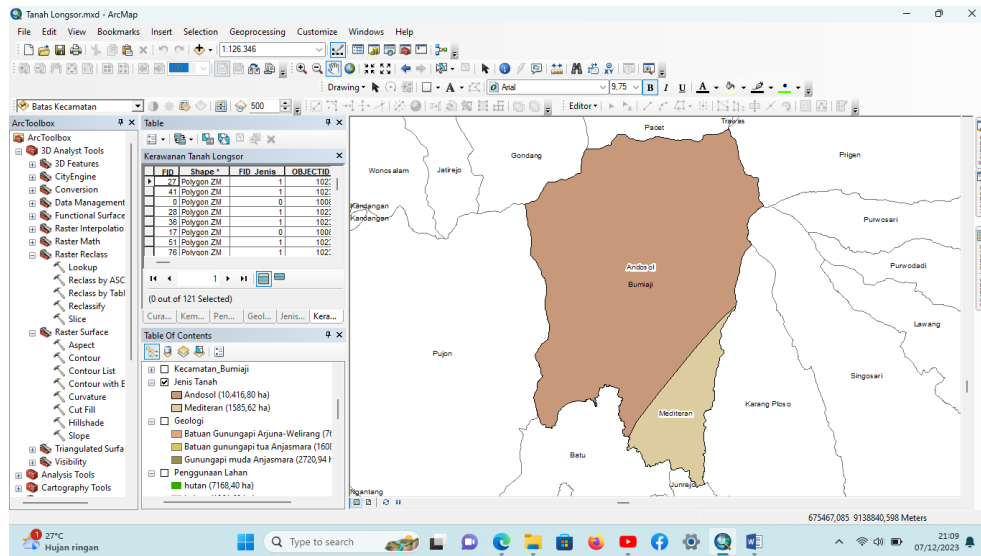
### 3. Menambahkan data geologi, jenis tanah, kemiringan lereng, curah hujan dan penggunaan lahan



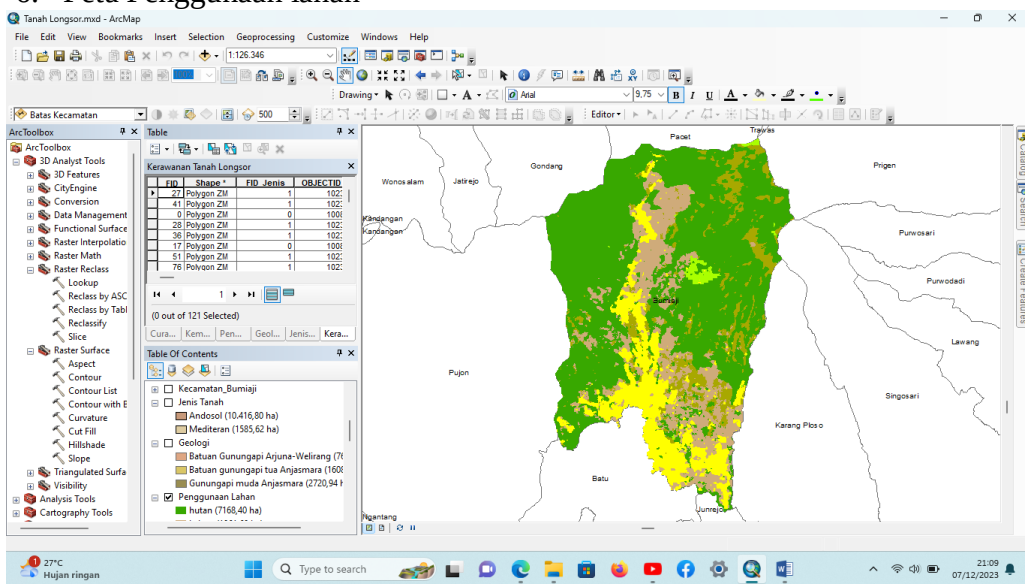
### 4. Peta Geologi



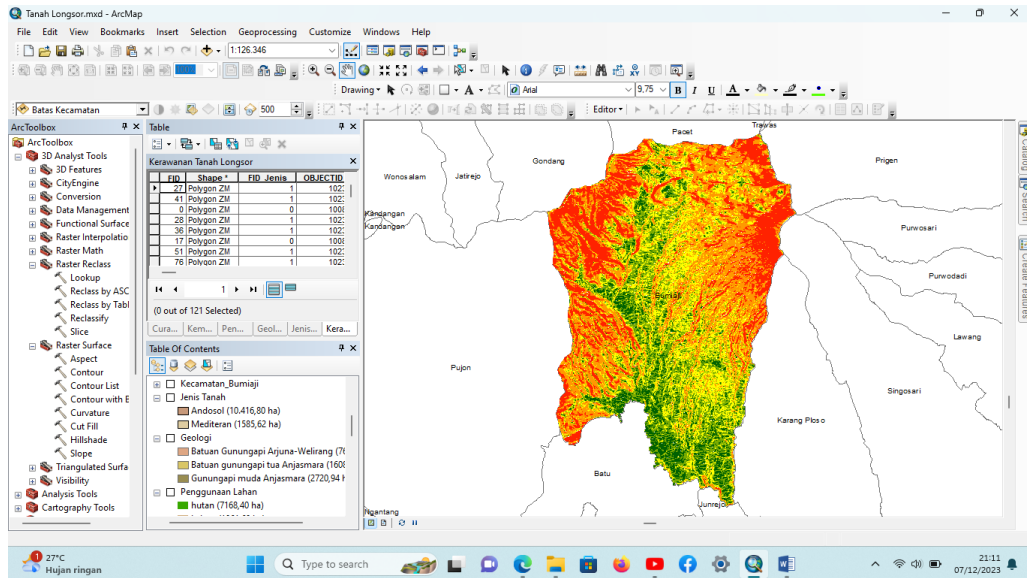
## 5. Peta Jenis Tanah



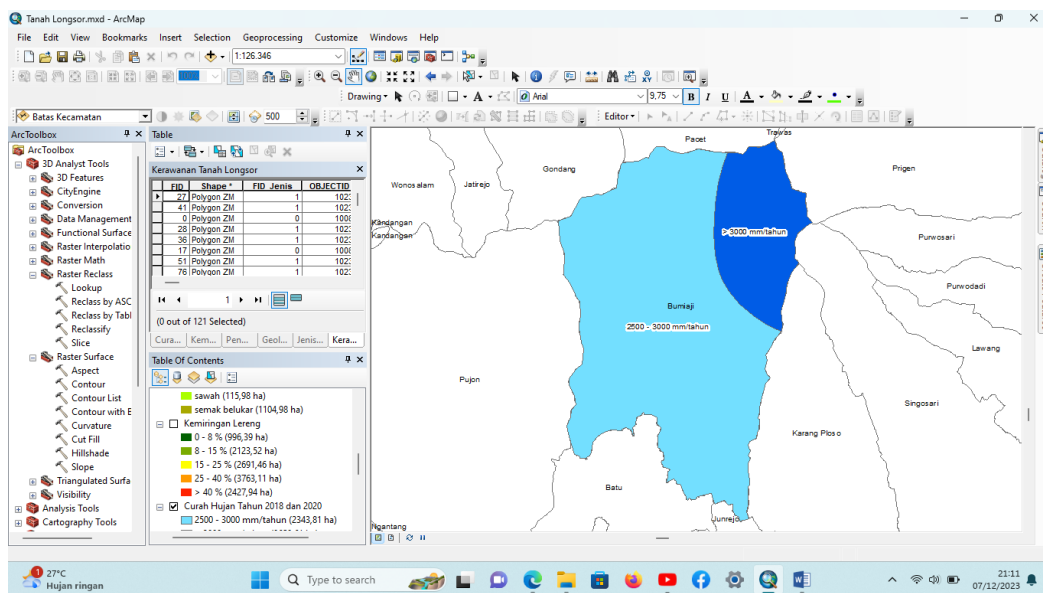
## 6. Peta Penggunaan lahan



## 9. Peta Kemiringan Lereng

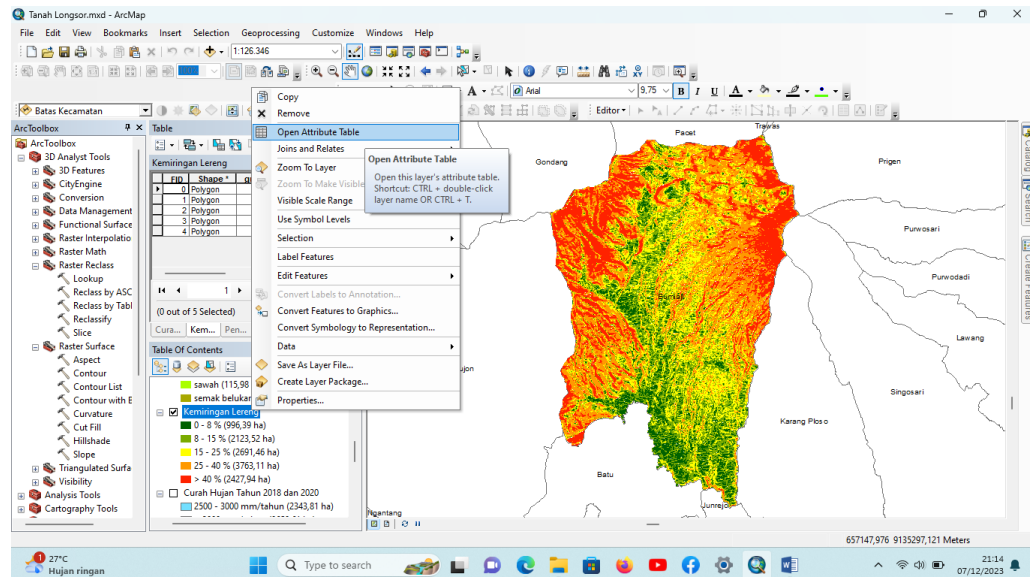


## 10. Peta Curah Hujan





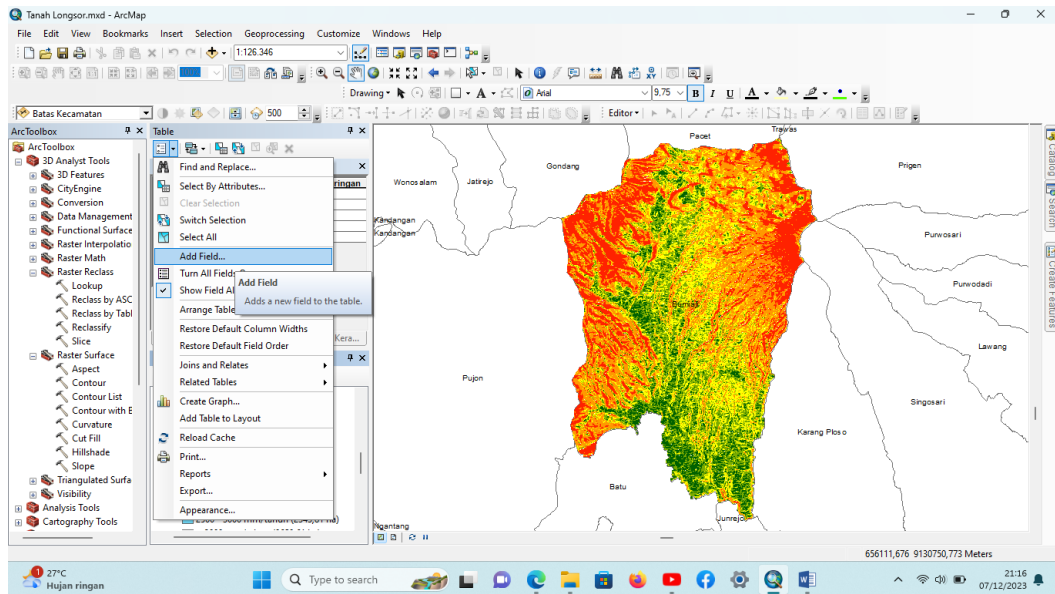
## 11. Klik kanan pada semua parameter, contohnya kemiringan lereng lalu pilih *open attribute table*



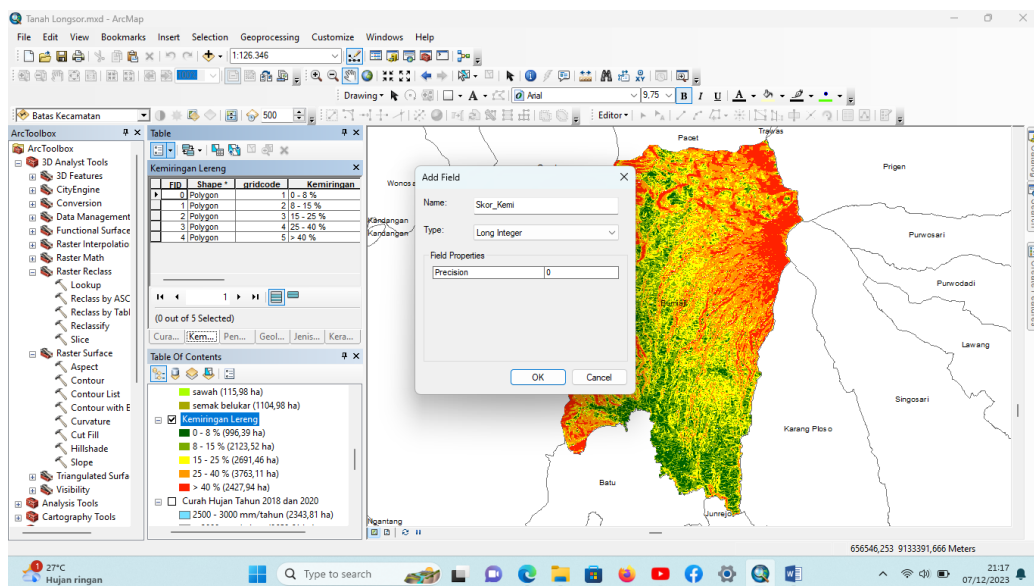
## 12. Muncul data kemiringan lereng

| FID | Shape   | gridcode    | Kemiringan | Skor Kemi   | Luas |
|-----|---------|-------------|------------|-------------|------|
| 1   | Polygon | 1 0 - 5 %   | 1          | 996,387695  |      |
| 2   | Polygon | 2 8 - 15 %  | 2          | 2113,524758 |      |
| 3   | Polygon | 3 15 - 25 % | 3          | 2671,468945 |      |
| 4   | Polygon | 4 25 - 40 % | 4          | 3735,065037 |      |
| 5   | Polygon | 5 > 40 %    | 5          | 2427,644976 |      |

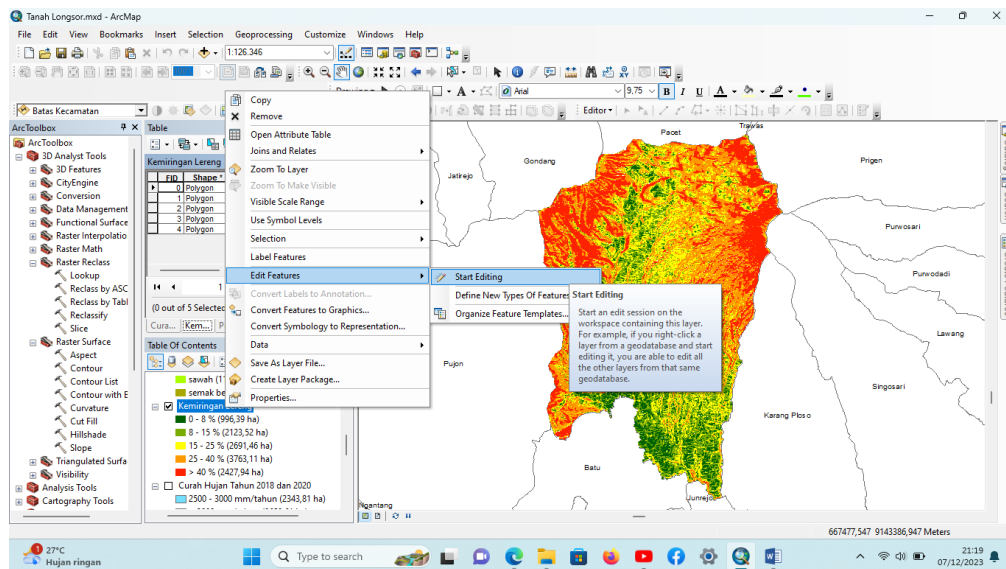
### 13. Klik *table option* pilih add file



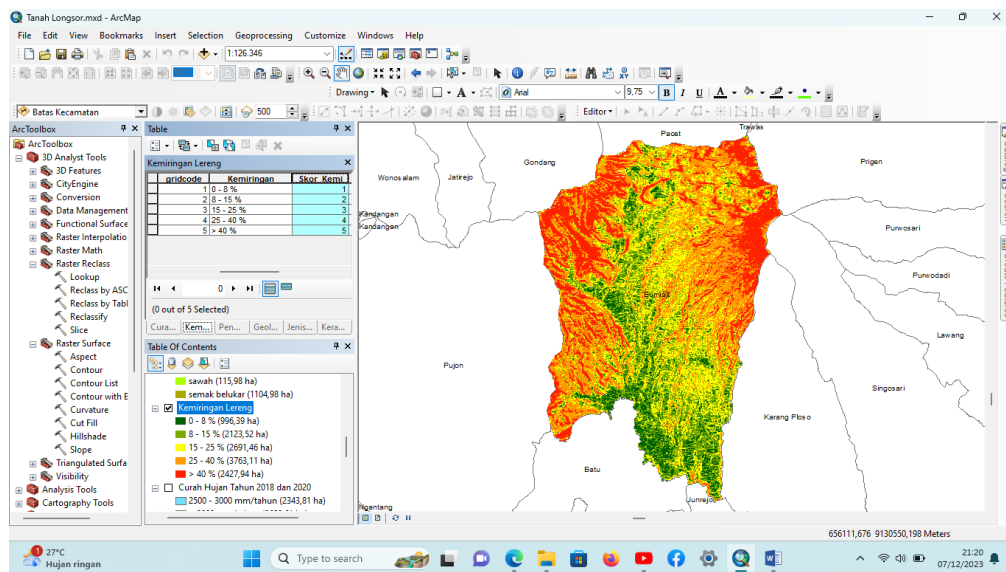
### 14. Memberikan nama untuk kemiringan lereng skor\_kemi pada *type* pilih *long integer*



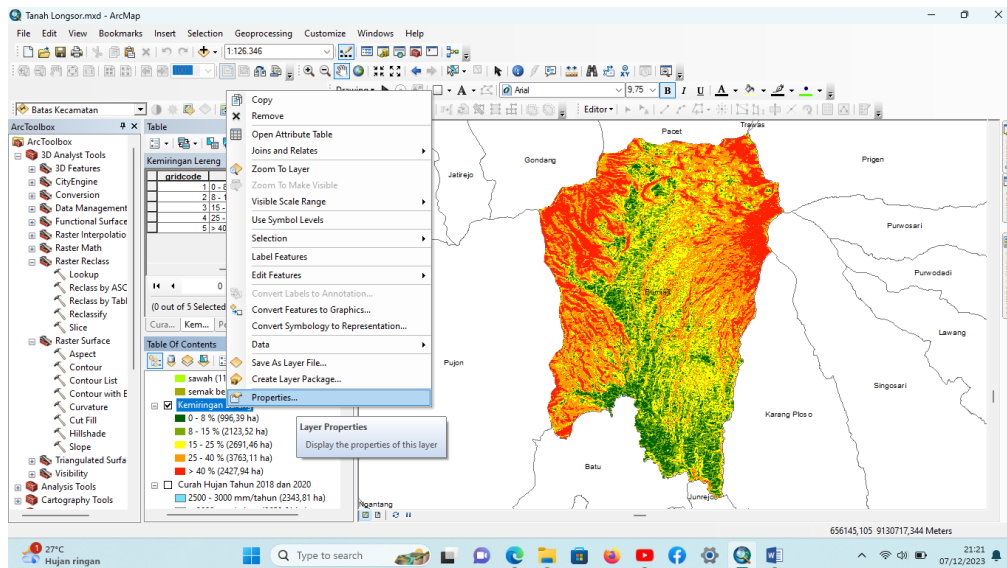
15 Klik kanan pada data kemiringan lereng → *edit features* → *start editing*



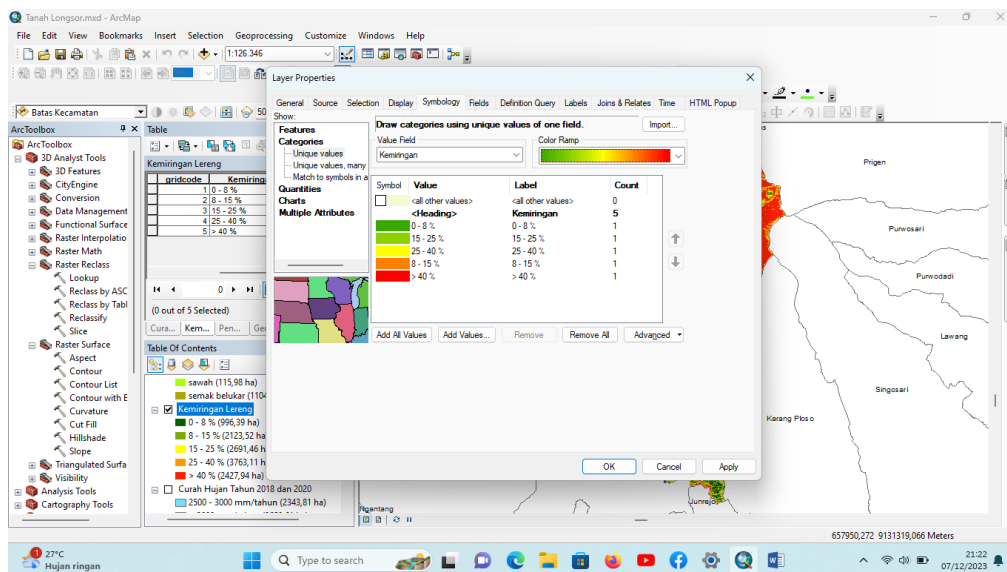
16. Memasukkan skor kemiringan sesuai dengan ketentuan



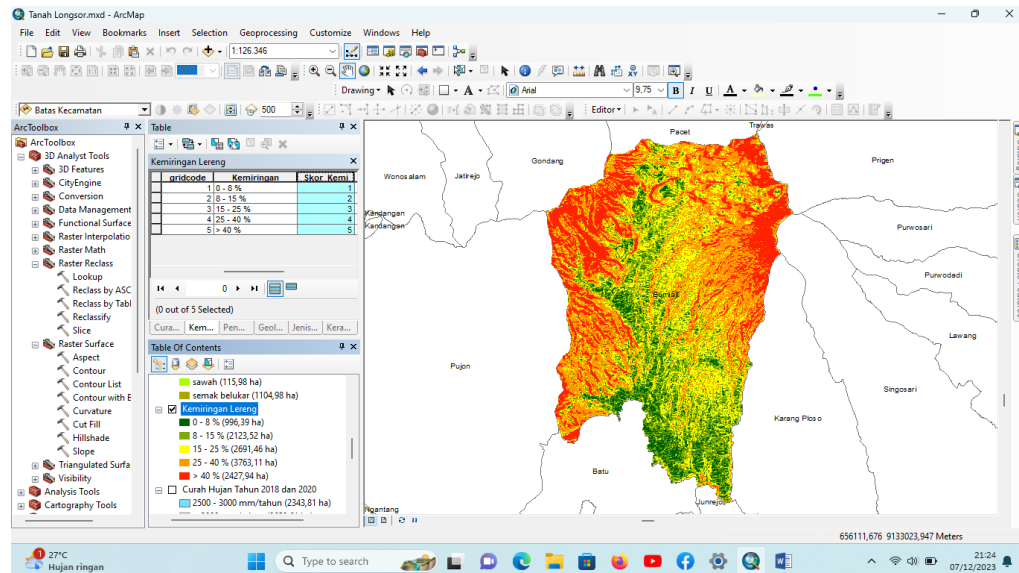
## 17. Klik kanan data kemiringan lereng lalu pilih *properties*



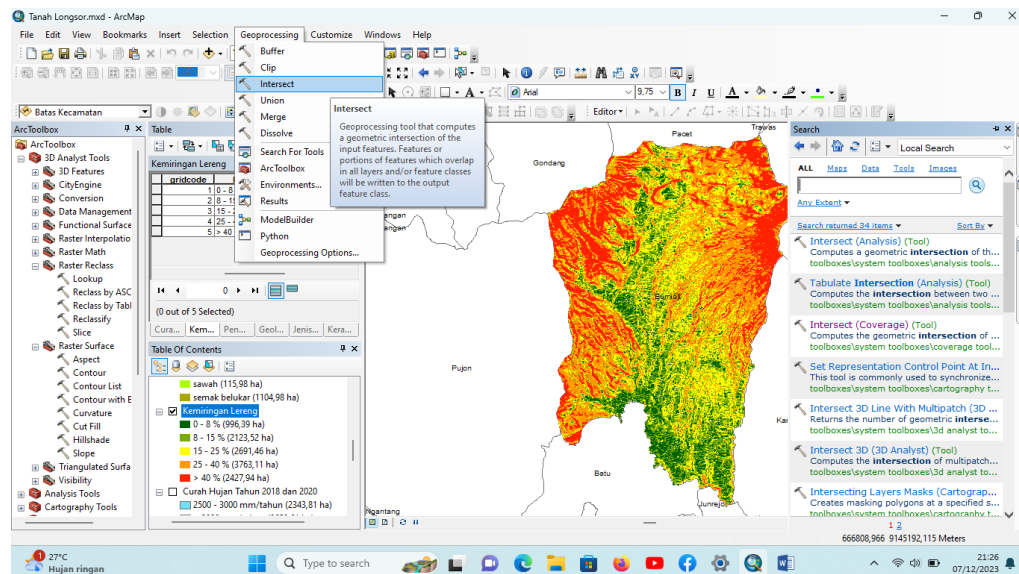
## 18. Mencari menu *symbology* → *categories* → *unique values*, kemudian isi value field dengan kemiringan → *add all value*, kemudian mengatur *color ramp*



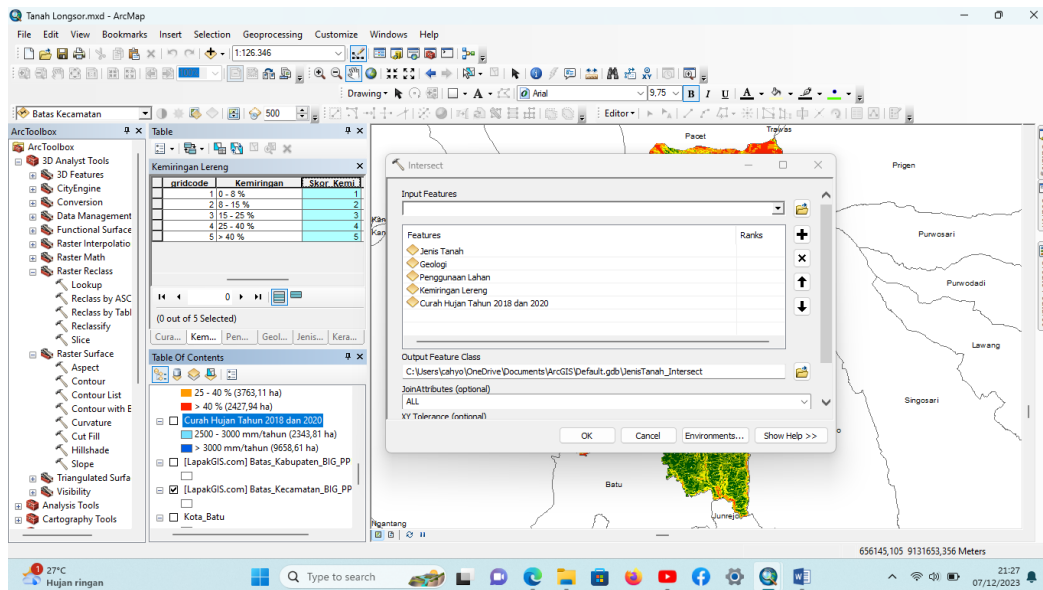
19. Peta kemiringan lereng muncul dan lakukan cara yang sama pada parameter yang lainnya



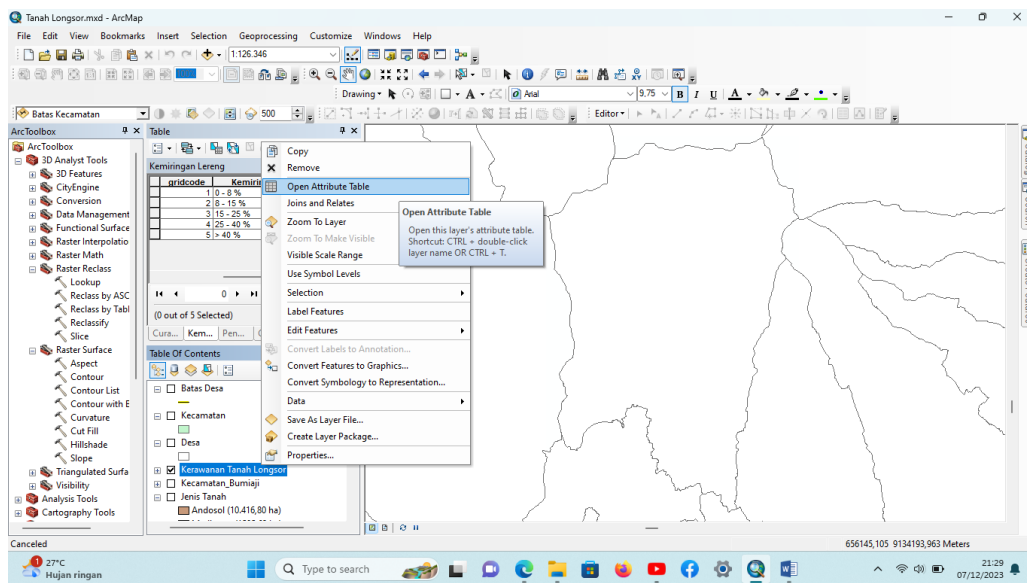
20. Kemudian pilih menu *Geoprocessing* → *Intersect*



21. Kemudian memasukkan semua parameter, memberi nama dan mengatur penyimpanan lalu klik ok



22. Klik kanan pada peta hasil *intersect* → *open attribute table*





## 23. Kemudian muncul skor masing – masing parameter

| FID | Geologi | SYMBOL S | NM LEMBAR                        | NAME              | Jenis | Skor Geo | FID_Pengu | aridcode      | PL    | Skor PL | FID_Kemiri | aridcode 1 | Kemirinan | Skor Kemi | FID_CH |
|-----|---------|----------|----------------------------------|-------------------|-------|----------|-----------|---------------|-------|---------|------------|------------|-----------|-----------|--------|
| 0   | Opak    | MALANG   | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3     | 0        | 0         | 1             | hutan | 1       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |
| 0   | Opak    | MALANG   | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3     | 3        | 5         | semak belukar | 2     | 0       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 0        | 1         | hutan         | 1     | 0       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |
| 0   | Opak    | MALANG   | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3     | 0        | 1         | hutan         | 1     | 1       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |
| 0   | Opak    | MALANG   | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3     | 2        | 4         | kebun         | 3     | 0       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 3        | 5         | semak belukar | 2     | 0       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |
| 1   | Opva    | KEDRI    | Gunungapi muda Angasmaru         | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 0        | 1         | hutan         | 1     | 0       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 0        | 1         | hutan         | 1     | 0       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |
| 0   | Opak    | MALANG   | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3     | 3        | 5         | semak belukar | 2     | 1       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 0        | 1         | hutan         | 1     | 1       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 2        | 4         | kebun         | 3     | 0       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |
| 1   | Opva    | KEDRI    | Gunungapi muda Angasmaru         | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 3        | 5         | semak belukar | 2     | 0       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 3        | 5         | semak belukar | 2     | 0       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |
| 0   | Opak    | MALANG   | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3     | 0        | 1         | hutan         | 1     | 0       | 0          | 3          | 15 - 25 % | 3         | 1      |
| 0   | Opak    | MALANG   | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3     | 2        | 4         | kebun         | 3     | 1       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |
| 0   | Opak    | MALANG   | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3     | 0        | 5         | semak belukar | 2     | 0       | 0          | 3          | 15 - 25 % | 3         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 0        | 1         | hutan         | 1     | 0       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 0      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 1        | 3         | sawah         | 4     | 0       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 0        | 5         | semak belukar | 2     | 1       | 2          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |
| 1   | Opva    | KEDRI    | Gunungapi muda Angasmaru         | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 0        | 1         | hutan         | 1     | 1       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 2        | 4         | kebun         | 3     | 0       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 2        | 4         | kebun         | 3     | 0       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |
| 0   | Opak    | MALANG   | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3     | 1        | 3         | sawah         | 4     | 1       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 3        | 5         | semak belukar | 2     | 0       | 0          | 3          | 15 - 25 % | 3         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 0        | 1         | hutan         | 1     | 2       | 2          | 3          | 15 - 25 % | 3         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 4        | 6         | permukiman    | 5     | 0       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |
| 1   | Opva    | KEDRI    | Gunungapi muda Angasmaru         | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 1        | 3         | sawah         | 4     | 0       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 0        | 5         | semak belukar | 2     | 0       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 3        | 5         | semak belukar | 2     | 1       | 2          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |
| 0   | Opak    | MALANG   | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3     | 0        | 1         | hutan         | 1     | 0       | 0          | 3          | 15 - 25 % | 3         | 1      |
| 0   | Opak    | MALANG   | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3     | 2        | 4         | kebun         | 3     | 2       | 2          | 3          | 15 - 25 % | 3         | 1      |
| 0   | Opak    | MALANG   | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3     | 4        | 6         | permukiman    | 5     | 1       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 0        | 1         | hutan         | 1     | 0       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 1        | 3         | sawah         | 4     | 1       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 3        | 5         | semak belukar | 2     | 2       | 2          | 3          | 15 - 25 % | 3         | 1      |
| 1   | Opva    | KEDRI    | Gunungapi muda Angasmaru         | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 0        | 1         | hutan         | 1     | 0       | 0          | 3          | 15 - 25 % | 3         | 1      |
| 1   | Opva    | KEDRI    | Gunungapi muda Angasmaru         | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 2        | 4         | kebun         | 3     | 1       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |
| 1   | Opva    | KEDRI    | Gunungapi muda Angasmaru         | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 4        | 6         | permukiman    | 5     | 0       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 0        | 1         | hutan         | 1     | 2       | 2          | 3          | 15 - 25 % | 3         | 1      |
| 2   | Qrav    | MALANG   | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5     | 2        | 4         | kebun         | 3     | 1       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |

## 24. Klik table option pilih add field

|                               |                                  |                   |          |           |          |               |         |            |            |           |           |        |   |
|-------------------------------|----------------------------------|-------------------|----------|-----------|----------|---------------|---------|------------|------------|-----------|-----------|--------|---|
| Find and Replace...           | NAME                             | Jenis             | Skor Geo | FID_Pengu | gridcode | PL            | Skor PL | FID Kemiri | gridcode 1 | Kemirinan | Skor Kemi | FID CH |   |
| Select By Attributes...       | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3        | 0         | 1        | hutan         | 1       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |   |
| Clear Selection               | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3        | 3         | 5        | semak belukar | 2       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |   |
| Switch Selection              | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 0         | 1        | hutan         | 1       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |   |
| Select All                    | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3        | 0         | 1        | hutan         | 1       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |   |
| Add Field...                  | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3        | 2         | 4        | kebun         | 3       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |   |
| Turn All Fields On            | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 0         | 5        | semak belukar | 2       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |   |
| Show Field Aliases            | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 0         | 1        | hutan         | 1       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |   |
| Arrange Tables                | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 3         | 5        | semak belukar | 2       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |   |
| Restore Default Column Widths | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 3         | 5        | semak belukar | 2       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |   |
| Restore Default Field Order   | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3        | 0         | 1        | hutan         | 1       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |   |
| Joins and Relates             | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3        | 4         | 6        | permukiman    | 5       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |   |
| Related Tables                | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 0         | 1        | hutan         | 1       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |   |
| Create Graph...               | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 3         | 5        | semak belukar | 2       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |   |
| Add Table to Layout           | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 0         | 1        | hutan         | 1       | 1          | 1          | 2         | 8 - 15 %  | 2      | 1 |
| Reload Cache                  | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 2         | 4        | kebun         | 3       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |   |
| Print...                      | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3        | 1         | 3        | sawah         | 4       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |   |
| Reports                       | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 3         | 5        | semak belukar | 2       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |   |
| Export...                     | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 0         | 1        | hutan         | 1       | 2          | 3          | 15 - 25 % | 3         | 1      |   |
| Appearance...                 | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 2         | 4        | kebun         | 3       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |   |
|                               | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 4         | 6        | permukiman    | 5       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |   |
|                               | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 1         | 3        | sawah         | 4       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |   |
|                               | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 1         | 3        | sawah         | 4       | 0          | 1          | 0 - 8 %   | 1         | 1      |   |
|                               | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 3         | 5        | semak belukar | 2       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |   |
|                               | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3        | 0         | 1        | hutan         | 1       | 3          | 4          | 25 - 40 % | 4         | 1      |   |
|                               | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3        | 2         | 4        | kebun         | 3       | 2          | 3          | 15 - 25 % | 3         | 1      |   |
|                               | Batuan gunungapi tua Angasmaru   | Batuan Vulkanik 1 | 3        | 4         | 6        | permukiman    | 5       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |   |
|                               | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 0         | 1        | hutan         | 1       | 1          | 1          | 2         | 8 - 15 %  | 2      | 1 |
|                               | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 1         | 3        | sawah         | 4       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |   |
|                               | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 3         | 5        | semak belukar | 2       | 2          | 3          | 15 - 25 % | 3         | 1      |   |
|                               | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 0         | 1        | hutan         | 1       | 2          | 3          | 15 - 25 % | 3         | 1      |   |
|                               | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 2         | 4        | kebun         | 3       | 1          | 2          | 8 - 15 %  | 2         | 1      |   |

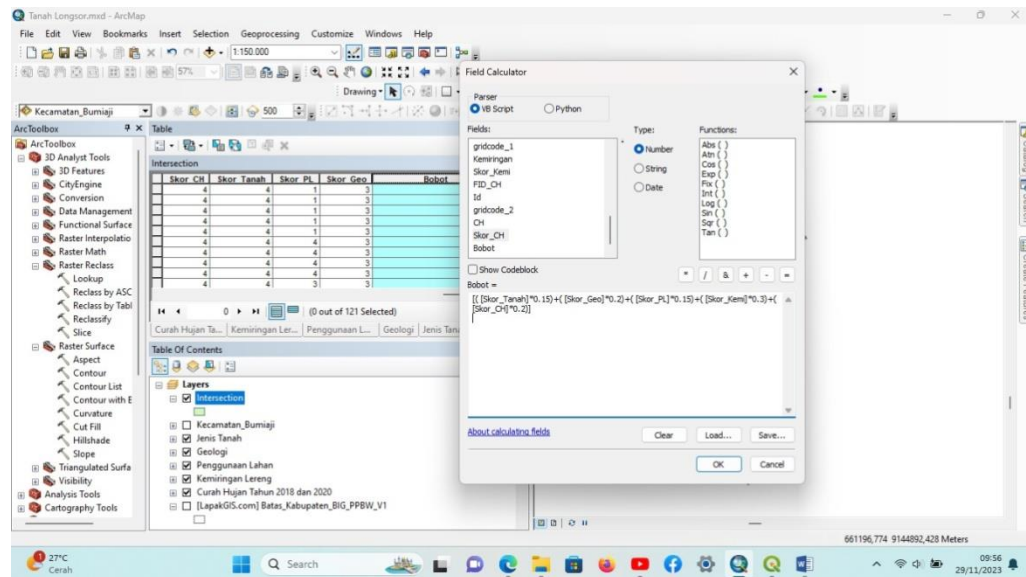
25. Mengisikan *name* dengan jumlah skor kemudian ganti dengan *long integer* pada *type* lalu ok

| Fitid | Geoid | SYMBOL | NAM LEMBAR                        | NAME               | Area             | Skor Geo     | Fitid | Pensasi            | gridcode | PI | Skor PL | Fitid     | Kemiri | gridcode | Kemiripan | Skor Kemir | Fitid | Chi |
|-------|-------|--------|-----------------------------------|--------------------|------------------|--------------|-------|--------------------|----------|----|---------|-----------|--------|----------|-----------|------------|-------|-----|
| 0     | Qoat  | MALANG | Batuhan gunungapi tua Angsarama   | Batuhan Vulkanik 1 | 3                | 1            | 1     | hutan              | 1        | 1  | 0       | 1         | 0-8 %  | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoat  | MALANG | Batuhan gunungapi tua Angsarama   | Batuhan Vulkanik 1 | 3                | 3            | 5     | semak belukar      | 1        | 2  | 0       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 | 5                | 0            | 1     | hutan              | 1        | 1  | 0       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoat  | MALANG | Batuhan gunungapi tua Angsarama   | Batuhan Vulkanik 1 | 3                | 0            | 1     | Batuhan Vulkanik 1 | 3        | 2  | 0       | 20-8-15 % | 2      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoat  | MALANG | Batuhan gunungapi tua Angsarama   | Batuhan Vulkanik 1 | 3                | 2            | 1     | 4 kebun            | 1        | 3  | 0       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 2 | 5                | 0            | 1     | semak belukar      | 2        | 2  | 0       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | KEDIRI | Gunungapi muda Angsarama          | Batuhan Vulkanik 2 | 5                | 0            | 1     | hutan              | 1        | 1  | 0       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 2 | 5                | 0            | 1     | semak belukar      | 2        | 2  | 0       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoat  | MALANG | Batuhan gunungapi tua Angsarama   | Batuhan Vulkanik 1 | Add Field        |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | KEDIRI | Gunungapi muda Angsarama          | Batuhan Vulkanik 1 | Name:            | JumlahSkor   |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 | Type:            | Long Integer |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan gunungapi tua Angsarama   | Batuhan Vulkanik 1 | Field Properties |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoat  | MALANG | Batuhan gunungapi tua Angsarama   | Batuhan Vulkanik 1 | Precision        | 0            |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan gunungapi tua Angsarama   | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoat  | MALANG | Batuhan gunungapi tua Angsarama   | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |
| 0     | Qoav  | MALANG | Batuhan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuhan Vulkanik 1 |                  |              |       | an                 | 3        | 0  | 1       | 10-8 %    | 1      | 1        | 1         | 1          | 1     | 1   |

26. Setelah muncul, kemudian klik kanan lalu pilih *field calculator*



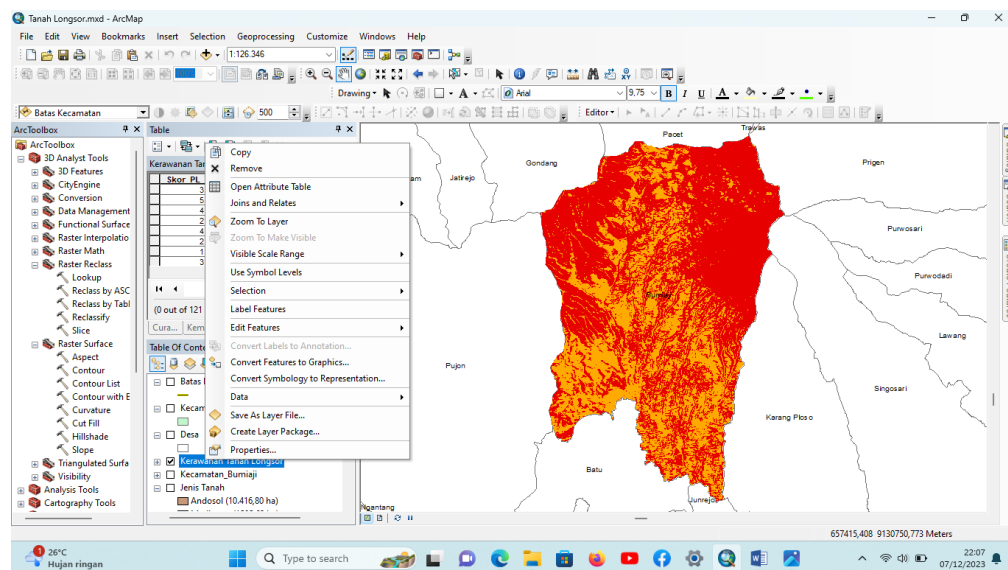
27. Lakukan penghitungan skor dengan memperhatikan masing-masing bobot, sehingga menemukan hasil total bobot



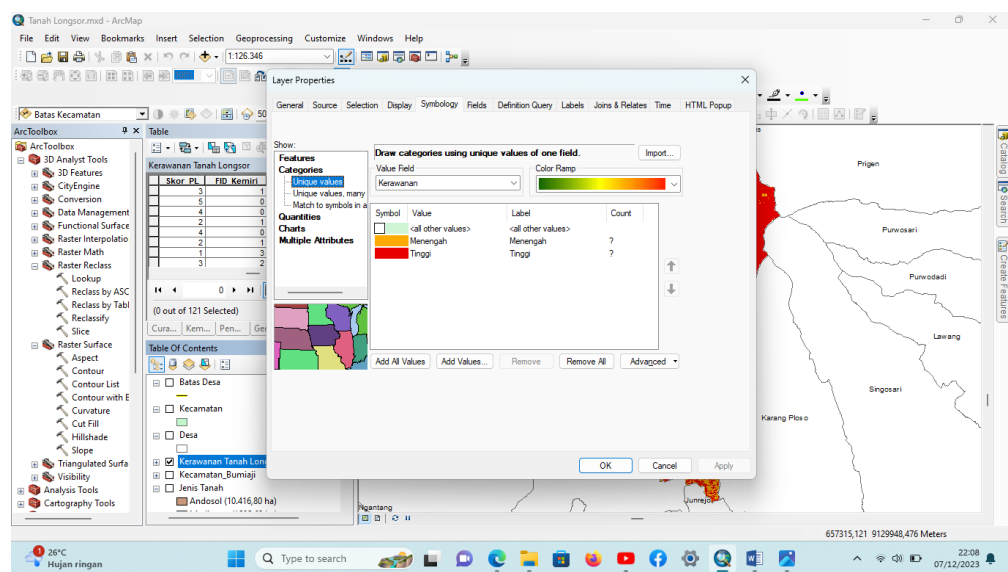
28. Kemudian nilainya akan muncul dan Memberikan keterangan kelas kelerengan sesuai dengan total bobot seluruh parameter

| Skor PL | FID Kemiri | gridcode 1 | Kemiringan | Skor Kemiri | FID CH | Id | gridcode 2 | CH                   | Skor CH | Bobot Kemiri | Bobot CH | Bobot Tanah | Bobot Geo | Bobot PL | TotalBobot | Keterangan |
|---------|------------|------------|------------|-------------|--------|----|------------|----------------------|---------|--------------|----------|-------------|-----------|----------|------------|------------|
| 3       | 1          | 1          | 2          | 1           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.6          | 0.8      | 0.45        | 1         | 0.45     | 3.3        | Menengah   |
| 5       | 0          | 1          | 0 - 8 %    | 1           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.3          | 0.8      | 0.45        | 1         | 0.75     | 3.3        | Menengah   |
| 4       | 0          | 1          | 10 - 8 %   | 1           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.3          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.6      | 3.3        | Menengah   |
| 2       | 1          | 2          | 25 - 15 %  | 2           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.6          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.3      | 3.3        | Menengah   |
| 4       | 0          | 1          | 10 - 8 %   | 1           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.3          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.6      | 3.3        | Menengah   |
| 2       | 1          | 2          | 25 - 15 %  | 2           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.6          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.3      | 3.3        | Menengah   |
| 1       | 3          | 4          | 25 - 40 %  | 4           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2          | 0.8      | 0.6         | 0.6       | 0.15     | 3.35       | Menengah   |
| 3       | 2          | 3          | 15 - 25 %  | 3           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9          | 0.8      | 0.6         | 0.6       | 0.45     | 3.35       | Menengah   |
| 5       | 1          | 2          | 25 - 15 %  | 2           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.6          | 0.8      | 0.6         | 0.6       | 0.75     | 3.35       | Menengah   |
| 1       | 1          | 2          | 25 - 15 %  | 2           | 0      | 1  | 2          | 3000 mm/tahun        | 5       | 0.6          | 1        | 0.6         | 1         | 0.15     | 3.35       | Menengah   |
| 4       | 1          | 2          | 25 - 15 %  | 2           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.6          | 0.8      | 0.45        | 1         | 0.6      | 3.45       | Menengah   |
| 2       | 2          | 3          | 15 - 25 %  | 3           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9          | 0.8      | 0.45        | 1         | 0.3      | 3.45       | Menengah   |
| 1       | 2          | 3          | 15 - 25 %  | 3           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.15     | 3.45       | Menengah   |
| 3       | 1          | 2          | 25 - 15 %  | 2           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.6          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.45     | 3.45       | Menengah   |
| 5       | 0          | 1          | 10 - 8 %   | 1           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.3          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.75     | 3.45       | Menengah   |
| 1       | 2          | 3          | 15 - 25 %  | 3           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.15     | 3.45       | Menengah   |
| 3       | 1          | 2          | 25 - 15 %  | 2           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.6          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.45     | 3.45       | Menengah   |
| 5       | 0          | 1          | 10 - 8 %   | 1           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.3          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.75     | 3.45       | Menengah   |
| 1       | 2          | 3          | 15 - 25 %  | 3           | 0      | 1  | 2          | 3000 mm/tahun        | 5       | 0.9          | 1        | 0.45        | 1         | 0.15     | 3.5        | Menengah   |
| 4       | 2          | 3          | 15 - 25 %  | 3           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9          | 0.8      | 0.6         | 0.6       | 0.6      | 3.5        | Menengah   |
| 2       | 3          | 4          | 25 - 40 %  | 4           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2          | 0.8      | 0.6         | 0.6       | 0.3      | 3.5        | Menengah   |
| 4       | 0          | 1          | 10 - 8 %   | 1           | 0      | 1  | 2          | 3000 mm/tahun        | 5       | 0.3          | 1        | 0.6         | 1         | 0.6      | 3.5        | Menengah   |
| 2       | 1          | 3          | 25 - 40 %  | 4           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2          | 0.8      | 0.45        | 1         | 0.3      | 3.5        | Menengah   |
| 3       | 2          | 3          | 15 - 25 %  | 3           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9          | 0.8      | 0.45        | 1         | 0.15     | 3.6        | Tinggi     |
| 4       | 1          | 2          | 25 - 15 %  | 2           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.6          | 0.8      | 0.45        | 1         | 0.75     | 3.6        | Tinggi     |
| 4       | 1          | 2          | 25 - 15 %  | 2           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.6          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.6      | 3.6        | Tinggi     |
| 2       | 2          | 3          | 15 - 25 %  | 3           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.3      | 3.6        | Tinggi     |
| 2       | 2          | 3          | 15 - 25 %  | 3           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.3      | 3.6        | Tinggi     |
| 1       | 4          | 5          | 40 - 40 %  | 5           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5          | 0.8      | 0.6         | 0.6       | 0.15     | 3.65       | Tinggi     |
| 3       | 3          | 4          | 25 - 40 %  | 4           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2          | 0.8      | 0.6         | 0.6       | 0.45     | 3.65       | Tinggi     |
| 5       | 2          | 3          | 15 - 25 %  | 3           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9          | 0.8      | 0.6         | 0.6       | 0.75     | 3.65       | Tinggi     |
| 5       | 2          | 3          | 15 - 25 %  | 3           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9          | 0.8      | 0.6         | 0.6       | 0.75     | 3.65       | Tinggi     |
| 1       | 2          | 3          | 15 - 25 %  | 3           | 0      | 1  | 2          | 3000 mm/tahun        | 5       | 0.9          | 1        | 0.6         | 1         | 0.15     | 3.65       | Tinggi     |
| 4       | 2          | 3          | 15 - 25 %  | 3           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9          | 0.8      | 0.45        | 1         | 0.6      | 3.75       | Tinggi     |
| 2       | 3          | 4          | 25 - 40 %  | 4           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2          | 0.8      | 0.45        | 1         | 0.3      | 3.75       | Tinggi     |
| 1       | 3          | 4          | 25 - 40 %  | 4           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.15     | 3.75       | Tinggi     |
| 5       | 2          | 3          | 15 - 25 %  | 3           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.45     | 3.75       | Tinggi     |
| 5       | 1          | 2          | 25 - 15 %  | 2           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.6          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.75     | 3.75       | Tinggi     |
| 1       | 3          | 4          | 25 - 40 %  | 4           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.15     | 3.75       | Tinggi     |
| 3       | 2          | 3          | 15 - 25 %  | 3           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.45     | 3.75       | Tinggi     |
| 5       | 1          | 2          | 25 - 15 %  | 2           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.6          | 0.8      | 0.6         | 1         | 0.75     | 3.75       | Tinggi     |
| 1       | 3          | 4          | 25 - 40 %  | 4           | 0      | 1  | 2          | 3000 mm/tahun        | 5       | 1.2          | 1        | 0.45        | 1         | 0.15     | 3.8        | Tinggi     |
| 4       | 3          | 4          | 25 - 40 %  | 4           | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2          | 0.8      | 0.6         | 0.6       | 0.6      | 3.8        | Tinggi     |

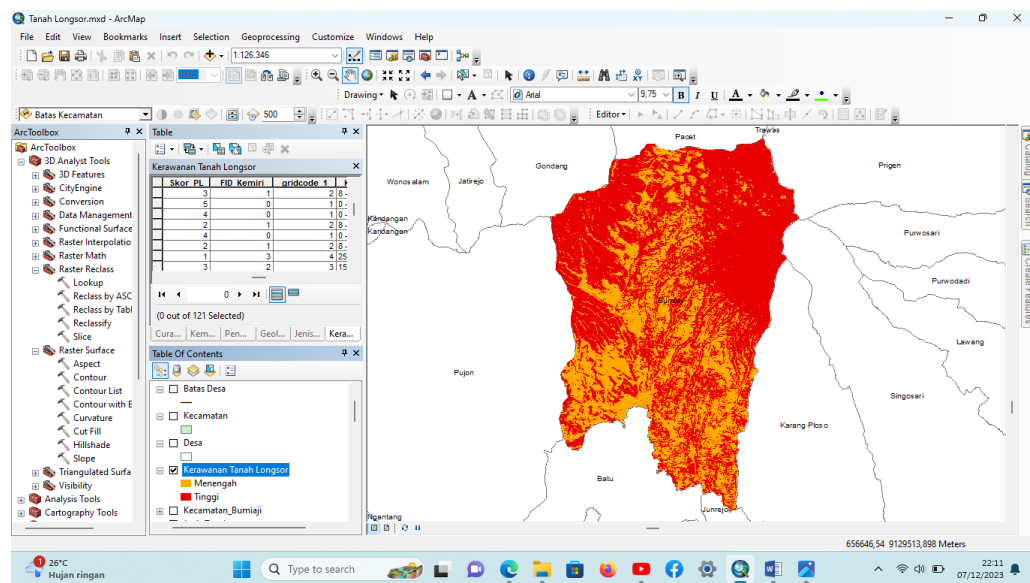
29. Klik kanan pada data kerawanan tanah longsor, kemudian pilih *properties*



30. Mencari menu *symbology* → *categories* → *unique values*, kemudian isi value field dengan kerawanan → *add all value*, kemudian mengatur *color ramp*



### 31. Maka peta daerah rawan longsor akan muncul



## B. Tabel Atribut Peta

### 1. Curah Hujan

Table

Curah Hujan Tahun 2018 dan 2020

| FID | Shape   | Id | gridcode | CH                   | Skor CH | Luas        |
|-----|---------|----|----------|----------------------|---------|-------------|
| 0   | Polygon | 1  | 2        | > 3000 mm/tahun      | 5       | 2343.529951 |
| 1   | Polygon | 2  | 1        | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 9959.359642 |

Curah Hujan Tahun 2018 dan 2020 | Kemiringan Lereng | Penggunaan Lahan | Geologi | Jenis Tanah | Kerawanan Tanah Longsor | Intersection\_Dissolve1

### 2. Kemiringan Lereng

Table

Kemiringan Lereng

| FID | Shape   | gridcode | Kemiringan | Skor Kemi | Luas        |
|-----|---------|----------|------------|-----------|-------------|
| 0   | Polygon | 1        | 0 - 8 %    | 1         | 695.397995  |
| 1   | Polygon | 2        | 8 - 15 %   | 2         | 2113.524753 |
| 2   | Polygon | 3        | 15 - 25 %  | 3         | 2671.468945 |
| 3   | Polygon | 4        | 25 - 40 %  | 4         | 3755.059327 |
| 4   | Polygon | 5        | > 40 %     | 5         | 2427.644978 |

Curah Hujan Tahun 2018 dan 2020 | Kemiringan Lereng | Penggunaan Lahan | Geologi | Jenis Tanah | Kerawanan Tanah Longsor | Intersection\_Dissolve1

### 3. Penggunaan Lahan

Table

Penggunaan Lahan

| FID | Shape   | gridcode | PL            | Skor PL | Luas        |
|-----|---------|----------|---------------|---------|-------------|
| 0   | Polygon | 1        | hutan         | 1       | 7158.383827 |
| 1   | Polygon | 3        | sawah         | 4       | 115.916247  |
| 2   | Polygon | 4        | kebun         | 3       | 1961.613937 |
| 3   | Polygon | 5        | semak belukar | 2       | 1104.953903 |
| 4   | Polygon | 6        | permukiman    | 5       | 1651.49588  |

Curah Hujan Tahun 2018 dan 2020 | Kemiringan Lereng | Penggunaan Lahan | Geologi | Jenis Tanah | Kerawanan Tanah Longsor | Intersection\_Dissolve1

### 4. Jenis Batuan (Geologi)

Table

Geologi

| FID | Shape      | SYMBOLS | NM     | LEMBAR | NAME                             | Jenis             | Skor_Geo | Luas        |
|-----|------------|---------|--------|--------|----------------------------------|-------------------|----------|-------------|
| 0   | Polygon ZM | Gpat    | MALANG |        | Batuan gunungapi tua Arjasmara   | Batuan Vulkanik 1 | 3        | 1698.601026 |
| 1   | Polygon ZM | Gova    | KEDIRI |        | Gunungapi muda Arjasmara         | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 2720.844275 |
| 2   | Polygon ZM | Gvaw    | MALANG |        | Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang | Batuan Vulkanik 2 | 5        | 7672.675489 |

Curah Hujan Tahun 2018 dan 2020 | Kemiringan Lereng | Penggunaan Lahan | Geologi | Jenis Tanah | Kerawanan Tanah Longsor | Intersection\_Dissolve1

## 5. Jenis Tanah

| Jenis Tanah |            |          |      |         |         |            |            |              |  |
|-------------|------------|----------|------|---------|---------|------------|------------|--------------|--|
| FID         | Shape      | OBJECTID | SNUM | TAQSOIL | DOMSOIL | JenisTanah | Skor Tanah | Luas         |  |
| 3           | Polygon ZM | 1020     | 4530 | 1-15-3c | Lv      | Maditeran  | 3          | 1585.621487  |  |
| 1           | Polygon ZM | 1023     | 4573 | Tm23-2c | Tm      | Andosol    | 4          | 10416.799308 |  |

Curah Hujan Tahun 2018 dan 2020 | Kemiringan Lereng | Penggunaan Lahan | Geologi | Jenis Tanah | Kerawanan Tanah Longsor | Intersection\_Dissolve1

## 6. Kerawanan Tanah Longsor

| Kerawanan Tanah Longsor |          |            |             |           |        |    |            |                     |         |            |          |            |           |          |            |           |
|-------------------------|----------|------------|-------------|-----------|--------|----|------------|---------------------|---------|------------|----------|------------|-----------|----------|------------|-----------|
| Skor PI                 | FID Kemi | gridcode 1 | Kemiringan  | Skor Kemi | FID CH | Id | gridcode 2 | CH                  | Skor CH | Robot Kemi | Robot CH | Robot Tana | Robot Ges | Robot PI | TotalRobot | Kerawanan |
| 1                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,3        | 0,8      | 0,6        | 0,6       | 0,15     | 2,45       | Menengah  |
| 2                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,3        | 0,8      | 0,6        | 0,6       | 0,3      | 2,6        | Menengah  |
| 1                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,3        | 0,8      | 0,45       | 1         | 0,15     | 2,7        | Menengah  |
| 1                       | 1        | 1          | 2/8 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,6        | 0,8      | 0,6        | 0,6       | 0,15     | 2,75       | Menengah  |
| 3                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,3        | 0,8      | 0,6        | 0,6       | 0,45     | 2,75       | Menengah  |
| 2                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,3        | 0,8      | 0,45       | 1         | 0,3      | 2,85       | Menengah  |
| 1                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,3        | 0,8      | 0,6        | 1         | 0,15     | 2,85       | Menengah  |
| 1                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,3        | 0,8      | 0,6        | 1         | 0,15     | 2,85       | Menengah  |
| 2                       | 1        | 2          | 2/8 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,6        | 0,8      | 0,6        | 0,6       | 0,3      | 2,9        | Menengah  |
| 1                       | 1        | 1          | 2/8 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,6        | 0,8      | 0,45       | 1         | 0,15     | 3          | Menengah  |
| 3                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,3        | 0,8      | 0,45       | 1         | 0,45     | 3          | Menengah  |
| 2                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,3        | 0,8      | 0,6        | 1         | 0,3      | 3          | Menengah  |
| 1                       | 2        | 3          | 3/15 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,9        | 0,8      | 0,6        | 0,6       | 0,15     | 3,05       | Menengah  |
| 3                       | 1        | 2          | 2/8 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,6        | 0,8      | 0,6        | 0,6       | 0,45     | 3,05       | Menengah  |
| 5                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,3        | 0,8      | 0,6        | 0,6       | 0,75     | 3,05       | Menengah  |
| 1                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mmTahun      | 5       | 0,3        | 1        | 0,6        | 1         | 0,15     | 3,05       | Menengah  |
| 4                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,3        | 0,8      | 0,45       | 1         | 0,6      | 3,15       | Menengah  |
| 2                       | 1        | 2          | 2/8 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,6        | 0,8      | 0,45       | 1         | 0,3      | 3,15       | Menengah  |
| 1                       | 1        | 1          | 2/8 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,6        | 0,8      | 0,6        | 1         | 0,15     | 3,15       | Menengah  |
| 3                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,3        | 0,8      | 0,6        | 1         | 0,45     | 3,15       | Menengah  |
| 1                       | 1        | 2          | 2/8 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,6        | 0,8      | 0,6        | 1         | 0,15     | 3,15       | Menengah  |
| 3                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,3        | 0,8      | 0,6        | 1         | 0,45     | 3,15       | Menengah  |
| 4                       | 1        | 2          | 2/8 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,6        | 0,8      | 0,6        | 0,6       | 0,6      | 3,2        | Menengah  |
| 2                       | 2        | 3          | 3/15 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,9        | 0,8      | 0,6        | 0,6       | 0,3      | 3,2        | Menengah  |
| 2                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mmTahun      | 5       | 0,3        | 1        | 0,6        | 1         | 0,3      | 3,2        | Menengah  |
| 3                       | 1        | 2          | 3/15 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,9        | 0,8      | 0,45       | 1         | 0,15     | 3,3        | Menengah  |
| 3                       | 1        | 2          | 2/8 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,6        | 0,8      | 0,45       | 1         | 0,45     | 3,3        | Menengah  |
| 5                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,3        | 0,8      | 0,45       | 1         | 0,75     | 3,3        | Menengah  |
| 2                       | 1        | 2          | 2/8 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,6        | 0,8      | 0,6        | 1         | 0,6      | 3,3        | Menengah  |
| 4                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,3        | 0,8      | 0,6        | 1         | 0,3      | 3,3        | Menengah  |
| 4                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,3        | 0,8      | 0,6        | 1         | 0,6      | 3,3        | Menengah  |
| 2                       | 1        | 3          | 2/8 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,6        | 0,8      | 0,6        | 1         | 0,3      | 3,3        | Menengah  |
| 1                       | 3        | 4          | 4/25 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 1,2        | 0,8      | 0,6        | 0,6       | 0,15     | 3,35       | Menengah  |
| 3                       | 2        | 3          | 3/15 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,9        | 0,8      | 0,6        | 0,6       | 0,45     | 3,35       | Menengah  |
| 5                       | 1        | 2          | 2/8 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,6        | 0,8      | 0,6        | 0,6       | 0,75     | 3,35       | Menengah  |
| 1                       | 1        | 1          | 2/8 - 15 %  | 2         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mmTahun      | 5       | 0,6        | 1        | 0,6        | 1         | 0,15     | 3,35       | Menengah  |
| 4                       | 1        | 2          | 2/8 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,6        | 0,8      | 0,45       | 1         | 0,6      | 3,45       | Menengah  |
| 2                       | 2        | 3          | 3/15 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,9        | 0,8      | 0,45       | 1         | 0,3      | 3,45       | Menengah  |
| 1                       | 2        | 3          | 3/15 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,9        | 0,8      | 0,6        | 1         | 0,15     | 3,45       | Menengah  |
| 3                       | 1        | 2          | 2/8 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,6        | 0,8      | 0,6        | 1         | 0,45     | 3,45       | Menengah  |
| 5                       | 0        | 1          | 10 - 8 %    | 1         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,3        | 0,8      | 0,6        | 1         | 0,75     | 3,45       | Menengah  |
| 1                       | 2        | 3          | 3/15 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,9        | 0,8      | 0,6        | 1         | 0,15     | 3,45       | Menengah  |
| 3                       | 1        | 1          | 2/8 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mmTahun | 4       | 0,6        | 0,8      | 0,6        | 1         | 0,45     | 3,45       | Menengah  |

Curah Hujan Tahun 2018 dan 2020 | Kemiringan Lereng | Penggunaan Lahan | Geologi | Jenis Tanah | Kerawanan Tanah Longsor | Intersection\_Dissolve1

| Skor PL | FID Kemiri | gridcode 1 | Kemiringan | Skor Kemi | FID CH | Id | gridcode 2 | CH                   | Skor CH | Bobot Kemi | Bobot CH | Bobot Tana | Bobot Geo | Bobot PL | TotalBobot | Kerawanan |
|---------|------------|------------|------------|-----------|--------|----|------------|----------------------|---------|------------|----------|------------|-----------|----------|------------|-----------|
| 5       | 0          | 1          | 10 - 8 %   | 1         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.3        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.75     | 3.45       | Menengah  |
| 1       | 2          | 3          | 315 - 25 % | 3         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 0.9        | 1        | 0.45       | 1         | 0.15     | 3.5        | Menengah  |
| 4       | 2          | 3          | 315 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9        | 0.8      | 0.6        | 0.6       | 0.6      | 3.5        | Menengah  |
| 2       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.6        | 0.6       | 0.3      | 3.5        | Menengah  |
| 4       | 0          | 1          | 10 - 8 %   | 1         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 0.3        | 1        | 0.6        | 1         | 0.6      | 3.5        | Menengah  |
| 2       | 1          | 2          | 28 - 15 %  | 2         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 0.6        | 1        | 0.6        | 1         | 0.3      | 3.5        | Menengah  |
| 1       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.45       | 1         | 0.15     | 3.6        | Tinggi    |
| 3       | 2          | 3          | 315 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9        | 0.8      | 0.45       | 1         | 0.45     | 3.6        | Tinggi    |
| 5       | 1          | 2          | 28 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.6        | 0.8      | 0.45       | 1         | 0.75     | 3.6        | Tinggi    |
| 4       | 1          | 2          | 28 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.6        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.6      | 3.6        | Tinggi    |
| 2       | 2          | 3          | 315 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.3      | 3.6        | Tinggi    |
| 4       | 1          | 2          | 28 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.6        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.6      | 3.6        | Tinggi    |
| 2       | 2          | 3          | 315 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.3      | 3.6        | Tinggi    |
| 1       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.6        | 0.6       | 0.15     | 3.65       | Tinggi    |
| 3       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.6        | 0.6       | 0.45     | 3.65       | Tinggi    |
| 5       | 2          | 3          | 315 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9        | 0.8      | 0.6        | 0.6       | 0.75     | 3.65       | Tinggi    |
| 1       | 2          | 3          | 315 - 25 % | 3         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 0.9        | 1        | 0.6        | 1         | 0.15     | 3.65       | Tinggi    |
| 4       | 2          | 3          | 315 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9        | 0.8      | 0.45       | 1         | 0.6      | 3.75       | Tinggi    |
| 2       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.45       | 1         | 0.3      | 3.75       | Tinggi    |
| 1       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.15     | 3.75       | Tinggi    |
| 3       | 2          | 3          | 315 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.45     | 3.75       | Tinggi    |
| 5       | 1          | 2          | 28 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.6        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.75     | 3.75       | Tinggi    |
| 1       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.15     | 3.75       | Tinggi    |
| 3       | 2          | 3          | 315 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.45     | 3.75       | Tinggi    |
| 5       | 1          | 2          | 28 - 15 %  | 2         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.6        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.75     | 3.75       | Tinggi    |
| 1       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 1.2        | 1        | 0.45       | 1         | 0.15     | 3.8        | Tinggi    |
| 4       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.6        | 0.6       | 0.6      | 3.8        | Tinggi    |
| 2       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.6        | 0.6       | 0.3      | 3.8        | Tinggi    |
| 4       | 1          | 2          | 28 - 15 %  | 2         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 0.6        | 1        | 0.6        | 1         | 0.6      | 3.8        | Tinggi    |
| 2       | 2          | 3          | 315 - 25 % | 3         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 0.9        | 1        | 0.6        | 1         | 0.3      | 3.8        | Tinggi    |
| 1       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.45       | 1         | 0.15     | 3.9        | Tinggi    |
| 3       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.45       | 1         | 0.45     | 3.9        | Tinggi    |
| 5       | 2          | 3          | 315 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9        | 0.8      | 0.45       | 1         | 0.75     | 3.9        | Tinggi    |
| 2       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.3      | 3.9        | Tinggi    |
| 4       | 2          | 3          | 315 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.6      | 3.9        | Tinggi    |
| 2       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.3      | 3.9        | Tinggi    |
| 5       | 3          | 4          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.6        | 0.6       | 0.45     | 3.95       | Tinggi    |
| 2       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.6        | 0.6       | 0.75     | 3.95       | Tinggi    |
| 3       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.6        | 0.6       | 0.15     | 3.95       | Tinggi    |
| 4       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 1.2        | 1        | 0.6        | 1         | 0.15     | 3.95       | Tinggi    |
| 5       | 1          | 2          | 28 - 15 %  | 2         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 0.6        | 1        | 0.6        | 1         | 0.75     | 3.95       | Tinggi    |
| 4       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.45       | 1         | 0.6      | 4.05       | Tinggi    |
| 2       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.45       | 1         | 0.3      | 4.05       | Tinggi    |
| 1       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.15     | 4.05       | Tinggi    |
| 2       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.45     | 4.05       | Tinggi    |
| 4       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 1.2        | 1        | 0.6        | 1         | 0.15     | 4.05       | Tinggi    |
| 5       | 1          | 2          | 28 - 15 %  | 2         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 0.6        | 1        | 0.6        | 1         | 0.75     | 4.05       | Tinggi    |
| 4       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.45       | 1         | 0.6      | 4.05       | Tinggi    |
| 2       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.45       | 1         | 0.3      | 4.05       | Tinggi    |
| 1       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.15     | 4.05       | Tinggi    |
| 2       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.45     | 4.05       | Tinggi    |

(0 out of 121 Selected)

Curah Hujan Tahun 2018 dan 2020 | Kemiringan Lereng | Penggunaan Lahan | Geologi | Jenis Tanah | Kerawanan Tanah Longsor | Intersection\_Dissolve1

| Skor PL | FID Kemiri | gridcode 1 | Kemiringan | Skor Kemi | FID CH | Id | gridcode 2 | CH                   | Skor CH | Bobot Kemi | Bobot CH | Bobot Tana | Bobot Geo | Bobot PL | TotalBobot | Kerawanan |
|---------|------------|------------|------------|-----------|--------|----|------------|----------------------|---------|------------|----------|------------|-----------|----------|------------|-----------|
| 4       | 2          | 3          | 315 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.6      | 3.9        | Tinggi    |
| 2       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.3      | 3.9        | Tinggi    |
| 3       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.6        | 0.6       | 0.45     | 3.95       | Tinggi    |
| 5       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.6        | 0.6       | 0.75     | 3.95       | Tinggi    |
| 1       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 1.2        | 1        | 0.6        | 1         | 0.15     | 3.95       | Tinggi    |
| 5       | 1          | 2          | 28 - 15 %  | 2         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 0.6        | 1        | 0.6        | 1         | 0.75     | 3.95       | Tinggi    |
| 4       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.45       | 1         | 0.6      | 4.05       | Tinggi    |
| 2       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.45       | 1         | 0.3      | 4.05       | Tinggi    |
| 3       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.15     | 4.05       | Tinggi    |
| 5       | 2          | 3          | 315 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.75     | 4.05       | Tinggi    |
| 1       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.15     | 4.05       | Tinggi    |
| 3       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.45     | 4.05       | Tinggi    |
| 5       | 2          | 3          | 315 - 25 % | 3         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 0.9        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.75     | 4.05       | Tinggi    |
| 1       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 1.5        | 1        | 0.45       | 1         | 0.15     | 4.1        | Tinggi    |
| 4       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.6        | 0.6       | 0.6      | 4.1        | Tinggi    |
| 4       | 2          | 3          | 315 - 25 % | 3         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 0.9        | 1        | 0.6        | 1         | 0.6      | 4.1        | Tinggi    |
| 2       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 1.2        | 1        | 0.6        | 1         | 0.3      | 4.1        | Tinggi    |
| 3       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.45       | 1         | 0.45     | 4.2        | Tinggi    |
| 5       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.45       | 1         | 0.75     | 4.2        | Tinggi    |
| 4       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.6      | 4.2        | Tinggi    |
| 2       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.3      | 4.2        | Tinggi    |
| 5       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.6      | 4.2        | Tinggi    |
| 1       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.6        | 0.6       | 0.75     | 4.25       | Tinggi    |
| 3       | 1          | 4          | 5 > 40 %   | 5         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 1.5        | 1        | 0.6        | 1         | 0.15     | 4.25       | Tinggi    |
| 3       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 1.2        | 1        | 0.6        | 1         | 0.45     | 4.25       | Tinggi    |
| 5       | 2          | 3          | 315 - 25 % | 3         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 0.9        | 1        | 0.6        | 1         | 0.75     | 4.25       | Tinggi    |
| 3       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.45     | 4.35       | Tinggi    |
| 5       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.2        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.75     | 4.35       | Tinggi    |
| 4       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 1.2        | 1        | 0.6        | 1         | 0.6      | 4.4        | Tinggi    |
| 2       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 1.5        | 1        | 0.6        | 1         | 0.3      | 4.4        | Tinggi    |
| 5       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.45       | 1         | 0.75     | 4.5        | Tinggi    |
| 4       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.6      | 4.5        | Tinggi    |
| 3       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.6      | 4.5        | Tinggi    |
| 5       | 3          | 4          | 425 - 40 % | 4         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 1.2        | 1        | 0.6        | 1         | 0.75     | 4.55       | Tinggi    |
| 5       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.75     | 4.65       | Tinggi    |
| 5       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 1      | 2  | 1          | 2500 - 3000 mm/tahun | 4       | 1.5        | 0.8      | 0.6        | 1         | 0.75     | 4.65       | Tinggi    |
| 4       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 1.5        | 1        | 0.6        | 1         | 0.6      | 4.7        | Tinggi    |
| 5       | 4          | 5          | 5 > 40 %   | 5         | 0      | 1  | 2          | > 3000 mm/tahun      | 5       | 1.5        | 1        | 0.6        | 1         | 0.75     | 4.85       | Tinggi    |