

Pemetaan Bawah Permukaan Melalui Pemodelan 3D Data Geolistrik Resistivitas Daerah Pra TPA Ilo-Ilo

Ririn A. Endekan*, Gerald H. Tamuntuan, Seni H. J. Tongkukut, As'ari

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi, Manado, 95115

*Corresponding author: ririnendekan07@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk memvisualisasikan dan memperkirakan kondisi bawah permukaan di daerah lahan pembangunan TPA kawasan Ilo-Ilo Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara. Data sekunder resistivitas hasil pengukuran metode geolistrik konfigurasi Wenner-Alpha yang sudah diinversi menggunakan *software Res2dinv* dimasukkan pada *software voxler* yang menghasilkan bentuk visual kondisi bawah permukaan di daerah lahan pembangunan TPA kawasan Ilo-Ilo dalam bentuk 3 dimensi. Diperoleh hasil bahwa dalam pemodelan secara 3 dimensi teridentifikasi keberadaan tiga potensi akuifer dengan nilai resistivitas $\leq 15 \Omega\text{m}$. Keberadaan akuifer pertama dan akuifer kedua berada pada kedalaman 10 hingga 65 meter dan akuifer ketiga terletak pada kedalaman 10-30 meter, dengan jumlah volume total ketiga akuifer sebesar $156.013,8\text{m}^3$.

Kata Kunci: Akuifer; Model 3D; Resistivitas; *Voxler*

Subsurface Mapping Through 3D Modelling Resistivity Geoelectric Data of Ilo-Ilo Landfill Area

Abstract

Research has been carried out to visualize and predict subsurface conditions in the landfill area for landfill construction in the Ilo-Ilo area, Wori District, North Minahasa Regency. Secondary resistivity data from the measurement results of the Wenner-Alpha configuration geoelectric method which has been inverted using *Res2dinv* software is entered into the *Voxler* software which produces a visual form of subsurface conditions in the landfill area of the Ilo-Ilo TPA area in 3 dimensions. The results showed that the 3D modeling identified the existence of five potential aquifers with a resistivity value of $\leq 15 \Omega\text{m}$. The first aquifer and the second aquifer are at a depth of 10 to 65 meters and the third aquifer is located at a depth of 10-30 meters, with a total volume of the three aquifers of $156.013,8 \text{ m}^3$.

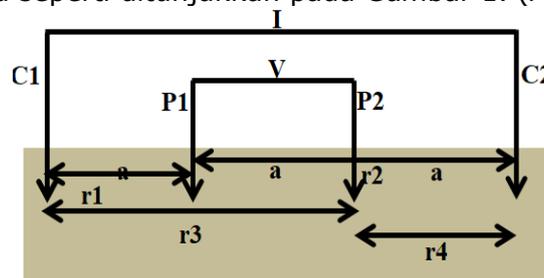
Keywords: Aquifer, 3D Modeling, Resistivity, *Voxler*

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang ketersediaannya melimpah, dan dapat ditemukan hampir di semua tempat. (Murhadi *et al.*, 2019). Air yang digunakan sehari-hari telah melalui proses penguapan (*precipitation*) dari laut, danau maupun sungai lalu mengalami kondensasi di atmosfer dan kemudian menjadi hujan yang turun ke permukaan bumi. Air hujan yang turun tersebut meresap ke bawah permukaan bumi dan sebagian mengalir di permukaan bumi menuju sungai, danau dan akhirnya sampai kembali ke laut. Air ini dapat tersimpan dan mengalir pada lapisan batuan yang dikenal dengan akuifer (Hadian *et al.*, 2006). Potensi airtanah sangat terkait dengan kondisi geologi dan curah hujan di suatu wilayah serta karakteristik akuifer seperti jenis batuan dan per lapisan batuan (Purnama *et al.*, 2013).

Menurut Rolia (2016), akuifer adalah lapisan batuan di bawah permukaan tanah yang mengandung air dan dapat dirembesi air. Jenis akuifer berdasarkan nilai kelulusan (permeabilitas) lapisan batuan yang melingkupi akuifer, yaitu :Akuifer tertekan (*confined aquifer*), Akuifer setengah tertekan (*semiunconfined aquifer*) dan Akuifer bebas (*unconfined aquifer*). Namun persoalan penyediaan air yang memenuhi syarat menjadi masalah pada akhir-akhir ini. Dari segi kuantitas serta kualitas air telah berkurang disebabkan adanya perubahan kondisi lingkungan serta pencemaran. Salah satu contoh pencemaran air ialah adanya rembesan limbah cair yang berasal dari hasil degradasi sampah terutama pada lokasi tempat pembuangan akhir (TPA) yang dapat meresap ke dalam tanah hingga mencemari sumber airtanah (Viola, 2020).

Salah satu metode yang sering digunakan untuk mendeteksi keberadaan airtanah adalah metode geolistrik resistivitas. Prinsip metode ini adalah mengalirkan arus listrik ke dalam bumi melalui sepasang elektroda kemudian mengukur tegangan yang dihasilkan di permukaan bumi (Manrulu, 2017). Terdapat metode lain yang dapat digunakan dalam penyelidikan kondisi bawah permukaan, yaitu pengeboran, namun metode pengeboran memiliki kekurangan yaitu hanya dapat mengetahui persebaran material bawah permukaan di beberapa titik saja, sedangkan dalam metode geolistrik dapat diketahui sebaran material bawah permukaan secara luas yang dapat dimodelkan menggunakan *software* (Sumaryanto, 2021). Beberapa bentuk konfigurasi dari metode geolistrik resistivitas di antaranya, konfigurasi Wenner, Schlumberger, Wenner-Schlumberger, Dipole-Dipole, Pole-Pole dan Wenner-Alpha. Konfigurasi Wenner-Alpha merupakan salah satu jenis konfigurasi Wenner. Konfigurasi Wenner-Alpha mempunyai konfigurasi elektroda potensial yang berada di antara elektroda arus yang tersusun dari C1,P1.P2.C2, dimana a merupakan jarak elektroda yang satu dengan yang lainnya seperti ditunjukkan pada Gambar 1. (Adawiyah *et al.*, 2018).



Gambar 1. Susunan Elektroda Konfigurasi Wenner-Alpha (Tunena, 2018).

Daerah Ilo-Ilo terletak di desa wori, kecamatan wori, kabupaten minahasa utara. Desa wori memiliki luas wilayah secara keseluruhan sebesar $9,96 \text{ km}^2$ (Wenas dan Rombot, 2015). Daerah ini menjadi salah satu tempat yang akan dilakukan pembangunan tempat pembuangan akhir (TPA) guna memenuhi kebutuhan pengumpulan sampah yang diakibatkan pertumbuhan penduduk yang semakin besar (Tongkukut, 2019).

Studi kasus yang dilakukan oleh Viola (2020) tentang hidrologi bawah permukaan tanah di kawasan Ilo-Ilo menggunakan metode geolistrik menampilkan tampang zona akuifer bawah tanah dalam citra 2 dimensi, hasil yang diperoleh tiap lintasan yang digambarkan secara 2 dimensi masih belum menunjukkan kondisi struktur bawah permukaan secara

menyeluruh dari sejumlah lintasan yang digunakan, sehingga diperlukan metode 3 dimensi dalam memvisualisasikan struktur bawah permukaan tanah agar informasi yang diperoleh lebih terperinci, serta kurangnya pemanfaatan data pengukuran 2D yang dianalisis secara 3D. Pemodelan secara 3D dilakukan menggunakan *software voxler* 4. *Voxler* merupakan salah satu program visualisasi secara tiga dimensi yang berorientasi *Volumetric Rendering* dan menampilkan data secara 3D. Selain pada penggambaran secara volume (3D), *voxler* juga dapat memanfaatkan kegunaan *grid* dua dimensi (2D) contohnya file data titik yang tersebar (*scatter point data*). Penelitian dengan menggunakan metode geolistrik telah dilakukan oleh beberapa peneliti, di antaranya Azizan *et al.*, (2015) melakukan pengukuran airtanah menggunakan metode geolistrik Wenner-Schumberger kemudian dikembangkan melalui tampilan model 3D dengan menggunakan aplikasi *voxler* untuk mengetahui potensi airtanah untuk pemanfaatan irigasi pertanian di daerah sekitarnya dan pada penelitian Suhendra *et al.*, (2021) yang menganalisis dan memetakan ketebalan lapisan akuifer yang diduga terintrusi oleh air laut di daerah Universitas Bengkulu menggunakan aplikasi *voxler*.

Penelitian ini memetakan kondisi bawah permukaan dari data sekunder di daerah Pra TPA Kawasan Ilo-Ilo Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara untuk identifikasi akuifer secara 3D menggunakan aplikasi *voxler*, sebagai lanjutan penelitian terdahulu .

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan terhitung mulai bulan Maret 2022-Mei 2023. Data yang digunakan merupakan data sekunder hasil penelitian yang telah diakuisisi oleh Viola (2020) di daerah lahan pembangunan TPA kawasan Ilo-Ilo Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara pada tahun 2019. Pengambilan data dilakukan pada penelitian sebelumnya oleh Viola (2020) di daerah lahan pembangunan TPA kawasan Ilo-Ilo Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara.

Alat dan Bahan

Penelitian menggunakan data sekunder resistivitas hasil pengukuran yang telah dilakukan di lahan pembangunan TPA kawasan Ilo-Ilo Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara menggunakan metode geolistrik wenner alpha.

Prosedur Penelitian

Akuisisi dilakukan di lahan pembangunan TPA pada 8 lintasan , panjang setiap lintasan 480 m, 48 elektroda dan spasi antara elektroda 10 m. Data diolah menggunakan perangkat lunak Notepad, *software Res2dinv* untuk pemodelan data secara 2 dimensi. Data sekunder yang telah diolah menggunakan aplikasi *res2dinv* dikonversi ke dalam bentuk 3 dimensi menggunakan *software* Microsoft Excel dan aplikasi *Voxler* 4. Analisis data kemudian dilakukan dengan menampilkan profil penampang bawah permukaan yang menampilkan citra warna berdasarkan nilai resistivitas secara 2D dan 3D serta memperlihatkan bentuk akuifer yang ditemukan. Dari gambaran yang diperoleh, dapat diidentifikasi penyebaran serta jenis batuan pembawa air di daerah penelitian yang diproyeksikan.

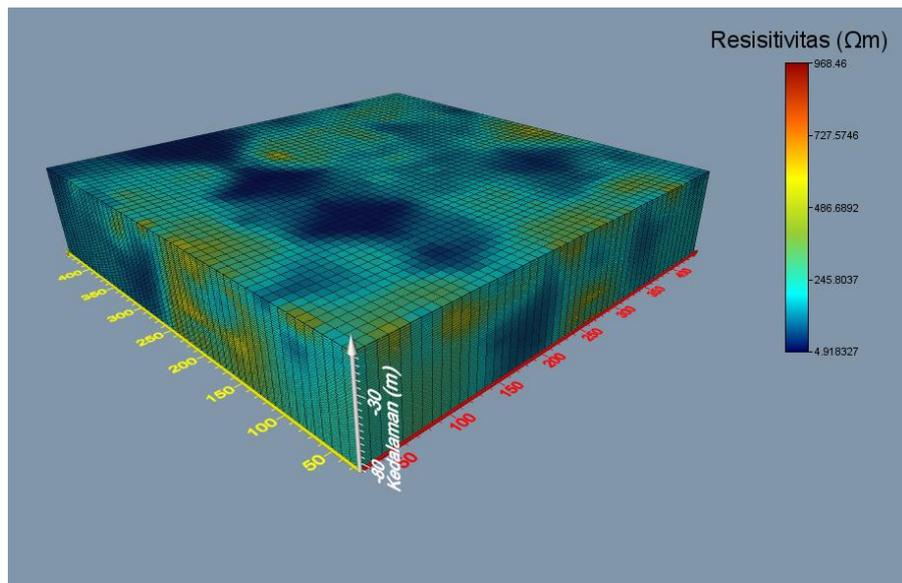
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data sebelumnya dilakukan dengan jarak antara Lintasan 1 dan Lintasan 2 adalah 90m, Lintasan 2 dan Lintasan 3 adalah 120m, Lintasan 3 dan Lintasan 4 adalah 120m, Lintasan 5 dan Lintasan 6 adalah 115m, Lintasan 6 dan Lintasan 7 adalah 115m, Lintasan 7 dan Lintasan 8 adalah 80m seperti dapat dilihat pada Gambar 2. Keberadaan akuifer airtanah diidentifikasi dengan nilai resistivitas $\leq 15 \Omega$ m.



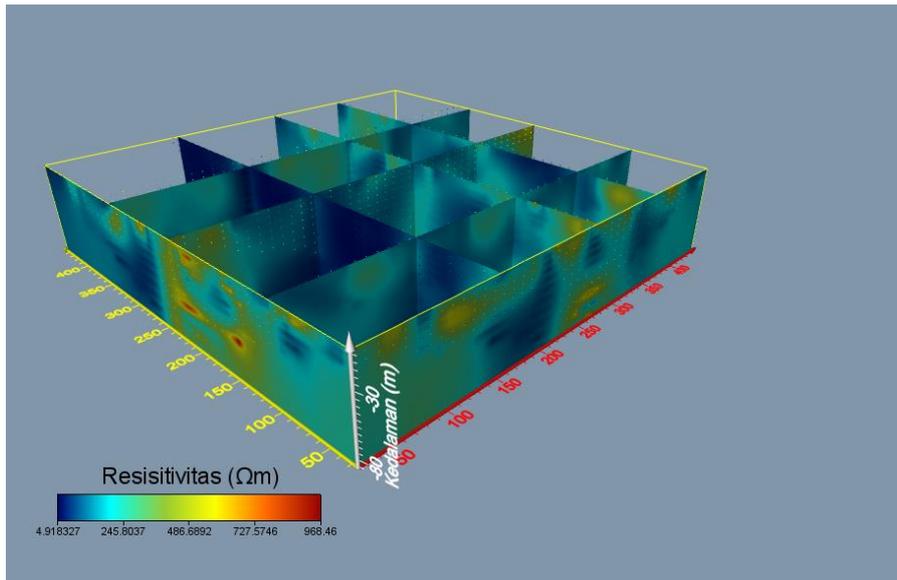
Gambar 2. Lintasan Pengukuran

Gambaran distribusi resistivitas hasil pemrosesan *Res2dinv* divisualisasikan dalam bentuk 3D menggunakan perangkat lunak *voxler*. Pada tampilan gambar hasil pemodelan *voxler*, sumbu X menunjukkan data jarak elektroda, sumbu y menunjukkan jarak antar lintasan dan sumbu z merupakan kedalaman (Sari *et al.*, 2022). Pada gambar 3 menampilkan tampilan rekonstruksi secara 3D dengan nilai resistivitas berkisar antara 4,92 Ωm hingga 968,46 Ωm , nilai resistivitas menunjukkan warna yang berbeda tergantung pada jenis lapisan bawah tanah.



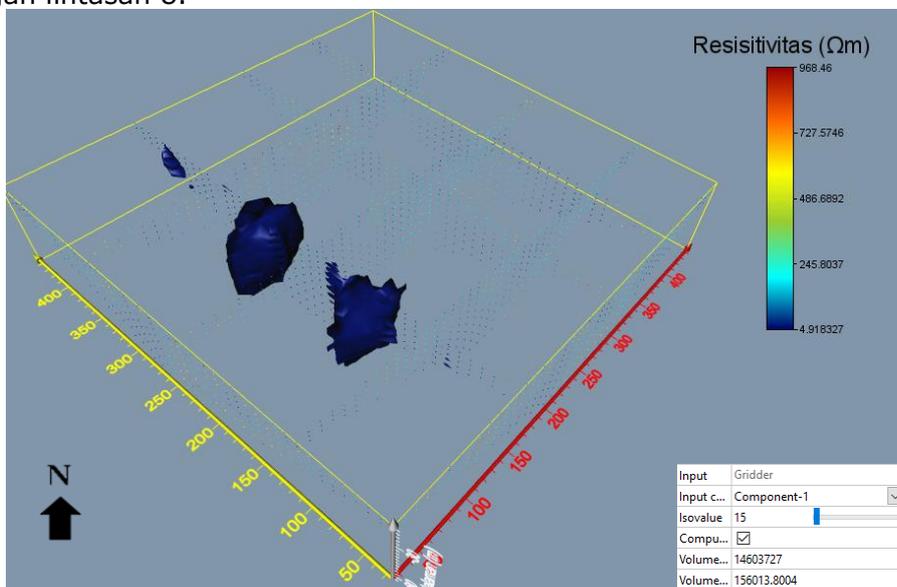
Gambar 3. Model Penampang Resistivitas pada Lintasan 1-8 menggunakan *Voxler*.

Profil tampilan 3 Dimensi Akuifer pada 8 lintasan hasil pengolahan menggunakan perangkat lunak *voxler* 4 ditunjukkan pada gambar berikut.



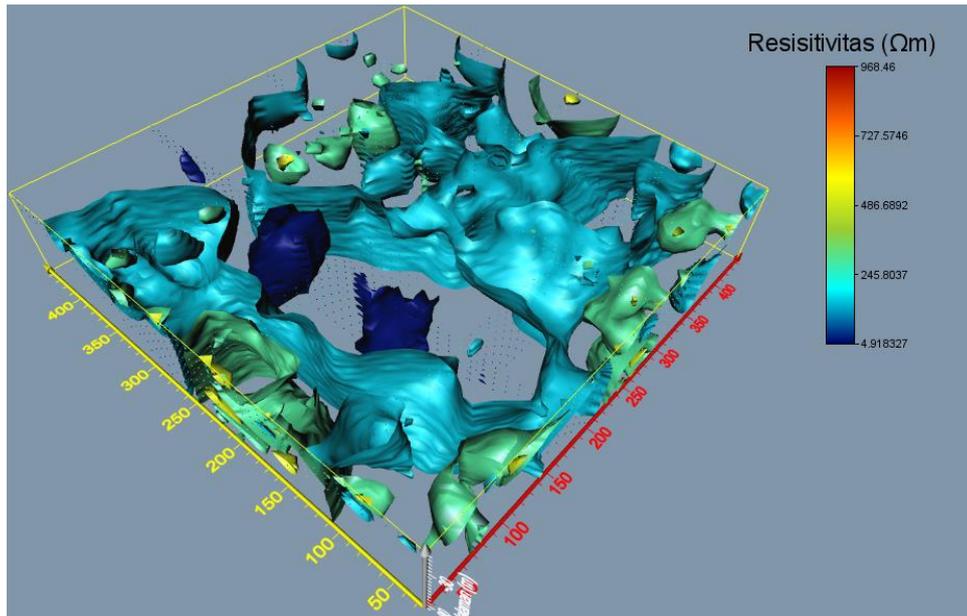
Gambar 4. Tampang Lintang Resistivitas Gabungan 8 Lintasan.

Gambar 4. Merupakan gambaran tampang lintang gabungan lintasan pada lintasan 1 sampai dengan lintasan 8.



Gambar 5. Profil akuifer secara 3D pada Lintasan 1-8

Gambar 5 menunjukkan adanya tiga titik akuifer airtanah yang teridentifikasi pada lintasan 1-8. Pola sebaran akuifer daerah penelitian pada Gambar 4 ditunjukkan oleh warna biru, dengan nilai resistivitas pada warna tersebut sebesar $\leq 15 \Omega m$ membentuk pola tidak menentu. Akuifer yang terlihat pada citra model merupakan akuifer dengan kedalaman berkisar antara 10 hingga 65 m. Akuifer pertama dan akuifer kedua berada pada kedalaman 10 hingga 65 m dan akuifer ketiga terletak pada kedalaman 10-30 m. akuifer yang terdapat pada daerah lintasan merupakan jenis akuifer bebas (*unconfined aquifer*). Mengetahui hasil sebaran nilai resistivitas di seluruh daerah penelitian, volume akuifer airtanah di daerah tersebut dapat diketahui dengan menggunakan menu *isosurface* pada *voxler*. Volume ketiga akuifer di daerah penelitian tersebut diperkirakan sekitar 156.013,8 m³.



Gambar 6. Pola Sebaran Batuan Berdasarkan Nilai Resistivitas Pada Daerah Penelitian.

Gambar 6 menunjukkan sebaran batuan dengan nilai resistivitas yang berbeda, dimana pada pola berwarna biru tua dengan nilai resistivitas $\leq 15 \Omega\text{m}$ teridentifikasi sebagai daerah sebaran akuifer, biru muda menunjukkan nilai resistivitas sebesar $\leq 150 \Omega\text{m}$ teridentifikasi sebagai tanah lempung, serta nilai resistivitas $\leq 300 \Omega\text{m}$ ditandai dengan warna hijau muda dan nilai resistivitas $\leq 500 \Omega\text{m}$ ditandai dengan warna kuning teridentifikasi sebagai batuan keras berupa basal serta andesit berdasarkan peta geologi lembar Manado, Sulawesi Utara (Effendi *et al.*, 1997).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa visualisasi 3D menunjukkan keberadaan akuifer airtanah dan keberadaan beberapa batuan di bawah permukaan tanah. Terdapat tiga akuifer yang teridentifikasi dengan nilai resistivitas $\leq 15 \Omega\text{m}$, keberadaan akuifer pertama dan akuifer kedua berada pada kedalaman 10 hingga 65 m dan akuifer ketiga terletak pada kedalaman 10 sampai 30 m. Volume ketiga akuifer di daerah penelitian tersebut diperkirakan sekitar $156.013,8 \text{ m}^3$.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., Supriyanto., Natalisanto, A. I., Alam, F. 2018. Identifikasi Keberadaan Bunker dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner Alpha dan Dipole-Dipole. *Geosains Kutai Basin*. **1(2)**. 2018.
- Azizan, F. A., Mohamed, A. M. Zawawi., and Ahmad, F. A. Abdullah. 2015. *Development of 3D Model View of Potential Groundwater Aquifer For Irrigation Using Geophysical Technique*. *Jurnal Teknologi UTM*. **76(15)**: 125-130.
- Effendi, A. C., dan S. S. Bawono. 1997. Peta Geologi Lembar Manado (Edisi ke 2). Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Hadian, M. S. D, . *et al.*, 2006. Sebaran Akuifer dan Pola Aliran airtanah di Kecamatan Batuceper dan Kecamatan Benda Kota Tangerang, Provinsi Banten. *Jurnal Geosains Indonesia*. **1(3)**: 115-128.
- Manrulu, R. H., Aryadi, N. 2017. Metode Geofisika (Teori dan Aplikasi). Kota Palopo : UNCP Press.

- Murhadi., Perdhana, R., Nasharuddin. 2019. Identifikasi Keberadaan Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus: Desa Clapar Kabupaten Banjarnegara). *Prisma Fisika*. **7(3)**: 331-336.
- Nurfalaq, A. 2015. *Pemodelan Geofisika Explorasi Menggunakan Voxler*. Palopo: Universitas Cokroaminito Palopo.
- Purnama, S., Febriarta E., Cahyadi. A, *et al.*, 2013. Analisis Karakteristik Akuifer Berdasarkan Pendugaan Geolistrik di Pesisir Kabupaten Cilacap Jawa Tengah. *Jurnal Geografi UGM*. **11(22)**: 155-156.
- Sari H. P. R., Agus S., Nurul P. 2022. *Groundwater Distribution and Potency in Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Jember based on 3 Dimensional Resistivity Data Modeling*. *Jurnal UNEJ*. **10(1)**: 32-36.
- Suhendra., Halauddin, Zul Bahrum C., Angglena, M. 2021. *The Model 3D of Aquifer using Vertical Electrical Sounding (VES) Method*. *AIP Conference Proceedings*. 2320(1).
- Sumaryanto, S O. 2021. Identifikasi Potensi Pencemaran Fluida Limbah Dengan Metode Geolistrik Di Kecamatan Tebing Tinggi, Tanjung Jabung Barat.[skripsi]. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Tongkukut S. H. J, As'ari., Maria, D. B., Verna, S., Thevitha, V. 2019. Identifikasi Akuifer di Lahan Pembangunan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah di Desa Ilo-Ilo Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal MIPA UNSRAT Online*. **8(3)**: 177-180.
- Tunena, M., As'ari., Tamuntuan, G. H. 2018. Identifikasi Bidang Gelincir Dengan Eksplorasi Geolistrik Dalam Upaya Mitigasi Bencana Alam Tanah Longsor di Desa Tinoor.[skripsi]. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Viola, T. R., As'ari., Seni, H. J. Tongkukut. 2020. Hidrologi Bawah Permukaan Tanah: Studi Kasus di Lokasi Pra TPA Kawasan Ilo-Ilo Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal MIPA UNSRAT Online*. **9(2)**: 38-41.
- Wenas, A. R., Kandou, G. D., Rombot, D. V. 2015. Hubungan Perilaku Dengan Kejadian Penyakit Tb Paru di Desa Wori Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Kedokteran Komunitas Dan Tropik*. **3(2)**: 83-89.