



## STUDI GEOLOGI DENGAN KAJIAN KONDISI HIDROGEOLOGI DI KECAMATAN AIRMADIDI, KABUPATEN MINAHASA UTARA, PROVINSI SULAWESI UTARA

J. J. Kaunang<sup>1,2\*</sup>, A. J. Momongan<sup>1,2\*</sup>, A. S. Budiharso<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Universitas Prisma/ Departemen Geologi/ Geofisika/ Jl. Pomorouw No. 113, Kel. Tikala Baru, Kec. Tikala, Manado, Sulawesi Utara

<sup>2</sup>Pusat Kajian Bencana dan Pengembangan Sumber Daya Alam (PKBPDA) Universitas Prisma Manado, Jl. Pomorouw No. 113, Kel. Tikala Baru, Kec. Tikala, Manado, Sulawesi Utara

Corresponding author: e-mail: [joshuaajohny.jk25@gmail.com](mailto:joshuaajohny.jk25@gmail.com)

### ABSTRAK

Air Tanah merupakan kandungan air yang terakumulasi dalam suatu strata batuan di bawah permukaan. Air tanah tersimpan di celah-celah antara butiran batuan dan rekahan pada lapisan batuan yang seterusnya akan disebut sebagai akuifer. Kandungan air tersebut disimpan dan diangkut oleh ruang antara butir, rongga batuan, dan retakan pada batuan. Air tanah dapat mengalir baik secara vertikal maupun lateral tergantung pada keadaan morfologi, hidrologis, dan geologis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi geologi di Kecamatan Airmadidi, Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara, dan mengetahui kondisi hidrogeologinya. Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode analisis kualitatif untuk menentukan kondisi geologi dan hidrogeologi. Menggunakan data dari studi literatur, analisis aspek masing-masing, dan observasi di lapangan. Dari penelitian ini ditemukan 3 satuan litologi yaitu satuan Piroklastik Tondano, satuan Piroklastik Gunung Klabat, dan satuan Aliran Lava Gunung Klabat, berdasarkan data tersebut disimpulkan bahwa kondisi hidrogeologis di Kecamatan Airmadidi, Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara menggunakan model tentatif untuk visualisasi kondisi bawah permukaan memiliki produktifitas air tanah yang tinggi.

**Kata kunci:** geologi, hidrogeologi dan model tentatif.

### PENDAHULUAN

Air Tanah berasal dari air permukaan seperti danau, hujan, dan sumber-sumber lainnya, yang meresap ke dalam tanah yang disebut daerah resapan, dan selanjutnya ke daerah buangan. Pergerakan air dalam tanah dari daerah resapan ke daerah lepas dihitung lambat dan membutuhkan waktu bertahun-tahun tergantung pada jarak dan jenis batuan yang dilaluinya [2]. Eksplorasi air tanah sangat penting untuk menemukan sumber air alternatif tambahan, dimana pasokan air tanah sangat diperlukan masyarakat dalam aktifitas sehari-hari, namun tidak semua daerah memiliki sumber daya air yang memadai; kondisi kehidupan yang bervariasi, dan memiliki tantangan dengan sumber daya air di wilayah tertentu [5].

Gunungapi Klabat adalah gunungapi bertipe strato simetris terisolasi [7], yang disusun oleh hasil-hasil erupsi seperti batuan piroklastik dan batuan hasil aliran lava dan memiliki potensi untuk menyimpan kandungan air tanah

Maka dari itu perlu dilakukan penelitian baik di *surface* atau *sub-surface* untuk mengidentifikasi kondisi lapisan pembawa air, ketebalan, dan kedalamannya.

Meskipun air tanah tidak dapat secara langsung diamati melalui permukaan bumi, penyelidikan kondisi dan kelayakan dapat dilakukan dengan menganalisa hasil sumur uji dengan kondisi geologis, dimana dapat memberikan suatu gambaran mengenai kondisi air tanah tersebut.

### METODE

Untuk titik-titik pengamatan geologi dilakukan dengan plotting titik pengamatan, selanjutnya dilakukan deskripsi pada batuan yang tersingkap secara megaskopis, Sampel-sampel yang diambil akan di isi dalam kantong-kantong sampel dan dilabel berdasarkan kode lokasi pengamatan. Kemudian dilakukan penarikan batas-batas litologi yang diolah dalam aplikasi pemetaan berdasarkan interpretasi yang sudah dilakukan.

Sebelum dilakukan *overlay* terhadap data-data yang dikumpulkan maka dilakukan *skoring* untuk tiap

parameter dalam penentuan kerentanan tanah longsor. Data-data yang sudah tersebut divisualisasikan menjadi peta tematik berdasarkan parameter yang digunakan. Kemudian dari hasil pembuatan peta tersebut di *overlay* kan menjadi satu peta yaitu peta tingkat kerentanan tanah longsor pada daerah penelitian.

Untuk titik-titik pengamatan dan sampling hidrogeologi dilakukan dengan plotting, lalu akan dilakukan pengukuran kedalaman sumur. Untuk sumur gali dilakukan pengukuran metode konvensional, menggunakan tali yang dibuat simpul sederhana tiap interval 1 meter dan akan diturunkan ke dalam sumur, kedalaman sumur kemudian dapat ditentukan dari pengukuran tersebut. Untuk pengukuran sumur bor penentuan kedalaman hanya dilakukan melalui konfirmasi verbal dengan pemilik sumur tersebut.

Masing-masing sumur akan diukur parameter fisika (TDS, Temperatur, pH, dst.) secara in-situ. Untuk titik mata air dilakukan pengukuran parameter fisika air. Setelah mendapatkan data dari analisa geologi dan sumur-sumur, kemudian dilakukan analisa menggunakan data-data yang sudah dikumpulkan untuk menemukan korelasi. Dari hasil analisa tersebut maka didapatkan arah aliran, muka air tanah, dan lapisan-lapisan litologi yang menjadi akuifer.

Pembuatan peta kondisi hidrogeologi daerah penelitian menggunakan software Arc GIS 10.3.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN GEOMORFOLOGI**

Penelitian ini melakukan analisis morfografi dan morfometri mengacu penelitian Van Zuidam <sup>[6]</sup> serta untuk bentuk lahan mengacu pada klasifikasi bentuk lahan Brahmantyo <sup>[5]</sup>. Berdasarkan analisis dan validasi lapangan peneliti menemukan 4 satuan bentuk lahan, yaitu Perbukitan Kaldera Gunung Tondano, Dataran Kaki Gunungapi Klabat, Kaki Gunungapi Klabat, dan Kipas Aliran Lava Gunungapi Klabat. daerah penelitian.

### *Perbukitan Kaldera Gunung Tondano (V1)*

Perbukitan ini mencakup  $\pm 20\%$  dari area penelitian, bentuk lahan ini terletak di bagian Barat Daya terdapat pada kelurahan Airmadidi bawah, memiliki elevasi  $\pm 100$ -200 mdpl, yang dicirikan dengan kontur yang relatif rapat dan memiliki kemiringan lereng agak curam ( $8^\circ$ - $16^\circ$ ), dan memiliki pola aliran sungai didominasi oleh pola dendritik. Pola aliran ini pada umumnya terdapat pada daerah yang memiliki batuan yang terdiri dari bahan yang relatif sama dan ukuran butiran yang seragam.

Topografi yang relatif landai ke satu arah, sebagai indikasi bahwa adanya litologi yang seragam dan bersifat lunak dan mudah tererosi.

### *Kaki Gunungapi Klabat (V3)*

Kaki gunung ini mencakup  $\pm 5\%$  dari area penelitian, bentuk lahan ini terletak di bagian timur laut dan tersebar pada kelurahan Airmadidi Atas sampai Sukur, memiliki elevasi 500-1500 mdpl, yang dicirikan dengan kontur yang rapat dan memiliki kemiringan lereng yang curam sampai sangat curam ( $16^\circ$ - $55^\circ$ ), dan memiliki pola aliran radial, aliran ini terbentuk pada tubuh gunungapi Klabat dimana aliran mengikuti daya gravitasi ke arah dataran rendah dan mencirikan litologi yang keras dan padat sehingga tidak mudah tererosi.

### *Dataran Kaki Gunungapi Klabat (V2)*

Dataran ini mencakup  $\pm 45\%$  dari area penelitian, bentuk lahan ini tersebar dari bagian utara sampai selatan dan tersebar pada kelurahan Sukur, Saronsong I & II, Airmadidi Atas & Bawah, dan Rap-Rap, memiliki elevasi 200-500 mdpl, yang dicirikan dengan kontur yang renggang dan memiliki kemiringan lereng yang landai ( $4^\circ$ - $8^\circ$ ), dan memiliki pola aliran trellis mengindikasikan litologi yang mudah tererosi/soft dimana pola aliran ini yang terdapat diantara perbukitan gunungapi purba Tondano dan gunungapi Klabat. Secara litologi daerah ini memiliki batuan yang lunak maka arah pengaliran pun mengikuti bagian-bagian yang terdampak erosi.

### *Kipas Aliran Lava Gunungapi Klabat*

Bentuk lahan ini mencakup  $\pm 30\%$  dari area penelitian, bentuk lahan ini terdapat pada bagian timur laut dan tersebar pada kelurahan Sukur, Saronsong I & II dan Airmadidi Atas, memiliki elevasi 500-1500 mdpl, yang dicirikan dengan kontur yang rapat di bagian samping dan renggang di bagian atas, dan memiliki kemiringan lereng yang curam sampai sangat curam ( $16^\circ$ - $55^\circ$ ), didominasi pola aliran sungai radial yang mengindikasikan bahwa litologi penyusun adalah batuan yang keras sehingga tidak mudah tererosi.

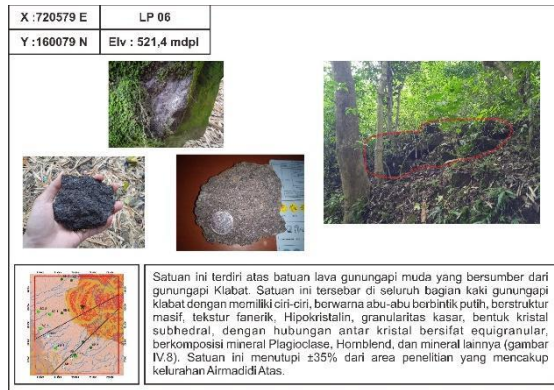
## **GEOLOGI**

Pada tahap pengambilan data lapangan, penulis menemukan 3 jenis batuan yaitu batuan lava yang tersebar di bagian utara daerah penelitian pada area kipas aliran lava gunungapi Klabat, batuan tuff yang tersebar di bagian dataran kaki gunung Klabat dan tuff yang tersebar di area punggung kaldera gunungapi purba Tondano. Dalam melakukan deskripsi batuan tuff peneliti menggunakan Schmid <sup>[4]</sup>.

### *Satuan Aliran Lava Gunungapi Klabat*

Satuan ini terdiri atas batuan lava gunungapi muda yang bersumber dari gunungapi Klabat. Satuan ini tersebar di seluruh bagian kaki gunungapi klabat dengan

memiliki ciri-ciri, berwarna abu-abu berbintik putih, berstruktur masif, tekstur fanerik, Hipokristalin, granularitas kasar, bentuk kristal subhedral, dengan hubungan antar kristal bersifat equigranular, berkomposisi mineral Plagioclase, Hornblend, dan mineral lainnya. Satuan ini menutupi  $\pm 35\%$  dari area penelitian yang mencakup kelurahan Airmadidi Atas.



Gambar 1. Lokasi pengamatan 06

#### Satuan Jatuhan Piroklastik Gunungapi Klabat

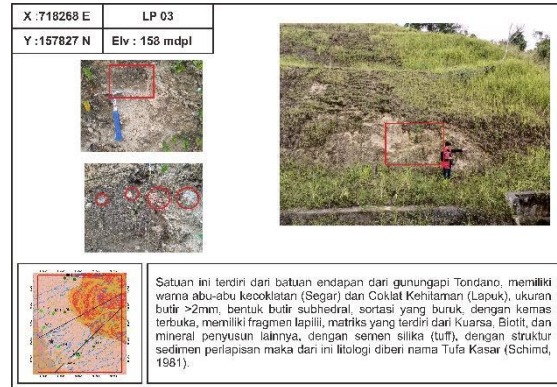
Satuan ini terdiri dari batuan endapan dari gunungapi Tondano, memiliki warna abu-abu kecoklatan (Segar) dan Coklat Kehitaman (Lapuk), ukuran butir  $>2\text{mm}$ , bentuk butir subhedral, sortasi yang buruk, dengan kemas terbuka, memiliki fragmen lapilli, matriks yang terdiri dari Kuarsa, Biotit, dan mineral penyusun lainnya, dengan semen silika (tuff), dengan struktur sedimen perlapisan maka dari ini litologi diberi nama Tufa Kasar <sup>[4]</sup> (gambar 2.).

Satuan ini menutupi  $\pm 45\%$  dari area penelitian yang mencakup kelurahan Sukur, Saronsong I & II, Rap-rap, dan Airmadidi Bawah. Pada satuan ini ditemukan seluruh titik minat pengambilan sampel sumur bor, sumur gali, dan mata air. Maka disimpulkan bahwa pada litologi ini memiliki porositas yang baik, elevasi yang relatif rendah dan kemiringan lereng landai sehingga menjadi tempat akumulasi air tanah/zona dischorage, dan satuan ini dikategorikan menjadi lapisan akuifer bebas/Unconfined Aquifer, dibuktikan dengan adanya sumur bor dan sumur bor.

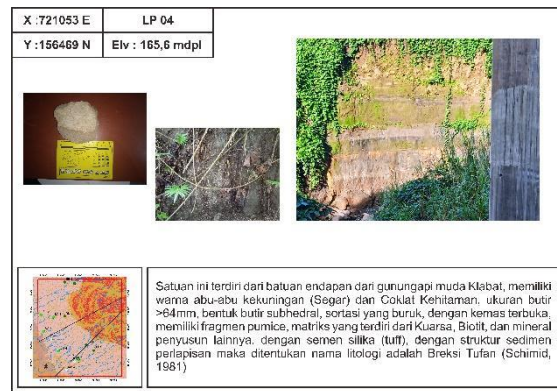
#### Satuan Jatuhan Piroklastik Tondano

Satuan ini terdiri dari batuan endapan dari gunungapi muda Klabat, memiliki warna abu-abu kekuningan (Segar) dan Coklat Kehitaman, ukuran butir  $>64\text{mm}$ , bentuk butir subhedral, sortasi yang buruk, dengan kemas terbuka, memiliki fragmen pumice, matriks yang terdiri dari Kuarsa, Biotit, dan mineral penyusun lainnya, dengan semen silika (tuff), dengan struktur

sedimen perlapisan maka ditentukan nama litologi adalah Breksi Tufan (Schimid, 1981) (gambar 3.). Satuan ini menutupi  $\pm 20\%$  dari area penelitian yang mencakup kelurahan Airmadidi Bawah.



Gambar 2. Lokasi Pengamatan 03



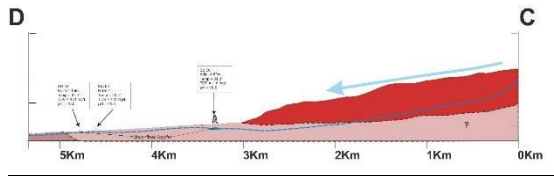
Gambar 3. Lokasi Pengamatan 04

## HIDROGEOLOGI

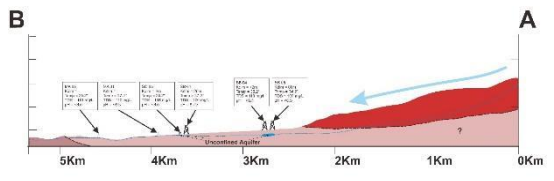
Arah aliran air untuk sungai dan air tanah akan mengikuti kemiringan lereng dan elevasi, maka pada daerah penelitian sesuai dengan pengamatan jarak jauh dan analisa lapangan arah pengaliran cenderung mengarah ke barat daya, hal ini dikarenakan kemiringan pada daerah kaki gunungapi dan juga kipas aliran lava cenderung curam dan secara elevasi daerah tersebut juga bertempat pada elevasi yang tinggi.

Pada daerah penelitian muka air tanah (MAT) ditentukan melalui kedalaman titik-titik minat sumur bor (SB), sumur gali (SG), dan mata air. Lapisan yang menjadi akuifer adalah lapisan litologi yang memiliki porositas yang baik sehingga pada daerah penelitian ditentukan bahwa satuan piroklastik jatuhan gunungapi Klabat (Kpj) yang menjadi lapisan akuifer bebas/Unconfined Aquifer, dan satuan aliran lava gunungapi klabat (Kal) yang menjadi lapisan akiklud (gambar 4 dan 5).

Kondisi aliran air tanah memiliki kaitan dengan porositas dimana pada satuan piroklastik jatuh gunungapi Klabat memiliki ukuran butir >2mm dimana menunjukkan porositas 38.6% yang dapat mengalirkan air tanah sedangkan untuk satuan jatuh piroklastik Tondano memiliki diameter butiran >64mm yang menunjukkan porositas yang kurang dari 30% dimana daya alir air buruk.



Gambar 4. Penampang pisometrik C-D



Gambar 5 Penampang pisometrik A-B

## KESIMPULAN

Kondisi geologi kecamatan Airmadidi tersusun utama oleh batuan lava, tuff fragmen pumice, dan tuff fragmen lapilli yang berakibat keadaan air tanah dipengaruhi arah aliran serta kedalaman dari MAT tersebut. Litologi lava gunungapi yang berada pada elevasi yang tinggi membuat area tersebut menjadi zona recharge dan mengalirkan jauh ke lapisan litologi di kaki gunungapi pada satuan tuff lapili dimana kepadatan dari satuan tersebut menjadi area discharge, area pada kaki gunungapi menjadi tempat akumulasi air tanah.

Kondisi fisik air tanah pada litologi vulkanik ditandai dengan kemampuannya dalam menyerap atau melepaskan air dengan mudah, sehingga berkontribusi terhadap kemungkinan buruknya kualitas air di daerah dengan litologi batuan vulkanik karena mudahnya air keluar. Permeabilitas air di suatu wilayah sangat erat kaitannya dengan tekstur tanah, dan bahkan di wilayah yang berdekatan sekalipun, suatu wilayah mungkin menunjukkan nilai kualitas air yang berbeda-beda, tingkat TDS yang rata-rata 100-115mg/L menunjukkan bahwa identifikasi jenis dan tekstur tanah seringkali berakar pada batuan induk aslinya. Breksi vulkanik, misalnya, menggabungkan komponen batuan beku andesit dengan spektrum ukuran mulai dari kerikil hingga bongkahan yang cukup besar, diatur dalam matriks tufa sedang hingga halus.

Hal ini menunjukkan bahwa ketika batuan mengalami pelapukan, tekstur tanah yang dihasilkan cenderung halus dan halus karena adanya batuan andesit berbutir halus di dalam breksi vulkanik.

## SARAN

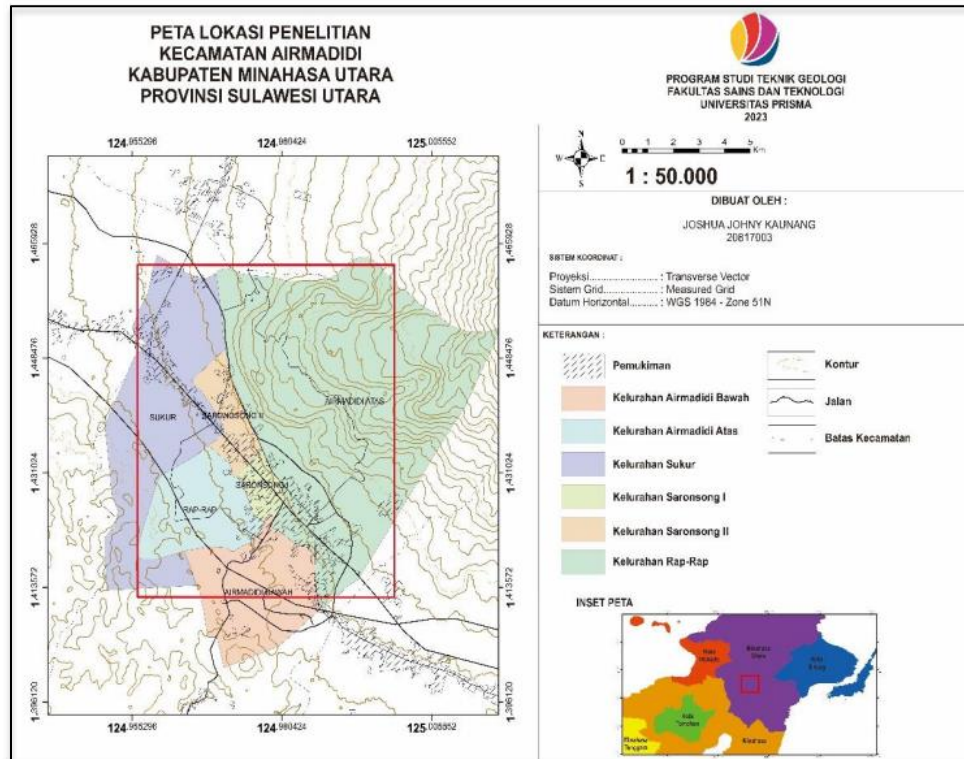
Pemerintah bahkan masyarakat dapat lebih memperhatikan daerah dengan tingkat kerentanan tanah longsor sedang yang berada di pinggiran jalan dan juga di daerah aliran sungai agar terhindar dari kerugian yang ditimbulkan bahkan kejadian bencana selanjutnya yang disebabkan oleh tanah longsor

## UCAPAN TERIMA KASIH

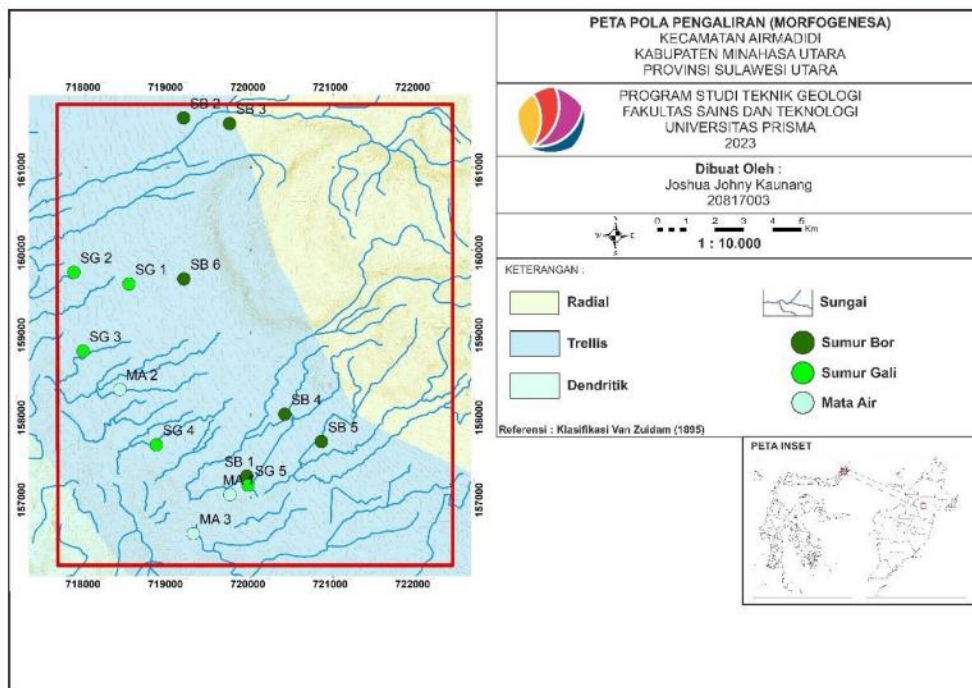
Penulis mengucapkan terima kasih terhadap pihak-pihak yang membantu terselesaikannya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

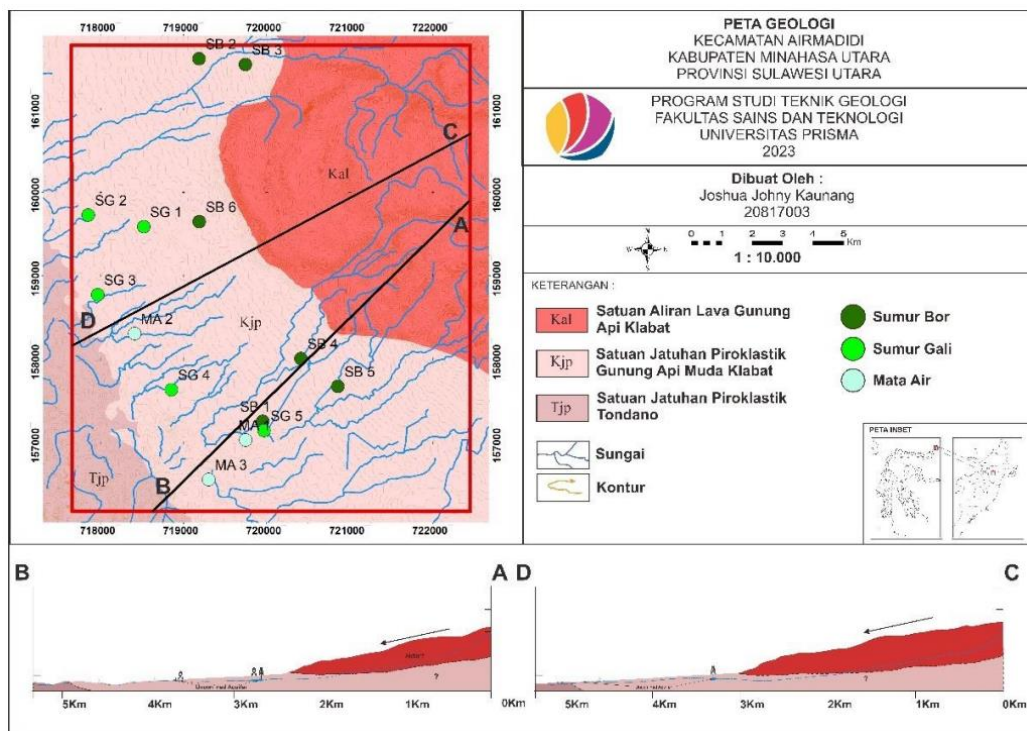
- [1] Effendi, A.C. dan Bawono, S.S. 1997. Peta Geologi Lembar Manado, Sulawesi Utara, Skala 1:250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- [2] Sedana. 2015. Pemetaan Air Tanah di Jalan Ringroad Kelurahan Malendeng dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis. Jurnal Ilmiah Sains.
- [3] M. Bisri. 2014. Studi Tentang Pendugaan Air Tanah, Sumur Air Tanah Dan Upaya Dalam Konservasi Air Tanah. Universitas Brawijaya Press.
- [4] Schmid, R. 1981. *Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments*. United State of America: Geologische Rundschau.
- [5] Brahmanyto, B. dan Bandonio (2006): Klasifikasi bentuk muka bumi (landform) untuk pemetaan geomorfologi pada skala 1:25.000 dan aplikasinya untuk penataan ruang. Jurnal Geoaplika, 1, 71 – 78.
- [6] Van Zuidam, et, al 1983. *Guide to Geomorphologic aerial photographic interpretation and mapping*
- [7] Van Padang, N., 1951. *Catalogue of volcanic activity and solfatara fields*.



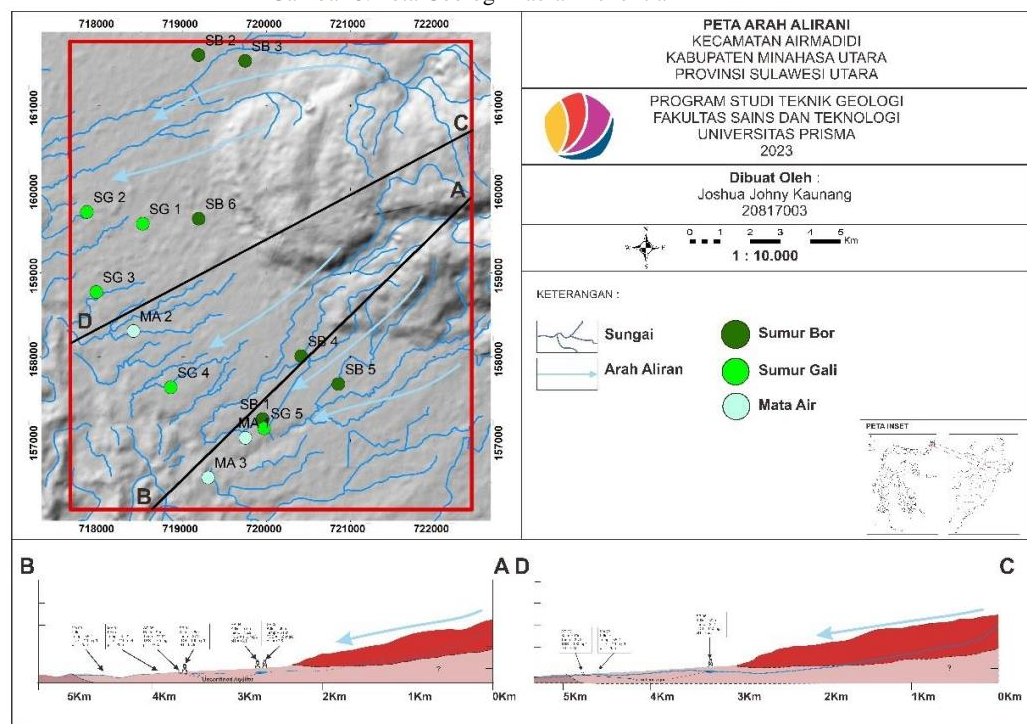
Gambar 6. Peta Lokasi Penelitian



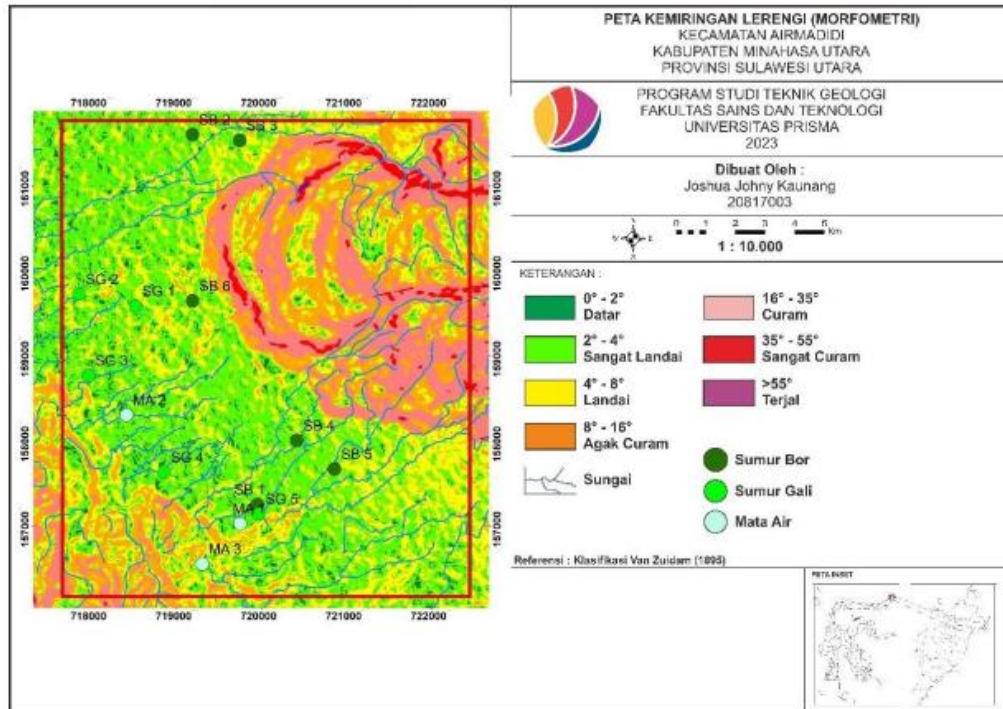
Gambar 7. Peta Pola Pengaliran



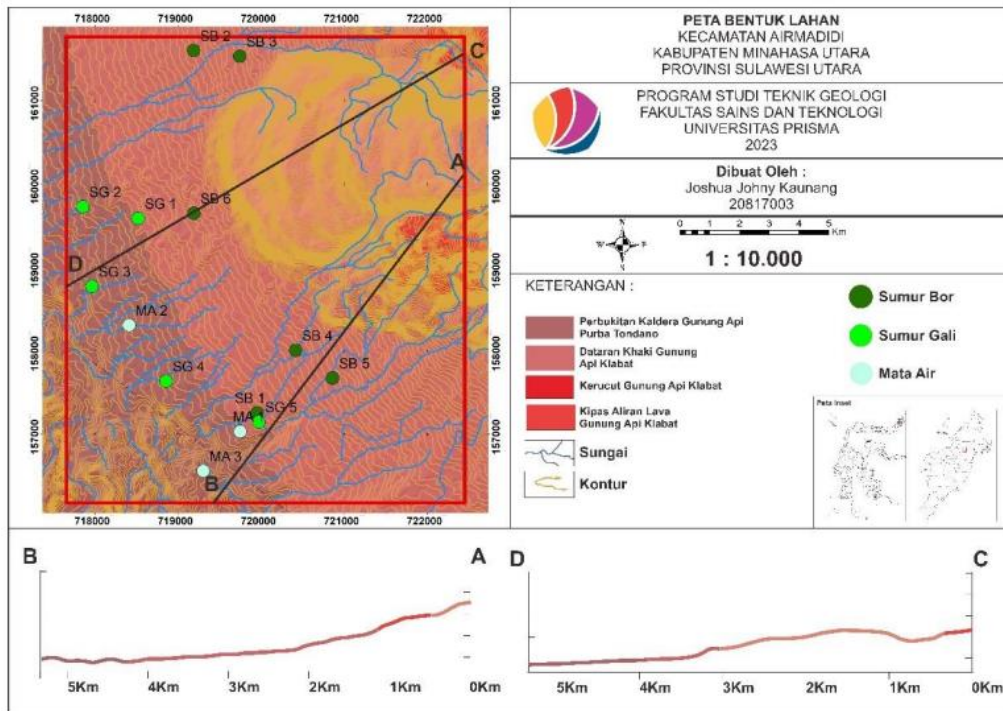
Gambar 8. Peta Geologi Daerah Penelitian



Gambar 9. Peta Arah Aliran



Gambar 10. Peta Kemiringan Lereng



Gambar 11. Peta Bentuk Lahan