



Analisis Laju Geokimia Penetralan Air Asam Tambang Dengan Metode *Open Limestone Channel* Dan Penambahan Biji Kelor

Sitti Ratmi Nurhawaisiah¹, Alam Budiman Thamsi*², Libis Wardana³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia Makassar, Indonesia

Info Artikel

Diajukan: 04/01/2023

Diterima: 06/04/2023

Diterbitkan: 30/04/2023

Keywords:

Mine acid water; limestone; moringa seeds; XRD; TSS

Kata Kunci:

Air asam tambang; batu gamping; biji kelor; XRD; TSS



Lisensi: cc-by-sa

ABSTRACT

The environmental influence of coal mining activities is one of the changes in soil quality, air quality and surface water. Therefore, this research was carried out to find out whether mine acid water can be neutralized using a passive method by utilizing the Lime Stone Channel system and adding moringa seeds by paying attention to variables that refer to the Constitution, namely pH (acidity), TSS (Total Suspended Solod) and heavy metal parameters of Manganese (Mn) and Iron (Fe). The research method was carried out by analyzing TSS (Total Suspended Solid) physical parameter test data, chemical parameter test data (Fe and Mn), and XRD (Limestone) data. The results of the study showed that it was known that the Open Limestone Channel method and the addition of moringa seeds could neutralize the pH level and the benefits of moringa seeds were functional and useful for reducing or filtering the sludge contained in the samples, as well as limestone samples were useful for filtering or neutralizing the pH level in the mine acid water samples.

ABSTRAK

Pengaruh lingkungan dari kegiatan penambangan batubara adalah salah satu perubahan kualitas tanah, kualitas udara dan air permukaan. Oleh karena itu peneliti ini dilakukan untuk mengetahui apakah air asam tambang dapat dinetralkan menggunakan metode pasif dengan memanfaatkan system Lime Stone Channel dan menambahkan biji kelor dengan memperhatikan variabel yang mengacu pada UUD yakni pH (derajat keasaman), TSS (Total Suspended Solod) dan parameter logam berat Mangan (Mn) dan Besi (Fe). Metode penelitian dilakukan dengan menganalisis data uji parameter fisisk TSS (Total Suspended Solid), data uji parameter kimia (Fe Dan Mn), dan data XRD (Limestone). Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa diketahui bahwa metode Open Limestone Channel dan penambahan biji kelor dapat menetralkan kadar pH dan manfaat dari biji kelor berfungsi dan berguna untuk mengurangi atau memfiltrasi lumpur yang terdapat pada sampel, serta sampel batu gamping berguna untuk memfiltrasi atau menetralkan kadar pH pada sampel air asam tambang.

Corresponding Author:

Alam Budiman Thamsi

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia;
alambudiman.thamsi@umi.ac.id

PENDAHULUAN

Negara Indonesia adalah negara yang memiliki bahan galian yang digunakan sebagai bahan bakar dibidang perindustrian, bahkan kepada masyarakat dijadikan sebagai salah satu kemungkinan untuk pengganti minyak pada kompor mereka. aktivitas penambangan batubara merupakan kegiatan penambangan dengan daya ubah lingkungan yang sangat besar karena segala aktivitas penambangan dilakukan di lingkungan terbuka (Said et al., 2020). Salahsatu pengaruh lingkungan dari aktivitas penambangan batubara adalah perubahan kualitas tanah,



kualitas udara dan air permukaan (Djawad & Kusuma, 2020; Wahyudin et al., 2018). Pada beberapa kasus, aktivitas pertambangan batubara ini banyak lahan-lahan yang ditambang kemudian ditinggalkan begitu saja, yang menyebabkan terbentuknya lubang-lubang dari air tanah yang tercampur dengan batuan yang mengandung sulfida tertentu yang ada dalam batubara, sehingga air tersebut bersifat sangat asam dan biasanya mengandung zat besi (Fe) serta mangan (Mn) dan konsentrasi yang tinggi (Kasmiani et al., 2018). Air asam tambang, bersifat asam dan sering kali mengandung zat padat tersuspensi (*suspended solids*) dengan konsentrasi yang tinggi. Maka harus diolah terlebih dahulu sampai memenuhi standar baku mutu, sesuai dengan peraturan yang berlaku (Arifin et al., 2022).

Air asam tambang menghasilkan endapan baku mutu batubara yang masih memiliki sifat-sifat fisika yang tidak berbeda dengan batubara asalnya, antara lain kandungan kalori yang berharga. Endapan ini sangat digunakan dan dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif melalui pembuatan briket batubara (Juradi et al., 2021). Air asam tambang merupakan air yang terbentuk akibat kegiatan pertambangan terbuka maupun tertutup (bawah tanah) dimana terjadi reaksi antara air, oksigen, dan batuan-batuan yang mengandung mineral-mineral sulfida sehingga menyebabkan terjadinya air asam tambang (Bakri, Anshariah, Firdaus, 2022).

Adapun macam-macam berbagai metode yang dilakukan penelitian secara fisika dan kimia lalu menggabungkan keduanya yang telah lama digunakan untuk menghilangkan zat berbahaya dalam limbah industri penambangan. Contohnya dengan proses pemisahan ion logam berat atau dengan resin penukar ion (*exchange resins*), penyerapan dengan menggunakan karbon aktif, *electrodialysis*, *reverse osmosis*, penambahan koagulan dan kapur (Bakri et al., 2023). Kelor adalah tumbuhan yang digunakan sebagai penetralan penurunan air atau sebagai koagulan di negara tropis (Thamsi et al., 2023). Kelor juga banyak mengandung berbagai zat yang bergizi tinggi, sebagai obat dan bahan baku lainnya (Bakri, Anshariah, Firdaus, Nurwaskito, et al., 2022). Tanaman ini dapat diolah menjadi berbagai obat herbal hingga bahan baku produk perawatan kulit (Nawir et al., 2023).

Lokasi Pengambilan AAT di lakukan tambang batubara Kec. Lamuru Kab. Bone Sulawesi Selatan sedangkan untuk sampel Batu Gamping Kec. Bungoro Kab. Pangkep Sulawesi selatan dan untuk pengambilan Biji Kelor di Kec. Palangga Kab. Gowa. Pengujian sampel untuk dapat mengetahui TSS (*Total Suspended Solid*) dilakukan di Laboratorium Lingkungan, jurusan teknik pertambangan, Fakultas teknologi industri, Universitas Muslim Indonesia Makassar, dan untuk pengujian total Fe dan Mn di Laboratorium Produktivitas & Kualitas Perairan, Makassar. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui unsur kimia pada sampel batu gamping, untuk mengetahui unsur-unsur kimia pada sampel air asam tambang, untuk mengetahui efektivitas *open lime stone channel* dan penambahan biji kelor terhadap proses penetralan air asam tambang.

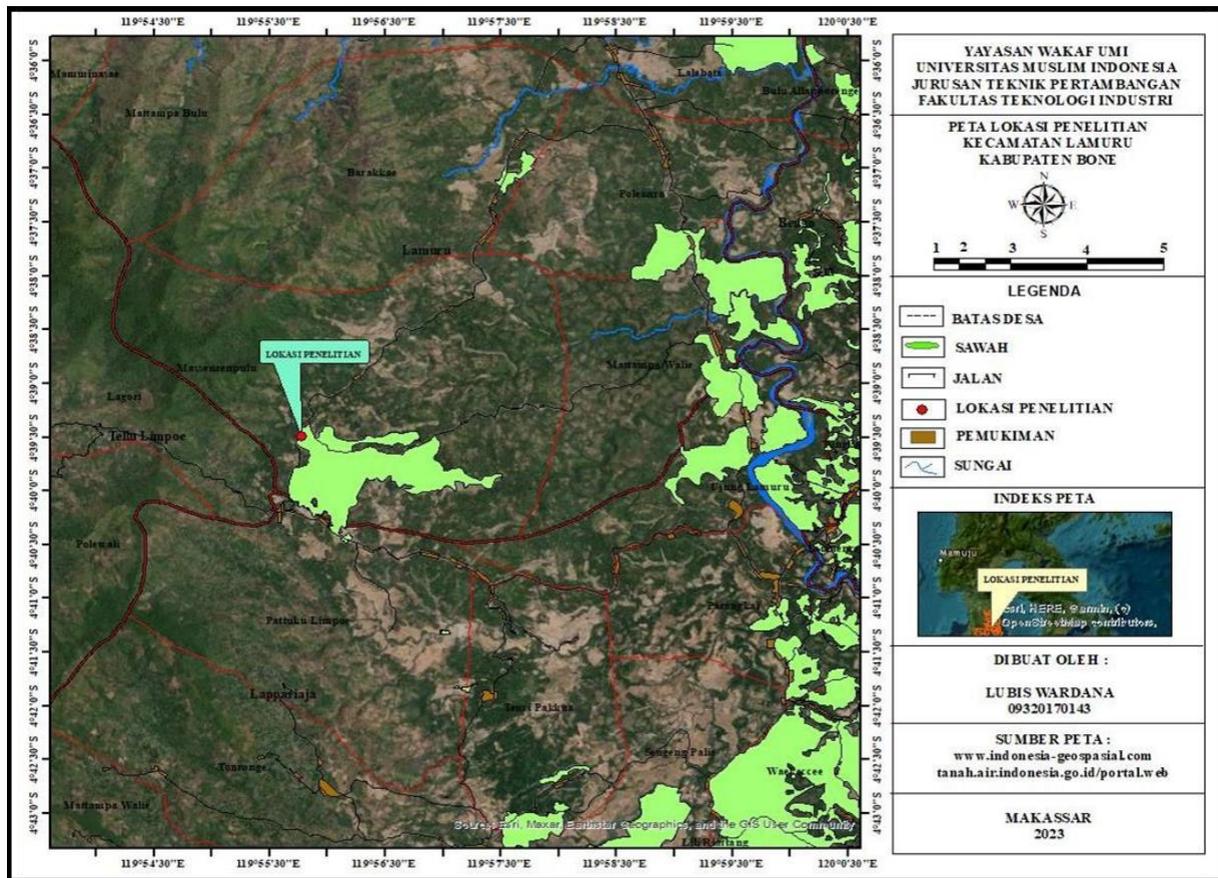
METODE

Pada tahap ini dilakukan pengambilan sampel air asam di lokasi tambang batubara Kec. Lamuru Kab. Bone Sulawesi Selatan sedangkan untuk sampel Batu Gamping Kec. Bungoro Kab. Pangkep Sulawesi selatan dan untuk pengambilan Biji Kelor di Kec. Palangga Kab. Gowa. Sampel yang telah diambil kemudian dilakukan pengujian di Laboratorium Lingkungan Tambang, Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia. Selanjutnya sampel dibawa ke Balai Besar Industri Hasil Perkebunan di Makassar untuk dilakukan analisis untuk kadar Fe dan Mn. Data yang didapatkan dalam penulisan tugas akhir ini diperoleh dari hasil penelitian langsung pada kondisi aktual air asam tambang dengan hasil pengujian setelah pencampuran biji kelor dan data sekunder yang diperoleh dari beberapa referensi lainya. Data Primer

Merupakan data pokok yang diperoleh dari penelitian langsung dari pengujian di laboratorium, tanya jawab dan diskusi dengan berbagai pihak yang mengetahui berbagai pokok permasalahan yang dititik beratkan pada analisis pengolahan air asam tambang menggunakan limestone dan biji kelor. Data pokok yang diambil yaitu Data uji parameter fisik TSS (*Total Suspended Solid*), Data uji parameter kimia (Fe dan Mn), Data XRD (limestone), Dokumentasi kegiatan. Data Sekunder Merupakan data-data pendukung yang didapat dari literatur yang merupakan bahan atau sumber ilmiah yang berkaitan dengan judul penelitian. Data yang didapatkan yaitu Literatur yang didapatkan dari peneliti sebelumnya Peta lokasi daerah pengambilan air asam tambang.

Tahap selanjutnya yaitu Pengolahan dan Analisis Data data yang telah diperoleh baik itu data primer atau data sekunder kemudian diolah dengan menggunakan metode yang tepat sesuai tujuan dari kegiatan penelitian tersebut. Pada tahap ini data yang telah diperoleh dari proses pengujian di laboratorium akan dibandingkan dengan

baku mutu lingkungan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 113 Tahun 2003, perihal baku mutu air limbah kegiatan penambangan batubara ditetapkan beberapa parameter kadar maksimum dari limbah batubara.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

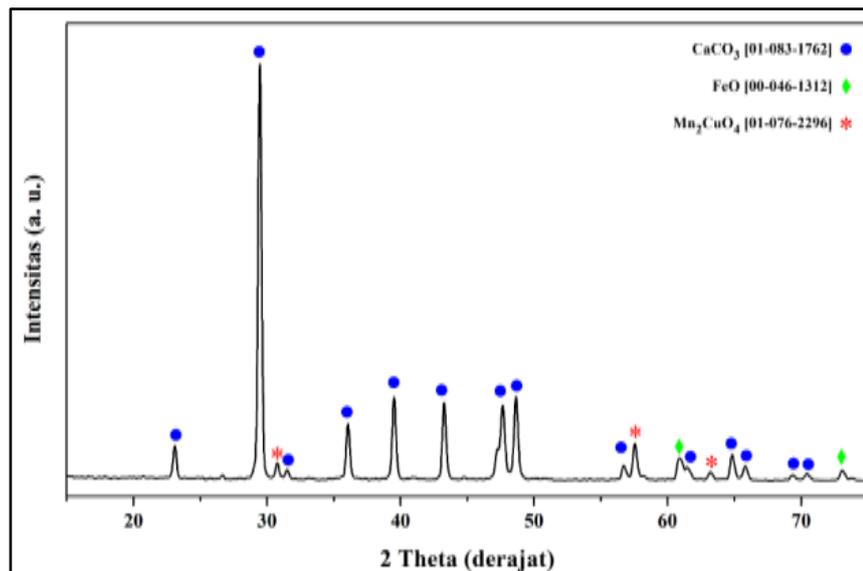
Pengujian sifat kimia dengan menggunakan metode XRD

Pengujian sifat kimia dilakukan dengan menggunakan alat XRD yang berguna untuk mengetahui komposisi dan jumlah senyawa/mineral yang terdapat pada sampel batugamping. Hasil pengujian XRD dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Persentasi komposisi senyawa/mineral yang terkandung pada batu gamping

No.	Senyawa	Nama mineral	Presentase (%)
1	CaCO ₃	Calcite	88,82
2	FeO	Wustie	4,63
3	Mn ₂ CuO ₄		6,55

Hasil uji unsur XRD (Tabel 4.1) menunjukkan bahwa sampel batugamping terdiri atas dominan CaCO₃ yaitu sebanyak 8,88 % dimana hadirnya unsur tersebut sangat berperan penting dalam proses penetralan air asam.



Gambar 2. Grafik hasil analisis XRD dari batu gamping

Kualitas Air dan Unsur Kimia Pada Air Asam

Air asam yang digunakan merupakan air asam tambang batu bara sebanyak 25 liter dengan kadar pH awal 2,28. Air asam batu bara yang digunakan untuk mengalir *open limestone channel* serta penambahan biji kelor secara terus menerus sampai terjadi perubahan pada kualitas air. Serta mengetahui unsur kimia yang terdapat pada air asam tambang berupa Fe, Mn.

pH air asam

Adapun hasil analisa pengukuran pH dilakukan selama 10 hari, dimana pH awal pada sampel air asam tambang yaitu 2,28 ppm. Adapun pengukuran pH tersebut diukur setiap selesai melakukan eksperimen dengan menggunakan metode *open limestone channel* dan penambahan biji kelor sebagai media penetralan air asam tambang. Dari hasil pengukuran pH tersebut dapat disimpulkan bahwa pH pada air asam tambang mengalami perubahan dengan kadar rata-rata pH 6,00 dan dapat dilihat pada table di bawah ini.

Tabel 2. Tabel hasil pengukuran PH

No.	Tanggal	pH
1	19/06/2023	2,28
2	20/06/2023	5,94
3	21/06/2023	6,18
4	22/06/2023	6,42
5	23/06/2023	6,2
6	24/06/2023	6,33
7	25/06/2023	6,71
8	26/06/2023	6,66
9	27/06/2023	6,19
10	28/06/2023	7,02

Hasil Analisa Unsur Fe dan Mn mengunaka Metode AAS

Hasil analisa pada sampel air asam tambang dilakukan untuk mengetahui nilai unsur kimia parameter kandungan Fe dan Mn pada sampel air asam tambang dengan menggunakan metode *Atomic Absotption Spectrofotometri* (ASS) pada laboratorium. Adapun hasilanalisa laboratorium unsur kimia dengan menggunakan

metode (AAS) yaitu Fe (Besi) ppm 123,24. Sedangkan unsurkimia Mn (Mangan) ppm 5,41 dan dapat di lihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Tabel hasil analisis laboratorium unsur kimiadengan menggunakan metode (AAS)

No.	Parameter	Sampel Uji	Satuan
1	Fe (Besi)	123,24	ppm
2	Mn (Mangan)	5,41	ppm

Hasil Analisis Parameter TSS Menggunakan Metode Gravimetri

Hasil pengujian unsur *Total Suspended Solid* (TSS) padaair asam tambang dengan menggunakan ukuran butir air air asam tambang dengan menggunakan metode *gravimetri*

Tabel 4. Parameter TSS dengan menggunakan metodegravimetri

Parameter	Satuan	Sampel Uji	Metode
Total Suspen	ppm	20	Grafimetri

Eksperimentasi Alat Simulasi *Limestone* dan Penambahan Biji Kelor

Alat simulasi pada saluran terbuka batu gamping (*open limestone channel*) dan penambahan biji kelor dibuat dengan menggunakan pipa PVC dalam bentuk setengah lingkaran dengan diameter 3 inci dan memiliki kemiringan 2° serta panjang pipa 1 meter yang terbagi atas 4 segmen yaitu segmen air asam tambang, segmen *limestone* 1, segmen biji kelor, segmen *limestone* 2 dan *outlet*. Bagian pipa diawal berisi air asam tambang yang melewati segmen pertama, kedua, dan ketiga, dimana setiap segmen tersebut berfungsi untuk menetralkan air asam tambang yang selanjutnya mengalir pada outlet. Adapun ukuran butir *limeston* pada segmen pertama yaitu -14+20 mesh, ukuran butir bijih kelor pada segmen kedua yaitu 200 mesh, ukuran butir *limestone* pada segmen ketiga yaitu sama dengan segmen pertama yaitu -14+20 mesh. Adapun kemiringan 2° bertujuan agar debit yang dihasilkan tidak terlalu besar sehingga kontak antara air asam dengan segmen dapat terjadi secara maksimal.

Adapun proses kerja pada alat simulasi ini yaitu dengan mengalirkan air asam dengan debit yang konstan pada *inlet* kemudian akan melewati beberapa segmen. Air asam yang telah melewati segmen tersebut selanjutnya akan menuju outlet yang diberi penampungan berupagelas ukur. Proses sampling air pada outlet akan dilakukan ketika air asam tambang telah mengalami perubahan pH. Adapun data – data yang di ambil pada outlet berupa pH yang bertujuan untuk mengetahui netralnya air asam tambang tersebut.

Hasil Simulasi *Open Limestone Channel* dan Penambahan Biji Kelor

Simulasi *open limestone channel* serta penambaha biji kelor dilakukan untuk mengetahui laju reaksi penetralan, pengaruh *limestone* dan biji kelor terhadap perubahan pH serta mengetahui efektifitas yang di dasarkan pada ukuran butir. Bentuk pengujian pada simulasi ini yaitu pada saluran ini menggunakan batugamping dengan ukuran butir -14 +20 mesh, dan biji kelor yang dihaluskan.

Pada kegiatan simulasi *open limestone channel* dan penambahan biji kelor dilakukan selama 10 hari. Pengambilan sampel air pada *outlet* dilakukan selama 10hari dari tanggal 19 Juni 2023 sampai dengan 28 Juni 2023, dalam hal ini dilakuakn pengambilan sampel setiap hari di *outlet* untuk mengetahui pH dari air asam tambang tersebut. Proses simulasi pada saluran dilakukan selama 240 jam atau selama 10 hari dimana selama masa percobaan ini saluran terus menerus dialiri dengan air asam untuk melihat efesiensi dan masa penetralan. Data awal percobaan menunjukkan pH air 2,28 dimana pada simulasi tersebut pH terus mengalami perubahan sampai proses simulasi berakhir. pH air hasil penetralan pada 24 jam pertama menunjukkan angka 5,98. Adapun pH tertinggi selama proses simulasi berlangsung yaitu terdapat pada tanggal 28 Juni 2023 dengan pH sebesar 7,02. Berdasarkan dari hasil simulasi tersebut dapat disimpulkan bahwa pH air asam tambang menjadi netral selama proses simulasi berlangsung.

SIMPULAN

Dari hasil analisa laboratorium diketahui bahwa sampel batugamping terdiri atas CaCO_3 88.82%, FeO 4.63% dan $\text{Mn}_2\text{C}_4\text{O}_4$ 6.55% dimana diketahui unsur CaCO_3 lebih dominan yaitu dimana unsur tersebut sangat berperan penting dalam proses penetralan air asam. Hasil analisa laboratorium dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) dan *Grafimetri* menggunakan satuan ppm di ketahui bahwa unsur kimia yang terdapat pada sampel air asam tambang dari pengujian adalah unsur besi (Fe) 123,24 ppm dan unsur mangan (Mn) 5,417 ppm. Hasil pengujian dengan menggunakan metode *Open Limestone Channel* dan penambahan biji kelor yang dilakukan selama 10 hari atau selama 240 jam pengujian diketahui bahwa kadar pH pada sampel air asam tambang mengalami perubahan pada kadar, dimana diketahui kadar awal yaitu 2,28 ppm dan hasil rata-rata dari perubahan pH tersebut yaitu 6,00 ppm. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa metode *Open Limestone Channel* dan penambahan biji kelor dapat menetralkan kadar pH dan manfaat dari biji kelor berguna untuk mengurangi atau memfiltrasi lumpur yang terdapat pada sampel, serta sampel batu gamping berguna untuk memfiltrasi atau menetralkan kadar pH pada sampel air asam tambang.

REFERENSI

- Arifin, M., Said, M. S., Yusuf, F. N., Harwan, H., Chalik, C. A., Nurhawaisyah, S. R., Jafar, N., Asmiani, N., Heriansyah, A. F., Ansariah, A., & Budiman, A. A. (2022). Analisis Karakteristik Penetralan Fly Ash Batubara Terhadap Air Asam Dengan Metode Acid Buffer Characteristic Curve. *Jurnal Geomine*, 9(3), 218–228. <https://doi.org/10.33536/jg.v9i3.980>
- Bakri, H., Anshariah, A., Firdaus, F., & ... (2022). Studi Mineralogi Batuan Basal Sebagai Source-rock Bijih Besi Daerah Bontocani Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan. *Jurnal ...* <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JG/article/view/1374>
- Bakri, H., Anshariah, A., Firdaus, F., Nurwaskito, A., Thamsi, A. B., Anwar, H., & Umar, E. P. (2022). Studi Mineralogi Batuan Basal Sebagai Source-rock Bijih Besi Daerah Bontocani Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*, 10(2).
- Bakri, H., Thamsi, A. B., & Sahabuddin, S. (2023). Efisiensi Kerja Pemboran Eksplorasi Pada PT Vale Indonesia: Efficiency of Exploration Drilling Work at PT Vale Indonesia. *Journal of Engineering Science and Technology Applications*, 1(1), 10–16. <https://doi.org/10.58227/JESTA.V1I1.70>
- Djawad, N. A., & Kusuma, G. J. (2020). Simulasi Pengolahan Air Asam Tambang Menggunakan Open Limestone Channel Skala Laboratorium. *Jurnal Geomine*, 8(1), 32–43. <https://doi.org/10.33536/jg.v8i1.418>
- Juradi, M. I., Widodo, S., Anshariah, A., Nawir, A., Umar, E. P., Heriansyah, A. F., Budiman, A. A., F, F., & Thamsi, A. B. (2021). Identifikasi Clay Bands Pada Endapan Batubara Berdasarkan Data Well Logging Di Daerah Nunukan Provinsi Kalimantan Utara. *Jurnal Geomine*, 9(1), 17–24. <https://doi.org/10.33536/jg.v9i1.812>
- Kasmiani, K., Sri Widodo, S. W., & Hasbi Bakri, H. B. (2018). Analisis Potensi Air Asam Tambang Pada Batuan Pengapit Batubara Di Salopuru Berdasarkan Karakteristik Geokimia. *Jurnal Geomine*, 6(3), 138. <https://doi.org/10.33536/jg.v6i3.245>
- Nawir, A., Thamsi, A. B., & MH, M. F. W. (2023). Identification of Andesite Rock Distribution Using Resistivity Geoelectric Method in Tapalang Area of Mamuju District West Sulawesi Province. *International Journal of ...* <http://pasca.unhas.ac.id/ojs/index.php/ijesca/article/view/4894>
- Said, M. S., Nurhawaisyah, S. R., Juradi, M. I., Asmiani, N., & Kusuma, G. J. (2020). Analisis Kandungan Fly Ash Sebagai Alternatif Bahan Penetral Dalam Penanggulangan Air Asam Tambang. *Jurnal Geomine*, 7(3), 170. <https://doi.org/10.33536/jg.v7i3.479>

Thamsi, A. B., Dadi, B. S., & Chalik, C. A. (2023). Studi Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit Menggunakan Metode Inverse Distance Weighted (Idw) Pada PT. Prima Dharma Karsa. *Jurnal Sains Dan Teknologi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri*, 32(2).

Wahyudin, I., Widodo, S., & Nurwaskito, A. (2018). Analisis Penanganan Air Asam Tambang Batubara. *Jurnal Geomine*, 6(2). <https://doi.org/10.33536/jg.v6i2.214>