

Analisis Pengeboran Sedimen Vertikal Danau Limboto di Sekitar Pentadio Resort, Gorontalo

Yusup Igrisa¹⁾, Raghel Yunginger^{1*)}, Indriati Martha Patuti²⁾, Idawati Supu¹⁾, Nurfitri Abd Gafur³⁾, Meilan Demulawa¹⁾, Mohamad Jahja¹⁾, Andi Indra Wulan Sari Ramadani¹⁾, Dewa Gede Eka Setiawan¹⁾

¹Program Studi S1 Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo, Jln. Prof. Dr. Ing. BJ Habibie, Gorontalo, 96554, Indonesia

²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, Jln. Prof. B.J Habibie, Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo, 96554, Indonesia.

³Pusat Riset Lingkungan dan Teknologi Bersih, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Kota Tangerang Selatan, Banten, 15341, Indonesia

*Email korespondensi : raghel@ung.ac.id

Submitted: 30 April 2025; Accepted: 25 Mei 2025

ABSTRACT– Lake Limboto has many environmental problems, including high sedimentation and decreased water quality. Therefore, the degradation of Lake Limboto requires handling from upstream to downstream, especially sediment handling. However, the characteristics of vertical sediments in Lake Limboto have not been studied more comprehensively, so it becomes an obstacle in utilizing Lake Limboto sediments. In addition, the difficulty in analyzing vertical sediments is the sediment drilling technique that can obtain undamaged vertical sediments to be able to analyze environmental changes recorded in the characteristics of vertical sediments. Vertical sediment drilling can identify each layer or composition of sediment. Therefore, the purpose of this study was to determine the vertical sediment drilling technique for Lake Limboto around the Pentadio Resort which is a geothermal water tourism object. The research method uses a survey method and uses a spindle type drilling machine XY-1A. This machine uses a technique with a full coring model that can reach a depth of up to 150 meters. During the drilling process, sediment was obtained which was the material from the erosion of the drill bit (bit), the condition of the sediment in the area where the sample was taken was one of the causes of the use of the right drill bit. The installation of the tool also greatly affects the accuracy of the drill, so the placement of the tool must be leveled first so that the drilling machine tool is stable and has good drilling accuracy, so that the sediment sample produced by the drilling machine remains intact and not damaged.

KEYWORD: Limboto Lake; drilling machine; drilling; vertical sediment.

PENDAHULUAN

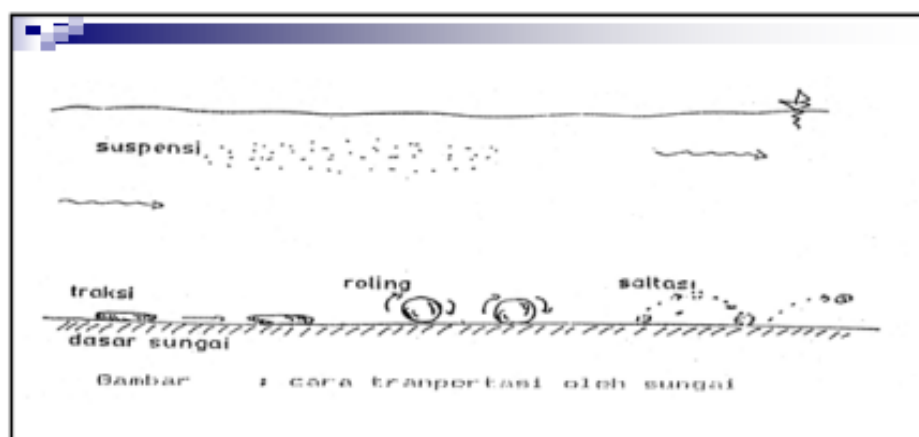
Danau merupakan cekungan pada permukaan bumi yang berisi air sehingga merupakan ekosistem perairan tawar yang tergenang, yang lebih besar dibandingkan dengan kolam (Uno & Thalib, 2020). Danau merupakan tempat berkumpulnya air yang terbentuk secara alami maupun buatan manusia. Air danau berasal dari mata air, air hujan maupun berasal dari sungai-sungai yang ada di sekitar danau dan mengalir menuju danau tersebut.

Danau Limboto merupakan salah satu danau alami yang ada di Sulawesi khususnya di Provinsi Gorontalo, yang memiliki kekayaan alam hayati perikanan, Sehingga dapat memberikan manfaat lebih bagi masyarakat karena sebagian masyarakat yang ada dipesisir danau bekerja sebagai nelayan penangkap ikan di danau sehingga aktivitas ekonomi budidaya perikanan tumbuh pesat di Danau Limboto. Selain itu danau bisa dijadikan sumber irigasi mempermudah para petani untuk mengairi sawah mereka. Oleh karena itu, danau menjadi sumber ekonomi masyarakat yang ada di lingkungan danau (Hasim, 2018).

Danau Limboto memiliki banyak permasalahan lingkungan. Salah satu permasalahan lingkungan yang dihadapi adalah menurunnya kualitas lingkungan perairan. (Uno & Thalib, 2020). Adapun masalah utama yang terjadi di Danau Limboto yaitu sedimentasi yang luas dan pengurangan daerah danau. Proses sedimentasi ini diperkirakan telah dimulai sejak jutaan tahun yang lalu dan mengalami percepatan hingga saat ini (Putra et al., 2013).

Pengendapan sedimen yang terjadi di Danau Limboto dan di daerah sekitar danau telah menjadi permasalahan yang semakin kritis, terutama akibat pengusahaan hutan yang kurang terkontrol di DAS bagian hulu yang berubah menjadi lahan terbuka dan mudah terkikis oleh aliran permukaan (Swignyo & Minarni, 2011). Sedimentasi adalah proses pengendapan material dari keadaan suspensi atau larutan cairan atau udara yang terbawa dorongan gravitasi misalnya endapan talus atau akumulasi puing-puing batuan dasar tebing. Dalam ilmu geologi, sedimentasi merupakan proses penimbunan atau pengendapan material dari hasil pengikisan dan pelapukan air, angin, atau fenomena lain ke suatu tempat umumnya cekungan di dataran rendah, sedimentasi adalah kelanjutan dari proses erosi yang mengendap di suatu wilayah dan endapan ini dapat ditemukan di lembah sungai, pantai, dasar laut dangkal, pegunungan, dan lainnya (Rahmah, 2019).

Transportasi dan pengendapan sedimen dipengaruhi oleh hukum-hukum fisika, terutama peranan fluida dalam transpor sedimen yaitu fluida mentransfer energi untuk partikel-partikel dan bagaimana metode transpor, suspensi dan traksi sedimen. Untuk memindahkan partikel yang tertahan, fluida harus mentransfer energi dalam jumlah yang cukup untuk memaksa partikel-partikel tersebut terlepas dan perpindahan partikel ini bisa dalam bentuk traksi, saltasi, rolling dan sliding. Ilustrasi cara transpor sedimen dapat dilihat dari Gambar 1. Fluida dapat menggerakkan partikel secara langsung dengan berbagai cara diantaranya: 1. fluida "menciptakan kekuatan/energi"; 2. merubah tekanan dalam fluida dan memicu hubungan dengan gelombang; 3. dampak fluida; dan 4. dukungan dari aliran dalam arus (Rifardi, 2008).



Gambar 1 Mekanisme Transport Sedimen (Rifardi, 2008)

Kedalaman perairan sangat menentukan tingkat pengendapan sedimen pada suatu wilayah, semakin dalam perairan maka akan mengalami pengendapan yang semakin lama pula. Jika kedalaman perairan tidak terlalu dalam maka pengendapan akan lebih cepat, terlepas jika pada kawasan tersebut arusnya tergolong lemah. Pengambilan sampel sedimen secara vertikal

bertujuan untuk mengetahui stratifikasi sedimen (Rifardi, 2008). Stratifikasi sedimen merupakan hasil dari penyusunan lapisan partikel yang berupa endapan atau batuan endapan. Setiap lapisan merupakan lapisan yang berbeda dari batuan karena proses akumulasi pada permukaan bumi. Sedangkan pelapisan merupakan hal yang penting pada batuan sedimen. Batuan endapan akan tampak berlapis-lapis karena terlihat adanya perbedaan strata dari lapisan satu dengan lapisan yang lainnya. Umumnya diameter partikel pada tiap lapisan memiliki ukuran yang berbeda. Jadi, dengan pengambilan sedimen secara vertikal kita bisa mengetahui setiap lapisan-lapisan atau susunan sedimen, hal ini dapat mempermudah dalam menganalisa struktur dari setiap lapisan sedimen (Radhista et al., 2013).

Tujuan dalam pengeboran ini untuk mendapatkan informasi tentang komposisi, struktur dan sejarah geologi dari sedimen yang diambil sehingga dapat membantu memahami proses sedimentasi dan untuk mengetahui setiap perubahan lingkungan yang ada disekitar Danau Limboto maka peneliti melakukan pengeboran sedimen secara vertikal menggunakan mesin bor spindel tipe XY-1A (Gambar 2) dengan metode *full coring*. Pengeboran *full coring* adalah metode yang efektif untuk mendapatkan sampel inti yang berkualitas tinggi, memberikan informasi geologi yang sangat berharga. Meskipun biaya dan waktu yang diperlukan cukup tinggi, manfaat yang diperoleh dari analisis inti sering kali sebanding dengan investasi yang dikeluarkan. Metode ini memainkan peran penting dalam berbagai bidang, termasuk eksplorasi mineral, geoteknik, dan penelitian lingkungan (Suhascaryo, 2020). *Full coring* menghasilkan sampel inti yang utuh dan tidak terputus, memberikan informasi yang lebih akurat tentang struktur dan komposisi geologi. Hal ini sangat penting untuk analisis yang mendalam mengenai kondisi bawah permukaan.



Gambar 2 Mesin Bor type Spindel XY-1A

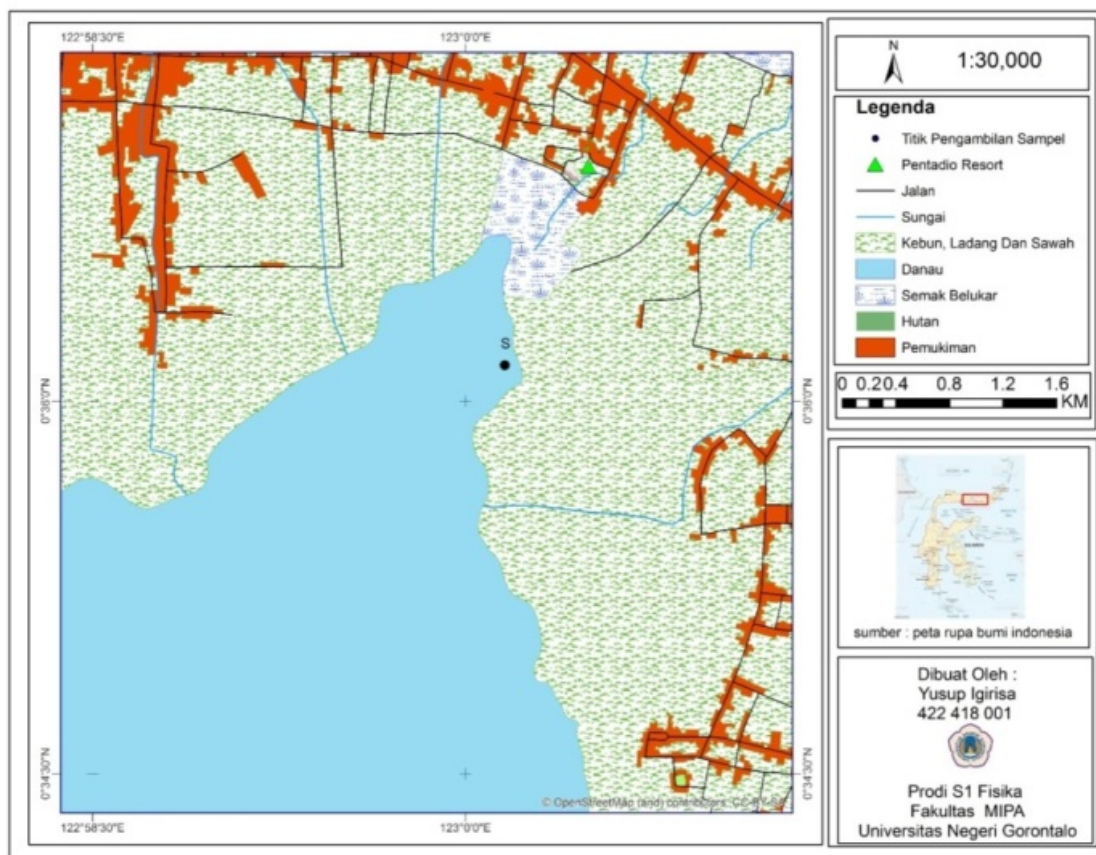
Inovasi di sektor industri elektronik telah menjadi sorotan di tingkat global. Salah satu faktor yang mendorong inovasi tersebut adalah fenomena feroelektrik, yang telah diaplikasikan secara luas di berbagai bidang, termasuk industri dan energi terbarukan (Adnan et al., 2024). Menurut Adnan et al., (2022), sifat material feroelektrik terus diteliti dan dikembangkan karena potensinya untuk diterapkan pada berbagai aplikasi, terutama dalam industri elektronik. Salah satu contoh penerapannya adalah pada produksi kapasitor, komponen elektronik yang mampu menyimpan muatan dan energi (Shahab et al., 2020). Selain perkembangan di sektor elektronik, kemajuan dalam industri katalisis juga didukung oleh pengembangan teknologi material. Katalis memainkan peran penting dalam mempercepat reaksi kimia, terutama dalam produksi bahan kimia dasar yang digunakan di berbagai produk industri (Ramadhanti, 2024).

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Danau Limboto sekitar Pentadio Resort, desa Pentadio Barat, Kecamatan Telaga Biru, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo. Waktu penelitian dilakukan selama 3 hari, pengeboran dilakukan pada 1 titik dengan kedalaman 20 meter. Letak geografis

lokasi pengeboran sedimen vertikal terletak diantara koordinat 123.007297" BT dan 0.610520" LS.



Gambar 3 Peta lokasi pengeboran sedimen vertikal

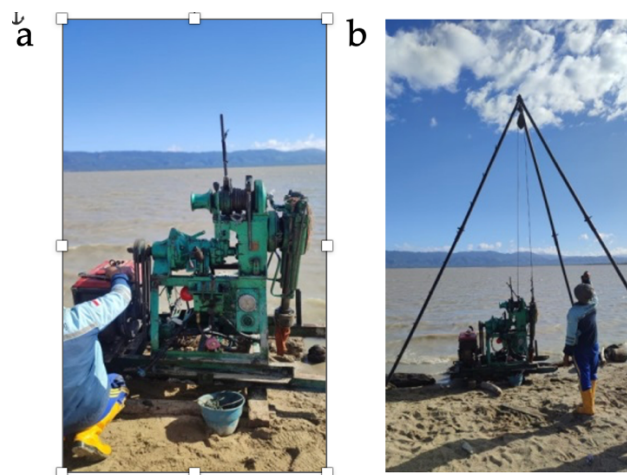
Alat dan Bahan

Beberapa peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya *Global Positioning System* (GPS) yang digunakan untuk menentukan titik koordinat tempat pengambilan sampel, mesin bor type Spindel XY-1A yang digunakan untuk pengeboran sedimen vertikal, *corebox* yang digunakan sebagai tempat penyimpanan sampel yang didapatkan dari hasil pengeboran sedimen vertikal, *bit* (mata bor) yang digunakan untuk memotong material dan mengambil sedimen vertikal, *casing* (tabung) yang digunakan untuk melindungi dinding lubang bor agar tidak runtuh, *rig* pengeboran yang digunakan untuk mengerakkan mata bor ke dalam tanah, *core barrel* (sistem pengangkatan), digunakan untuk menggumpulkan dan mengangkat sampel inti dari dalam lubang bor ke permukaan, *drill pipe* yang digunakan untuk menyambungkan *core barrel* dengan permukaan untuk mengangkat sampel, *sampling tube* digunakan untuk mengambil sampel dengan kedalaman tertentu, mesin kompresor untuk mempermudah mengeluarkan sampel pada *core barrel*, genset yang digunakan sebagai suplay kelistrikan untuk mesin bor, serta bahan berupa bensin sebagai bahan bakar untuk *genset*.

Proses Pengeboran

Sebelum pengeboran dilakukan terlebih dahulu menentukan lokasi titik pengeboran dan membersihkan area pengeboran untuk mempermudah dalam pemasangan alat. Pemasangan alat

dimulai dengan mobilisasi alat ke lokasi pengeboran, dilanjutkan dengan pemasangan alat meliputi pemasangan *rig* pengeboran dan perancangan mesin bor. Pada saat pemasangan alat mesin bor (Gambar 4) terlebih dahulu meratakan tempat untuk alat mesin bor atau dibuatkan dudukan dari batang kayu sehingga alat mesin bor menjadi stabil dan mempunyai akurasi bor yang baik jadi sampel sedimen yang dihasilkan akan tetap utuh dan tidak rusak karena getaran mesin bor dapat mempengaruhi keakuratan lubang bor. Getaran yang berlebihan dapat menyebabkan ketidakakuratan pada posisi lubang bor sehingga membuat sulit untuk mencapai target kedalaman yang diinginkan dan kemudian memasang casing pada titik pengeboran hal ini bertujuan untuk melindungi dinding bor agar tidak runtuh karena tekanan tanah dan air sehingga sampel inti tetap terjaga.



Gambar 4 Pemasangan (a) alat mesin bor, (b) casing dan rig pengeboran.

Pada tahap pengeboran sedimen vertikal dengan metode *full coring*, dilakukan Langkah-langkah sebagai berikut: 1) mata bor dimasukan ke dalam tanah (Gambar 5a) dan mulai berputar untuk memotong material, hal ini dipengaruhi oleh tekanan karena tekanan yang terlalu tinggi atau rendah dapat merusak sampel atau mengubah strukturnya. Tekanan juga dapat membantu menjaga stabilitas dinding lubang tekanan yang tidak mencukupi dapat menyebabkan runtuhnya dinding bor, terutama pada sedimen yang lemah; 2) saat mata bor mencapai kedalaman yang diinginkan, sistem pengangkatan digunakan untuk dapat menarik keluar *core barrel* yang berisi sedimen; 3) sedimen dikeluarkan dari *core barrel* (Gambar 5b) dengan memanfaatkan tekanan dari mesin kompresor agar sampel tidak ada yang tertinggal di dalamnya dan diperiksa kualitasnya. Terdapat dua jenis sampel yang terletak pada *core box* pertama sampel yang dikeluarkan dari *core barrel* berukuran 1,5 meter, dan kedua sampel yang berada pada *sampling tube* berukuran 0,5 meter adalah sampel yang tidak terkontaminasi atau sampel yang di jaga keutuhannya untuk dianalisis lebih lanjut; 4) sedimen kemudian di pindahkan kedalam *core box* untuk dianalisis lebih lanjut; 5) proses ini diulang untuk mencapai kedalaman yang lebih dalam sampai target kedalaman tercapai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dengan menggunakan mesin bor spindel tipe XY-1A dengan pengeboran secara vertikal menghasilkan sampel sedimen yang baik dan utuh seperti yang terlihat pada Gambar 6 kedalaman 20 meter dengan 10 tabung *sampling tube* yang sudah dibungkus bagian atas dan bawah tabung untuk menjaga sampel sedimen didalamnya tetap terjaga keutuhannya serta tidak terkontaminasi dari suhu luar. Dapat dilihat untuk kedalaman 0 sampai 5 meter memiliki jenis sedimen pasir halus, kedalaman 5 sampai 9 memiliki jenis sedimen lempung, kedalaman 9 sampai 15 meter memiliki jenis sedimen lanau pasir halus dan dari 15 sampai 20

meter memiliki jenis sedimen pasir halus. Sampel bijih besi diperoleh dari lokasi pertambangan milik CV. Tala Utama Circle Mining yang terletak di Desa Pemalongan, Kecamatan Bajuin, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan. Proses pemisahan bijih besi dilakukan melalui metode ekstraksi menggunakan teknik pemisahan magnetik, diawali dengan pencucian untuk menghilangkan kotoran berupa tanah yang melekat pada bijih besi. Sampel bijih besi dicuci menggunakan aquademineral dan dikeringkan di bawah sinar matahari. Selanjutnya, sampel dihancurkan menggunakan alat *crusher* untuk mengecilkan ukurannya, kemudian digiling hingga halus menggunakan mesin *tor mill* di Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Banjarbaru. Pemisahan manual dilakukan dengan teknik *magnetic separation* menggunakan magnet batang. Setelah itu, sampel diayak menggunakan saringan berukuran 100 mesh untuk memperoleh partikel dengan ukuran yang lebih halus.



Gambar 5 (a) Proses Pengeboran, (b) Proses Mengeluarkan sampel dari Core Barrel dengan Mesin Kompresor

Sampel sedimen dari hasil pengeboran diatas utuh dan baik namun, ada beberapa diantaranya tidak utuh lagi, hal ini disebabkan oleh jenis sedimennya yang berpasir sehingga pada saat dikeluarkan dari dalam *core barrer* sedimennya menjadi tidak padat atau terpisah dan dari semua sampel pengeboran terdapat susunan, tekstur serta warna sedimen yang berbeda. Keutuhan sampel dapat dipengaruhi oleh getaran pada mesin bor karena getaran mesin yang berlebih dapat mempengaruhi kestabilan dan keakuratan dalam posisi lubang bor jadi untuk mengurangi getaran maka posisi penempatan mesin bor harus diperhatikan dengan baik yaitu dengan membuat bidang yang datar atau dibuatkan dudukannya. Selain getaran mesin bor, tekanan mesin bor yang terlalu tinggi atau rendah dapat merusak sampel atau mengubah struktur lapisan sedimen yang diambil, tekanan dari mesin bor juga dapat membantu menjaga stabilitas dinding lubang bor, tekanan yang tidak mencukupi dapat menyebabkan runtuhnya dinding bor, terutama pada sedimen yang lemah.

Pada saat pengeboran mesin bor beroperasi dengan memutar *drill pipe* yang terhubung pada alat bor rotasi ini menciptakan gaya memutar yang diperlukan untuk memecah dan menembus lapisan sedimen, pengeboran secara vertikal oleh mesin bor untuk menekan alat bor kedalam sedimen, penekanan alat harus diperhatikan agar alat bor dapat berfungsi dengan baik tanpa mengalami kemacetan (Gambar 7). Selain itu, untuk mengeluarkan sampel hasil pengeboran dari dalam core barrel digunakan alat mesin kompresor yang berfungsi memberikan tekanan pada *core barrel* sehingga sampel sedimen yang ada dalam *core barrel* bisa dikeluarkan dengan mudah dan sampel tetap utuh sehingga struktur lapisan sedimennya tetap terjaga dengan baik. Dengan adanya sampel hasil pengeboran secara vertikal dapat mempermudah dalam menganalisis perubahan lingkungan danau.



Gambar 6 Hasil pengeboran sedimen vertikal Danau Limboto di sekitar Pentadio Resort



Gambar 7 Posisi penempatan mesin bor di lokasi penelitian

KESIMPULAN

Pengeboran sedimen di Danau Limboto memberikan wawasan tentang proses sedimentasi dan kondisi perubahan lingkungan disekitar danau. Penelitian ini penting untuk memahami cara pengambilan sampel sedimen secara vertikal dengan menggunakan mesin bor spindel tipe XY-1A dilakukan dengan metode full corring sehingga dapat menghasilkan sampel inti yang utuh dan tidak terputus, jadi susunan sedimen lebih mudah dianalisis. Dengan adanya pengeboran ini dapat mempermudah dalam menganalisis dampak sedimentasi terhadap ekosistem dan memberikan dasar untuk pengelolaan dan konservasi danau sehingga dapat diketahui penyebab perubahan danau.

TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Fisika Universitas Negeri Gorontalo Bapak Drs. Asri Arbie, M.Si yang telah mendukung proses penelitian lebih lanjut. Penelitian ini juga didukung oleh fasilitas riset dan dukungan ilmiah serta teknis dari Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).

DAFTAR PUSTAKA

- Hasim, H. (2018). Perspektif Ekologi Politik Kebijakan Pengelolaan Danau Limboto. *Jurnal Ilmu Administrasi*, 7(1), 44. <https://doi.org/10.31314/pjia.7.1.4452.218>
- Kartion, J. C., & Teruna. (2016). Perhitungan Cadangan Batubara dengan Menggunakan Program Surpac 6.2 Berdasarkan Data Pemboran Pada Pit Vi Di Pt. Unirich Mega Persada (Ump) Site Hajak Kabupaten Barito Utara. *Jurnal Geologi Pertambangan*, 2, 20.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2013). *Dasar-Dasar Pengeboran*. PK, Teknik Pengeboran Migas: Jakarta
- Putra, S. S., Hassan, C., Djudi, & Suryatmojo, H. (2013). Reservoir Saboworks Solutions in Limboto Lake Sedimentations, Northern Sulawesi, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 17, 230–239. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.02.033>
- Radhista, V. R., Siswanto, A. D., & Wahyuni, E. A. (2013). Studi Sebaran Sedimen Secara Vertikal Di Perairan Selat Madura Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Rekayasa*, 6(2), 58–66.

- Rahmah, S. (2019). Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cu Pada Sedimen dan Kerang Darah (Anadara Granosa Linn, 1758) Di Perairan Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 6(1), 22–27. <https://doi.org/10.29103/aa.v6i1.887>
- Rifardi. (2008). Ukuran Butir Sedimen Perairan Pantai Dumai Selat Rupat Bagian Timur Sumatera. *Journal of Enviromental Science*, 2(2), 12–21.
- Suhascaryo, N. (2020). Teknologi Peralatan Teknik Pemboran Pusat Kajian Geoteknologi Mineral LPPM Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. UPN Veteran: Yogyakarta.
- Suwignyo & N., T., Minarni. 2011. Design Bangunan Penangkap Sedimen Danau Limboto. *Jurnal Teknik Sipil KERN*, 1(2) 47–56.
- Uno, W. D., & Thalib, R. (2020). Penyerapan Logam Berat Merkuri (Hg) oleh Bakteri Bacillus Subtillis Pada Sedimen Danau Limboto Absorption Of Heavy Metal Mercury (Hg) By Bacteria Bacillus Subtillis On Limboto Lake Sediment. *Jambura Edu Biosfer Journal*, 2(1), 26560526.