

Identifikasi Litologi Daerah Rawan Longsor Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi *Scslumberger* Pada Desa Sopi dan Wayabula, Morotai¹

Identification of Lithology of Landslide Prone Areas Using the Geoelectrical Method of Schlumberger Configuration in Sopi and Wayabula Villages, Morotai

Harun Usman^a, Arbi Haya^a, Firman^{a,2}, Nurmayasa Marsaoly^b

^a Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Khairun, Jl. Jusuf Abdurahman, Ternate

^b Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Khairun, Jl. Jusuf Abdurahman, Ternate

ABSTRAK

Desa Sopi dan Wayabula merupakan wilayah dengan morfologi sedang hingga terjal, serta sering terjadi longsor di wilayah tersebut. Identifikasi litologi area rawan longsor pada kedua desa dengan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Scslumberger menjadi penting. Hasil pengukuran pada 3 lokasi (A, B, dan C) didapatkan range nilai resistivitas semu berturut-turut, yaitu 1,72-150,51 Ωm ; 12,56-1367,04 Ωm ; dan 0,83-201,12 Ωm . Litologi lokasi A Desa Sopi didominasi batupasir dan batugamping dengan nilai resistivitas batuan antara 0,7969-1952 Ωm dan batuan yang mudah longsor adalah batupasir akibat kandungan air yang banyak, pengaruh lapukan, serta bench jalan yang terlalu tegak. Litologi lokasi B Desa Wayabula didominasi batuan konglomerat dan batugamping dengan resistivitas batuan antara 7,51-972,6 Ωm , bagian yang mudah longsor adalah konglomerat akibat lepasnya semen pengikat antar butiran batuan dan faktor air, lapukan, serta bench jalan terlalu tegak. Litologi lokasi C Desa Wayabula didominasi pasir lempungan, konglomerat, batugamping dan batulanau dengan nilai resistivitas batuan antara 0,607-2135 Ωm , bagian yang mudah longsor adalah pasir lempungan dan konglomerat akibat air, lapukan serta bench jalan yang terlalu tegak.

Kata kunci: geolistrik, litologi, konfigurasi Scslumberger, Sopi dan Wayabula

ABSTRACT

Sopi and Wayabula villages are areas with moderate to steep morphology, and landslides often occur in these areas. The identification of the lithology of the landslide-prone areas in the two villages using the geoelectric resistivity method of the Scslumberger configuration is important. The measurement results at 3 locations (A, B, and C) obtained a range of apparent resistivity values in a row, namely 1.72-150.51 Ωm ; 12.56-1367.04 Ωm ; and 0.83-201.12 Ωm . The lithology of location A Sopi Village is dominated by sandstone and limestone with rock resistivity values between 0.7969-1952 Ωm and rocks that are prone to landslides are sandstone due to high water content, weathering effects, and road benches that are too upright. The lithology of location B in Wayabula Village is dominated by conglomerate rocks and limestones with rock resistivity between 7.51-972.6 Ωm , the part that is prone to landslides is conglomerate due to the release of cement binding between rock grains and water, weathering, and road benches that are too upright. The lithology of location C in Wayabula Village is dominated by clay sand, conglomerate, limestone and siltstone with rock resistivity values between 0.607-2135 Ωm , the part that is prone to landslides is clay sand and conglomerate due to water, weathering and the road bench is too upright.

Keywords: geoelectric, lithology, Scslumberger configuration, Sopi and Wayabula

¹ Info Artikel: Received: 5 Desember 2021, Accepted: 17 Desember 2021

² Email: firman@unhair.ac.id

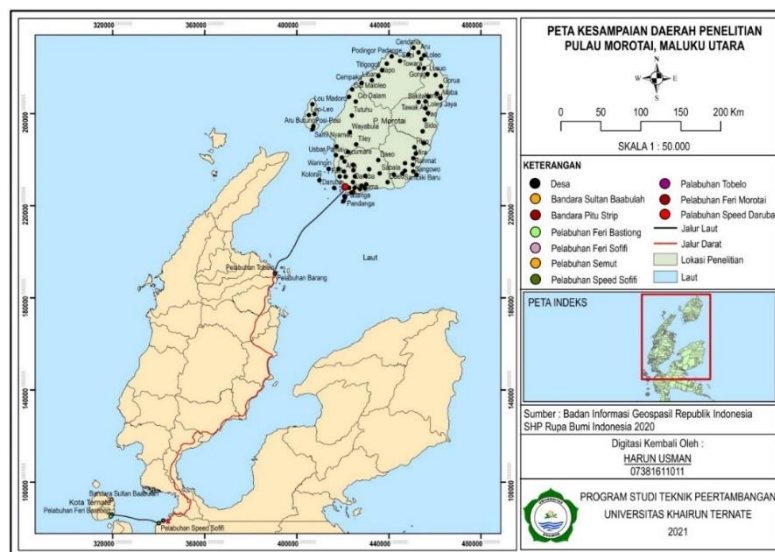
PENDAHULUAN

Pulau Morotai memiliki wilayah dengan morfologi berbukit landai, sedang hingga terjal, khususnya di jalur Sopi-Wayabula. Daerah dengan morfologi sedang dan terjal yang dilalui bukaan jalan menjadikan grade jalan besar serta kecenderungan terjadinya longsor khususnya di musim hujan. Longsoran juga diakibatkan oleh beberapa faktor lain, diantaranya kekuatan batuan, pelapukan, erosi oleh air hujan, dan lain-lain. Berdasarkan peta geologi lembar Morotai Maluku Utara terdapat beberapa formasi utama yang menyusun pulau tersebut, diantaranya formasi aluvium (Qa/t), formasi batu gamping terumbu (Qt), formasi batuan gunung api holosin (Qhva), formasi Bacan (Tomb) dan formasi Weda (Tmpw). Formasi Weda tersusun batupasir, batulempung, batulanau, lanau, batugamping dan konglomerat [1]. Formasi Weda meliputi 42,04% luas Pulau Morotai, formasi Bacan seluas 35,55%, formasi Batu Gamping Terumbu 14,81%, formasi aluvium 7,49% dan formasi batuan gunung api Holosin 0,11% [2].

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu metode geofisika yang mampu mendeteksi material yang berpotensi longsor, baik berupa *rock slides*, *soil slides*, *quick clay* [3]. Metode geolistrik resistivitas dilakukan dengan menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi melalui dua elektroda arus dan potensialnya diukur melalui dua elektroda potensial [4]. Metode geolistrik resistivitas tahanan jenis dengan konfigurasi Schlumberger digunakan juga untuk mengidentifikasi lapisan pembawa air tanah (akuifer) di Desa Wayabula kedalamannya 8 m dengan interpretasi perlapisan pasir, pasir kasar, kerikil tidak berlempung dan nilai resistivitas $>70 \Omega\text{m}$ [5]. Survey geolistrik metode resistivitas ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu *mapping* dan *sounding* yang menghasilkan informasi perubahan variasi harga resistivitas baik arah lateral maupun arah vertikal [6]. Oleh karena itu perlu dilakukan identifikasi litologi daerah rawan longsor dengan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger pada daerah Sopi dan Wayabula, Morotai.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Desa Sopi dan Wayabula Kabupaten Pulau Morotai Provinsi Maluku Utara. Lokasi kesampaian daerah penelitian seperti ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi kesampaian daerah penelitian

Data

Data penelitian ini merupakan data primer yang diambil dari pengukuran langsung di lokasi penelitian berupa data beda potensial (V), kuat arus (I), spasi elektroda arus (AB), spasi elektroda potensial (MN), koordinat, dan arah pengukuran. Data hasil pengukuran pada 3 lokasi (1 lokasi di Desa Sopi dan 2 lokasi di Desa Wayabula) ditampilkan pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3. Nilai resistivitas semu (ρ) dan faktor geometri (K) merupakan hasil perhitungan.

Tabel 1 Data pengukuran di Desa Sopi lokasi A

| No | AB/2 (m) | MN (m) | MN/2 (m) | V (mV) | I (mA) | L ² | G ² | K | ρ (Ω m) |
|----|----------|--------|----------|--------|--------|----------------|----------------|----------|----------------------|
| 1 | 1,5 | 1 | 0,5 | 20 | 73 | 2,25 | 0,25 | 6,28 | 1,72 |
| 2 | 6 | 1 | 0,5 | 20 | 108 | 36 | 0,25 | 112,255 | 20,79 |
| 3 | 10 | 1 | 0,5 | 20 | 148 | 100 | 0,25 | 313,215 | 42,33 |
| 4 | 15 | 1 | 0,5 | 30 | 540 | 225 | 0,25 | 705,715 | 39,21 |
| 5 | 20 | 1 | 0,5 | 30 | 518 | 400 | 0,25 | 1255,215 | 72,70 |
| 6 | 25 | 1 | 0,5 | 30 | 457 | 625 | 0,25 | 1961,715 | 128,78 |
| 7 | 30 | 1 | 0,5 | 10 | 336 | 900 | 0,25 | 2825,215 | 84,08 |
| 8 | 40 | 5 | 2,5 | 20 | 133 | 1600 | 6,25 | 1000,875 | 150,51 |
| 9 | 50 | 10 | 5 | 10 | 185 | 2500 | 25 | 777,15 | 42,01 |

Tabel 2 Data pengukuran di Desa Wayabula lokasi B

| No | AB/2 (m) | MN (m) | MN/2 (m) | V (mV) | I (mA) | L ² | G ² | K | ρ (Ω m) |
|----|----------|--------|----------|--------|--------|----------------|----------------|----------|----------------------|
| 1 | 1.5 | 1 | 0,5 | 40 | 20 | 2,25 | 0,25 | 6,28 | 12,56 |
| 2 | 6 | 1 | 0,5 | 70 | 131 | 36 | 0.25 | 112,255 | 59,98 |
| 3 | 10 | 1 | 0,5 | 60 | 118 | 100 | 0.25 | 313,215 | 159,26 |
| 4 | 15 | 1 | 0,5 | 30 | 177 | 225 | 0.25 | 705,715 | 119,61 |
| 5 | 20 | 1 | 0,5 | 30 | 270 | 400 | 0.25 | 1255,215 | 139,47 |
| 6 | 25 | 1 | 0,5 | 50 | 128 | 625 | 0.25 | 1961,715 | 766,29 |
| 7 | 30 | 1 | 0,5 | 60 | 124 | 900 | 0.25 | 2825,215 | 1367,04 |
| 8 | 40 | 5 | 2,5 | 50 | 183 | 1600 | 6.25 | 1000,875 | 273,46 |
| 9 | 50 | 10 | 5 | 40 | 502 | 2500 | 25 | 777,15 | 61,92 |

Tabel 3 Data pengukuran di Desa Wayabula lokasi C

| No | AB/2 (m) | MN (m) | MN/2 (m) | V (mV) | I (mA) | L ² | G ² | K | ρ (Ω m) |
|----|----------|--------|----------|--------|--------|----------------|----------------|----------|----------------------|
| 1 | 1,5 | 1 | 0,5 | 18 | 137 | 2,25 | 0,25 | 6,28 | 0,83 |
| 2 | 6 | 1 | 0,5 | 80 | 724 | 36 | 0,25 | 112,255 | 12,40 |
| 3 | 10 | 1 | 0,5 | 140 | 582 | 100 | 0,25 | 313,215 | 75,34 |
| 4 | 15 | 1 | 0,5 | 47 | 501 | 225 | 0,25 | 705,715 | 66,20 |
| 5 | 20 | 1 | 0,5 | 12 | 524 | 400 | 0,25 | 1255,215 | 28,75 |
| 6 | 25 | 1 | 0,5 | 13 | 342 | 625 | 0,25 | 1961,715 | 74,57 |
| 7 | 30 | 1 | 0,5 | 21 | 295 | 900 | 0,25 | 2825,215 | 201,12 |
| 8 | 40 | 5 | 2,5 | 15 | 362 | 1600 | 6,25 | 1000,875 | 41,47 |
| 9 | 50 | 10 | 5 | 3 | 300 | 2500 | 25 | 777,15 | 7,77 |

Metode

Pengukuran dilakukan dengan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger di daerah longoran jalan pada kedua desa tersebut dengan bentangan 100 meter untuk setiap lokasi. Setiap lintasan pengukuran terdiri 9 datum sesuai perpindahan spasi elektroda AB dan MN. Data hasil penelitian kemudian dilakukan analisis pada *Microsoft Excel* untuk menghitung nilai faktor geometri dan nilai resistivitas semu. Nilai resistivitas semu digunakan sebagai input untuk mengetahui resistivitas sesungguhnya dari setiap litologi dari daerah yang diteliti sesuai dengan kedalaman. Identifikasi litologi didasarkan pada nilai resistivitas sesungguhnya dicocokkan dengan tabel resistivitas dari Telford [7] serta disesuaikan dengan singkapan batuan yang ada di sekitar lokasi dan peta geologi lokasi penelitian untuk menjamin keakuratan identifikasi litologi. Hasil identifikasi litologi menjadi dasar untuk mengetahui faktor-faktor penyebab longoran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Litologi Lokasi A Desa Sopi Pulau Morotai Maluku Utara

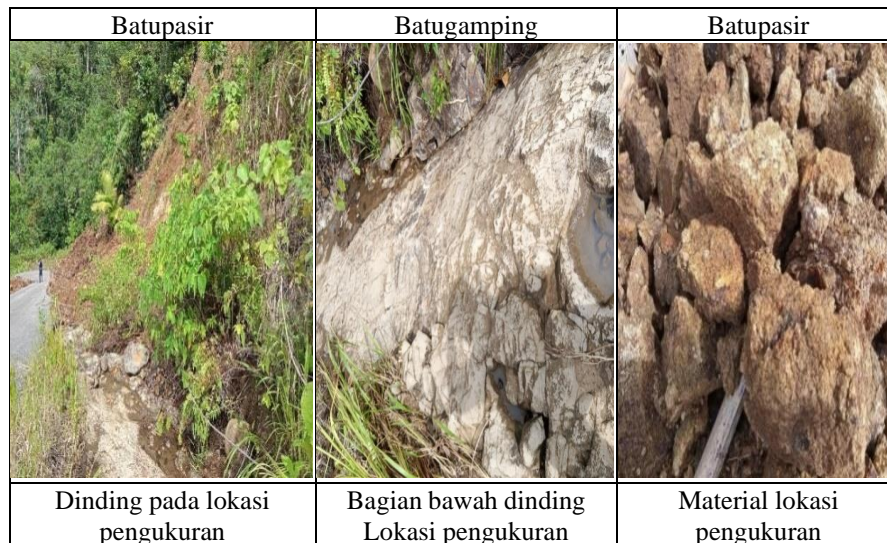
Lokasi A Desa Sopi berada pada koordinat 2°35'55" LU dan 128°36'0" BT, dengan morfologi berbukit landai serta ketinggian 53 mdpl. Panjang lintasan pengukuran 100 m dengan arah utara-selatan. Berdasarkan hasil analisis (Tabel 4) didapatkan lima lapisan dengan kedalaman estimasi 26,69 m. Zona pertama merupakan zona permukaan dengan ketebalan 0,3391 m dengan resistivitas 0,7969 merupakan batupasir yang jenuh air. Hal ini sesuai dengan singkapan bagian atas lokasi pengukuran serta kecocokan dengan geologi daerah penelitian. Daerah penelitian termasuk dalam Formasi Weda (Tmpw) dengan batuan penyusun meliputi batupasir, batulempung, batulanau, lanau, batugamping dan konglomerat.

Tabel 4 Interpretasi litologi lokasi A Desa Sopi

| Lapisan | ρ (Ωm) | Kedalaman (m) | Ketebalan (m) | Litologi |
|---------|--------------------------------|------------------|------------------|-------------|
| 1 | 0,7969 | 0-0,3391 | 0,3391 | Batupasir |
| 2 | 1952 | 0,3391-0,3794 | 0,04022 | Batugamping |
| 3 | 1047 | 0,3794-2,667 | 2,288 | Batugamping |
| 4 | 117,6 | 2,667-5,624 | 2,956 | Batupasir |
| 5 | 26,91 | 5,624-26,69 | 21,06 | Batupasir |

Zona kedua dengan ketebalan 0,04 m dan mempunyai nilai resistivitas 1952 Ωm . Zona kedua merupakan batugamping. Zona ketiga yang mempunyai kedalaman 2,667 m dengan ketebalan 2,288 m dan mempunyai nilai resistivitas 1047 Ωm diinterpretasikan sebagai lapisan *limestone* (batugamping). Zona keempat dengan kedalaman 2,5624 m dan ketebalan 2,966 m serta nilai resistivitas 117,6 Ωm , diinterpretasikan sebagai lapisan *sandstone* (batupasir). Zona kelima dengan kedalaman 26,69 m, dengan ketebalan 21,06 m dan mempunyai nilai resistivitas 26,91 Ωm . Zona kelima juga termasuk lapisan batupasir. Daerah ini termasuk bagian yang longsor dan berdasarkan material longoran didominasi tumpukan batupasir serta sebagian kerakal. Hal ini disebabkan batupasir memiliki kemampuan menyimpan air sehingga berdampak pada jenuhnya ikatan antar butir material

batupasir dan menyebabkan kekuatannya melemah. Selain itu, pengaruh lapukan material dan *bench* bukaan jalan terlalu tegak sehingga mudah longsor ketika musim hujan. Material longsor dan singkapan pada daerah pengukuran seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Singkapan batuan dan material longsor lokasi A

Identifikasi Litologi Lokasi B Desa Wayabula Pulau Morotai Maluku Utara

Lokasi B yang berada di Desa Wayabula Morotai Utara dengan koordinat 2°23'8" N dan 128°17'12" E, dengan morfologi berbukit landai serta elevasi 7,3 mdpl. Arah pengukuran NE-SW dan panjang lintasan pengukuran 100 meter serta lokasinya berada pada Formasi Weda.

Tabel 5 Identifikasi litologi lokasi B Desa Wayabula

| Lapisan | ρ (Ω m) | Kedalaman (m) | Ketebalan (m) | Litologi |
|---------|-------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 1 | 7,51 | 0-0,6 | 0,6 | Pasir lempungan |
| 2 | 471,2 | 0,6-1,265 | 0,6651 | Konglomerat |
| 3 | 119,4 | 1,265-2,667 | 1,402 | Konglomerat |
| 4 | 219,6 | 2,667-5,624 | 2,956 | Konglomerat |
| 5 | 972,6 | 5,624-11,86 | 6,233 | Batugamping |
| 6 | 388,8 | 11,86-25 | 13,14 | Batugamping |

Hasil identifikasi litologi untuk lokasi B (Tabel 5) berdasarkan singkapan di daerah pengambilan data, kecocokan dengan geologi lokal serta interpretasi resistivitas sebenarnya dengan tabel resistivity batuan, didapatkan 6 perlapisan dengan kedalaman 25 m. Bagian atas didominasi batuan konglomerat (resistivitas batuan 119,4-471,2 Ω m) serta sedikit pasir lempungan. Batuan konglomerat menjadi jenuh air karena menjadi area resapan air limpasan dari *catchment area* di sekitarnya yang lokasi badan jalan berada di pinggir pantai. Kondisi ini menyebabkan semen pengikat butiran konglomerat umumnya mudah lepas sehingga menjadi material longsor. Selain itu, kondisi *bench* yang menjadi dinding jalan juga terlalu tegak sehingga mudah longsor. Bagian bawahnya terkategori batugamping dengan nilai resistivitas 388,8-972,6 Ω m dengan ketebalan 19,3 m.

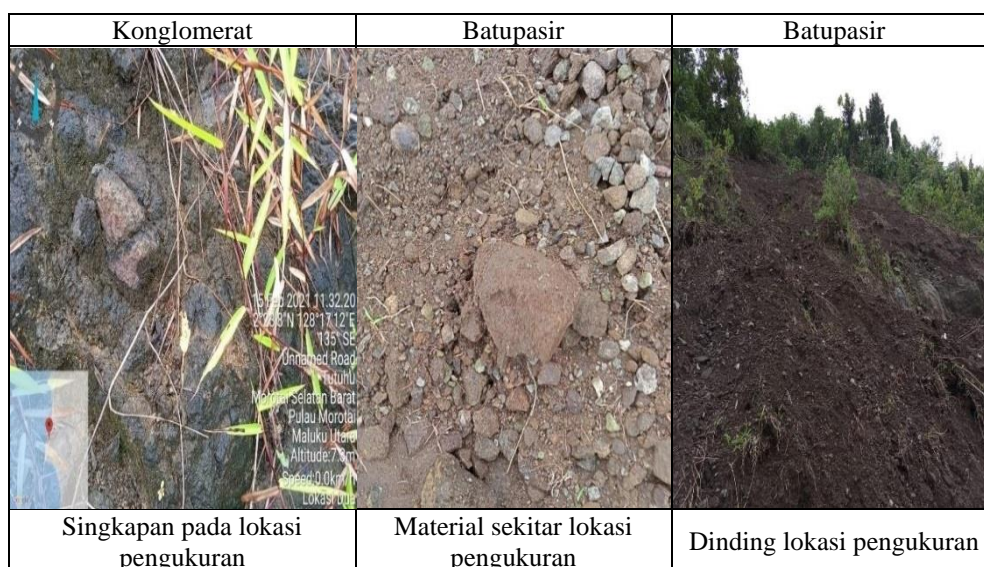
Identifikasi Litologi Lokasi C Desa Wayabula Pulau Morotai Maluku Utara

Lokasi C Desa Wayabula Morotai Utara dengan koordinat 2°23'6" N dan 128°17'11" E, dengan morfologi berbukit landau serta ketinggian 7,1 mdpl. Panjang lintasan pengukuran 100 meter dengan arah pengukuran NE-SW. Berdasarkan hasil identifikasi litologi didapatkan lima perlapisan untuk kedalaman 11,9 m dengan nilai resistivitas antara 0,607-2135 Ωm (Tabel 6).

Tabel 6 Identifikasi litologi lokasi C Desa Wayabula

| Lapisan | ρ (Ωm) | Kedalaman (m) | Ketebalan (m) | Litologi |
|---------|--------|---------------|---------------|-----------------|
| 1 | 0,607 | 0-0,436 | 0,436 | Pasir lempungan |
| 2 | 113 | 0,436-0,922 | 0,486 | Konglomerat |
| 3 | 2135 | 0,922-1,62 | 0,7 | Batugamping |
| 4 | 31,8 | 1,62-5,62 | 4 | Batulanau |
| 5 | 10,5 | 5,62-11,9 | 6,23 | Batulanau |

Hasil identifikasi litologi untuk lokasi C berdasarkan singkapan di daerah pengambilan data, kecocokan dengan geologi lokal serta interpretasi resistivitas sebenarnya dengan tabel resistivitas batuan dari Telford, didapatkan lapisan 1 merupakan material pasir lempungan sesuai bagian atas lokasi pengukuran. Lapisan ini masih menyimpan air hasil infiltrasi dari permukaan. Lapisan kedua merupakan batuan konglomerat yang kecenderungannya sama dengan lokasi B umumnya semen pengikat antar butir mudah lepas karena pengaruh lapukan dan adanya air. Lapisan ketiga merupakan batugamping yang singkapannya juga muncul dibagian permukaan sesuai dengan formasi geologinya. Lapisan empat dan lima disusun oleh batulanau dengan kemampuan menyimpan dan meloloskan air yang rendah. Longsoran pada lokasi ini disebabkan oleh material lapukan dari bagian atas *bench* dinding jalan yang merupakan daerah perbukitan. Aliran air melalui dinding jalan serta pengaruh air infiltrasi menyebabkan mudahnya terjadi longsoran. Material dan batuan yang tersingkap di lokasi pengukuran seperti diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Singkapan batuan dan material longsor lokasi C

KESIMPULAN

Litologi lokasi A Desa Sopi didominasi batupasir dan batugamping dengan nilai resistivitas batuan antara 0,7969-1952 Ωm dan batuan yang mudah longsor adalah batupasir akibat kandungan air yang banyak serta pengaruh lapukan. Litologi lokasi B Desa Wayabula didominasi batuan konglomerat dan batugamping dengan resistivitas batuan antara 7,51-972,6 Ωm , bagian yang mudah longsor adalah konglomerat akibat lepasnya semen pengikat antar butiran batuan dan faktor air, lapukan, serta *bench* jalan terlalu tegak. Litologi lokasi C Desa Wayabula didominasi pasir lempungan, konglomerat, batugamping dan batulanau dengan nilai resistivitas batuan antara 0,607-2135 Ωm , bagian yang mudah longsor adalah pasir lempungan dan konglomerat akibat air, lapukan serta *bench* jalan yang terlalu tegak.

DAFTAR PUSTAKA

- Supriatna, S. (1990). *Peta Geologi Lembar Morotai, Maluku Utara*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- RTRW. (2012). *Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kabupaten Pulau Morotai*. Bapeda Kab. Morotai. Maluku Utara.
- Ling, C., Xu, Q., Ran, J., Lv, H. (2016). "Application of Electrical Resistivity Tomography for Investigating the Internal Structure of a Translational Landslide and Characterizing Its Groundwater Circulation (Kualiangzi Landslide, Southwest China)". *Journal of Applied Geophysics*, 13(1), 154-162.
- Marjuni, M., Wahyono, S.C., dan Siregar, S.S. (2015). "Identifikasi Litologi Bawah Permukaan Dengan Metode Geolistrik Pada Jalan Trans Kalimantan yang Melewati Daerah Rawa di Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan". *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika*, 12(1), 54-62.
- Conoras, W.A.K., Rasai, J., dan Salahu, H. (2019). "Interpretasi Tahanan Jenis Bawah Permukaan Daerah Morotai Menggunakan Geolistrik Schlumberger Configuration Vertical Electrical Sounding 1D". *DINTEK*, 12(2), 28-37.
- Todd, D.K. (1959). *Groundwater Hydrology*. Associate Professor of Civil Engineering California University. John Wiley & Sons, New York.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., dan Sheriff, R.E. (1990). *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge University Press, USA.