



Analisis Kandungan Endapan Trass Sebagai Bahan Baku Campuran Semen Tonasa

Muhammad Nur Alif¹, Hasbi Bakri¹

1. Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia

**Email: muhammadnuralif62@gmail.com*

SARI

Trass dapat digunakan untuk bangunan sebagai semen alam, juga dapat dijadikan bahan campuran untuk pembuatan bata. Trass merupakan bahan galian yang sangat mudah kontak dengan air, yang kemudian menjadi keras. Dan kelebihanannya tidak akan tembus air. Penelitian ini bertujuan mengetahui kandungan unsur pada endapan trass dan mendapatkan hasil uji SO_3 endapan tras di PT Cahaya Saga Utama berdasarkan SNI 15-7064-2004. Metode Penelitian yang digunakan adalah studi terapan dan kemudian dianalisis berdasarkan kajian teori-teori yang ada. Teknik pengumpulan data yang meliputi sampling trass dari 3 titik berdasarkan jarak dan akan dianalisis berdasarkan kadar senyawa kimia. Data yang dianalisis menggunakan XRF (*X-Ray Flourescence*) akan dibandingkan dengan standar kualitas trass menurut SNI 15-7064-2004 berdasarkan SO_3 nya dan ASTM C618-92a. Berdasarkan keseluruhan titik pengambilan sampel didapatkan kualitas kadar rata-rata berdasarkan persyaratan ASTM C618-92a sebesar = 72,09% dan SNI 15-7064-2004 kandungan SO_3 dibawah 4% dengan SO_3 rata-rata = 0,173%.

Kata kunci: Endapan *Trass*, SO_3 , Unsur Kimia.

ABSTRACT

*Trass can be used for buildings as natural cement, it can also be used as a mixture for brick making. Trass is a mineral that is very easy to contact with water, which then becomes hard. And the advantage is that it is impermeable to water. This study aims to determine the elemental content of trass deposits and to obtain the results of the SO_3 test of tras deposits at PT Cahaya Saga Utama based on SNI 15-7064-2004. The research method used is an applied study and then analyzed based on a study of existing theories. Data collection techniques that include sampling trass from 3 points based on distance and will be analyzed based on the levels of chemical compounds. The data analyzed using XRF (*X-Ray Flourescence*) will be compared with the standard quality of trass according to SNI 15-7064-2004 based on SO_3 and ASTM C618-92a. Based on all sampling points, the average quality content based on ASTM C618-92a requirements is = 72.09% and SNI 15-7064-2004 SO_3 content is below 4% with SO_3 average = 0.173%.*

Keywords: Trass precipitate, SO_3 , Chemical Elements.



PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki banyak daerah yang memiliki batuan dan mineral yang menarik untuk diteliti, salah satunya adalah Bahan Galian Pozolan (*Trass*) yang berasal dari pelapukan hasil erupsi gunung api. Salah satu daerah yang memiliki *Trass* yaitu Kabupaten Barru. Melihat potensi yang cukup menjanjikan tersebut, pengembangan sumberdaya Pozolan (*Trass*) di Indonesia sudah waktunya untuk dikembangkan, sehingga apabila dikelola dan dimanfaatkan secara tepat akan meningkatkan perekonomian nasional.

Meningkatnya pertumbuhan produksi semen hingga saat ini masih dipengaruhi oleh meningkatnya pembangunan yang dilakukan oleh sektor swasta dan tingginya kebutuhan perumahan bagi masyarakat. Selain itu dengan semakin seringnya pemerintah dalam menjalankan beberapa proyek telah mempengaruhi permintaan semen di dalam negeri. *Trass* termasuk salah satu bahan galian yang digunakan untuk bahan pembuatan semen alam (*hydraulic cement*). *Trass* termasuk dalam golongan bahan galian industri. Selain itu *Trass* digunakan untuk bangunan sebagai semen alam, juga dapat dijadikan bahan campuran untuk pembuatan bata. Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif dan kohesif yang mampu melekatkan fragmen- fragmen mineral menjadi satu massa yang padat.

METODE PENELITIAN

Untuk mendapatkan hasil akhir data yang valid pada penelitian ini dilakukan analisis unsur kimia pada endapan trass dengan menggunakan alat XRF (*X-Ray Fluorescence*) metode yang digunakan harus tersusun dengan baik agar dalam pelaksanaan penelitianpun dapat berlangsung dengan baik. Penelitian ini diawali dengan tahap pertama yaitu pendahuluan yang di lanjutkan dengan tahap mengolah data dan tahap menyusun laporan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengumpulkan informasi-informasi yang menyangkut penelitian, data yang diambil berupa data sekunder yang didapatkan dari jurnal dan prosiding yang berkaitan dengan judul penelitian.

Data primer merupakan data hasil pengamatan kegiatan secara langsung di area tambang seperti dokumentasi kegiatan sebagai referensi dalam memahami segala bentuk kegiatan secara langsung dan *interview* sebagai hasil wawancara tentang hal-hal yang berkaitan masalah pertambangan. Data sekunder adalah data yang diberikan oleh perusahaan yang sesuai dengan hasil kegiatan dan pengamatan langsung di lapangan, dimana data-data tersebut akan digunakan pada saat proses pengolahan data untuk pembuatan peta di PT Cahaya Saga Utama. Teknik pengambilan data, Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan selama 7 hari kerja. Dalam pelaksanaannya penulis melakukan pengamatan langsung pada front penambangan dan pengambilan sampel/informasi dari pembimbing lapangan maupun melalui literatur. Setelah semua data terkumpul, kemudian sampel tersebut dianalisis.

1. Sampel yang telah diambil dari lokasi penelitian diolah dengan menggunakan bantuan alat XRF (*X-Ray Fluorescence*) untuk mengetahui kandungan unsur pada sampel endapan trass. Metode analisis data pada tahap ini yaitu membandingkan persentase unsur SO_3 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 dan SiO_3 .



HASIL PENELITIAN

Trass adalah hasil gunung api yang sifatnya mirip dengan semen karena terkandung bahan pozolanic. *Trass* merupakan salah satu bahan stabilisasi yang tergolong ekonomis karena bahan ini mudah diperoleh dan banyak tersedia di alam serta mengandung silika sebagai bahan tambah stabilisasi

Trass disebut pula sebagai pozolana, merupakan bahan galian yang cukup banyak mengandung silika amorf yang dapat larut di dalam air atau larutan asam. *Trass* (pozolana) pada umumnya terbentuk dari batuan vulkanik yang banyak mengandung felspar dan silika, antara lain *breksi andesit*, *granit*, *rhyolite* yang telah mengalami proses pelapukan. Akibat proses pelapukan, felspar dapat berubah menjadi lempung/kaolin dan senyawa silika amorf. Sebagai bahan bangunan, *Trass* mempunyai sifat-sifat khas, yaitu apabila dicampur dengan kapur padam atau kapur tohor dan air akan mempunyai sifat seperti semen yang akan mengeras pada suhu kamar serta membentuk massa yang padat yang sukar larut dalam air. Sifat ini disebabkan oleh reaksi silika (SiO_2) yang amorf dan oksida alumina (Al_2O_3) di dalam *Trass* yang menjadi bersifat asam.

Menurut proses pembentukannya *Trass* dibedakan menjadi dua jenis yaitu *Trass* alam dan *Trass* buatan. *Trass* alam adalah bahan alam yang merupakan sedimentasi dari abu atau lava gunung berapi yang mengandung silika aktif, yang bila dicampur dengan kapur padam akan mengadakan proses sementasi. Sedangkan *Trass* buatan sebenarnya banyak macamnya, baik merupakan sisa pembakaran dari tungku, maupun hasil pemanfaatan limbah yang diolah menjadi abu yang mengandung silika reaktif dengan melakukan proses pembakaran, seperti abu terbang (*fly ash*), *silika fume*, dan lain-lainnya. *Trass* alam mempunyai mutu, bentuk serta warna yang berbeda-beda antara satu deposit dengan deposit lainnya.

Trass dalam keadaan sendiri tidak memiliki sifat dan karakteristik seperti semen, tetapi apabila direaksikan dengan kapur dan air dalam perbandingan tertentu akan menghasilkan suatu massa yang memiliki sifat-sifat seperti semen yang tidak dapat larut dalam air. Sifat-sifat seperti semen disebabkan oleh senyawa silika aktif dan senyawa aluminat reaktif. Misalnya dalam pemanfaatan *Trass* sebagai pengganti sebagian semen pada pengerjaan beton.

Trass dapat digunakan sebagai bahan tambah campuran mortar dengan komposisi tertentu. Komposisi yang optimal memberikan dampak baik terhadap mortar, menjadikan mortar mudah diaduk, lebih kedap air, dan kuat tekan mortar menjadi lebih kuat. Pemakaian *Trass* sangat menguntungkan karena menghemat semen, dan mengurangi panas hidrasi yang mengakibatkan ratakan serius.

Dari hasil pengujian batu *Trass* di Direktorat Vulkanologi No. Analisis 08/10/LK/1997 menunjukkan komposisi *Trass* adalah SiO_2 46,65 %, Al_2O_3 24,56 %, Fe_2O_3 15,85 %, MgO 1,70 %, CaO 1,28 %.

1. Silikon Oksida (SiO_2)

Pemanfaatan Silikon dioksida (SiO_2) dalam kehidupan sehari-hari sangat sering digunakan. Salah satu manfaatnya adalah digunakan dalam berbagai bidang industri dan kesehatan, sebagai produk anti lembab untuk menyimpan barang-barang agar tahan lama. Selain itu, Silikon dioksida (SiO_2) atau disebut juga dengan nama silika, baik untuk meningkatkan ketahanan tanaman karena silika banyak ditemukan dari unsur-unsur material akibat letusan gunung berapi.

Silikon Dioksida (SiO_2) atau silika merupakan salah satu unsur hara yang dibutuhkan tanaman, terutama padi dan tanaman lain yang bersifat akumulator Si. Silika juga merupakan unsur kedua terbesar di kerak bumi, dan sebagian besar Si terdapat di dalam tanah.

2. Aluminium Oksida (Al_2O_3)

Aluminium oksida (alumina) merupakan katalis asam yang dapat digunakan dalam reaksi *catalytic*



cracking. Di dalam katalis ini, senyawa kimia yang terdapat didalamnya adalah aluminium dan oksigen. Senyawa ini diketahui tahan terhadap suhu yang tinggi sehingga sering digunakan sebagai katalis atau katalis padatan penunjang. Aluminium oksida mempunyai kekerasan alam, relatif stabil pada suhu tinggi, struktur pori-pori yang berukuran besar, mudah dibentuk dan memiliki titik leleh yang tinggi.

3 Besi (III) oksida (Fe_2O_3)

Besi (Fe) berada dalam tanah dan batuan sebagai ferioksida (Fe_2O_3) dan ferihidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_3$). Dalam air, besi berbentuk ferobikarbonat ($\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$), ferohidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_2$), ferosulfat (FeSO_4) dan besi organik kompleks. Air tanah mengandung besi terlarut berbentuk ferro (Fe_2^+). Jika air tanah dipompakan keluar dan kontak dengan udara (oksigen) maka besi (Fe_2^+) akan teroksidasi menjadi ferihidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_3$).

Besi merupakan salah satu zat kimiawi yang dapat ditemukan pada hampir setiap tempat-tempat di bumi, pada semua lapisan geologis dan semua badan air. Pada umumnya, besi yang ada di dalam air dapat bersifat terlarut sebagai Fe_2^+ (fero) atau Fe_3^+ (feri); tersuspensi sebagai butir koloidal (diameter $< 1 \mu\text{m}$) atau lebih besar, seperti Fe_2O_3 , FeO , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan sebagainya; tergabung dengan zat organik atau zat padat yang inorganik (seperti tanah liat). Pada air permukaan jarang ditemui kadar Fe lebih besar dari 1 mg/l, tetapi di dalam air tanah kadar Fe didapatkan jauh lebih tinggi. Konsentrasi Fe yang tinggi ini dapat dirasakan dan dapat menodai kain dan perkakas dapur.

4 Magnesium Oksida (MgO)

Magnesium oksida, atau magnesia, merupakan mineral padat higroskopis putih yang terjadi secara alami sebagai periklas (periclase). Material ini mempunyai konduktivitas stabil pada suhu tinggi, tahan korosi pada suhu tinggi dan tersedia secara melimpah di alam. Sifat-sifat yang terkandung membuatnya banyak dikembangkan untuk industri dan teknologi.

5 Kalsium Oksida (CaO)

Batu kapur merupakan batuan padat yang banyak mengandung kalsium karbona. Kalsium oksida (CaO) merupakan batu kapur yang diperoleh dengan cara dibakar untuk menghasilkan kapur tohor. Secara umumnya batu kapur yang banyak terdapat di alam merupakan batu kapur yang mengandung kristal kalsit. Batu kapur memiliki warna putih, putih kekuningan, abu-abu dan hitam. Pembentukan warna ini tergantung dari campuran yang ada dalam batu kapur tersebut, misalnya : lempung, kwarts, oksida besi, mangan dan unsur organik. Batu kapur terbentuk dari sisa-sisa kerang di laut maupun dari proses presipitasi kimia. Berat jenis batu kapur berkisar 2,6 - 2,8 gr/cm^3 , dalam keadaan murni dengan bentuk kristal kalsit (CaCO_3), sedangkan berat volumenya berkisar 1,7 - 2,6 gr/cm^3 .

Proses Penanganan Sampel

Dari hasil pengamatan di lapangan dan peta geologi, peneliti menentukan titik-titik pengambilan sampel. Sampel ditentukan berdasarkan perbedaan warna bahan galian yang cukup mencolok. Sampel diambil menggunakan metode *pipe sampling*, setelah itu dicatat koordinat pengambilan sampel. Sampel kemudian dimasukkan kedalam plastik sampel berukuran 500 gr.





Gambar 4.2 Sketsa titik pengambilan sampel

Analisa Sampel Menggunakan XRF

1. Preparasi Sampel Sebelum dimasukkan ke dalam alat XRF PANalytical Epsilon 3:
 - a. Sampel dikeringkan
 - b. Sampel dihaluskan menggunakan ayakan ukuran 70 mesh
 - c. Sampel yang telah halus dimasukkan kedalam cup besi untuk di *Press*

Gambar 4.3 Sampel Endapan *Trass* yang Telah Di *Press*

- d. Sampel yang telah di *Press* dimasukkan ke dalam alat XRF PANalytical Epsilon 3.
2. Analisis Hasil

Dari hasil analisis menggunakan XRF dan Setelah diolah dengan aplikasi Epsilon 3 Software maka akan di dapatkan data seperti Al_2O_3 , SiO_2 , SO_3 , Cl , K_2O , CaO , SO_3 dan Fe_2O_3 . Bisa dilihat Tabel 4.1 jumlah persentase kadar yang didapatkan.

Tabel 4.1 Hasil Analisis menggunakan XRF Epsilon 3 Software.

Sampel	Al_2O_3	SiO_2	SO_3	Cl	K_2O	CaO	Fe_2O_3	Unit
1	16.171	47.387	0.186	0.001	3.448	2.659	5.703	%
2	16.933	48.850	0.159	-0.001	3.907	2.967	6.502	%
3	19.469	48.038	0.174	0.000	4.148	2.339	7.228	%

Berikut hasil pengujian sampel 1 sampai dengan sampel 3 yang diambil hanya dari 4 parameter uji, yaitu kadar dari senyawa SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SO_3

Tabel 4.2 Hasil Analisis Unsur Kimia Untuk Pembuatan Semen Portland



No Sampel	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Jumlah Al ₂ O ₃ + SiO ₂ + Fe ₂ O ₃	SO ₃ (%)
1	16.171	47.387	5.703	69.261	0.186
2	16.933	48.850	6.502	72.285	0.159
3	19.469	48.038	7.228	74.735	0.174

Dari hasil tabel 4.2 kadar kualitas tras berdasarkan persyaratan SNI 15-7064-2004 Syarat kimia yang digunakan sebagai acuan pada pembuatan semen portland komposit pada Semen Tonasa sudah sesuai dengan standar yang dimana kandungan dari SO₃ tidak melebihi 4%.

Pengaruh Kandungan Sulfur Trioksida (SO₃) Dalam semen.

1. Dalam Jumlah yang tinggi akan mengakibatkan waktu pengikatan/pengerasan yang lama (*long setting*), begitu juga sebaliknya.
2. Dalam jumlah yang tinggi akan mengakibatkan terjadinya pemuai pada semen
3. Dalam jumlah yang optimum akan memberikan kontribusi yang positif terhadap perkembangan kuat tekan mortar seme

Berdasarkan hasil pengujian 3 sampel didapatkan kualitas *Trass* pada daerah penelitian yang dimana sampel 2 dan 3 telah memenuhi persyaratan ASTM C618-92a, yaitu $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 > 70\%$. Sedangkan sampel 1 $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 < 70\%$ tidak memenuhi persyaratan, banyak faktor yang dapat mempengaruhi tidak tercapainya kualitas salah satunya yaitu adanya kontaminasi tanah penutup (top soil) pada saat pengambilan sampel.

1. Tingginya kadar Al₂O₃ akan sangat mempengaruhi nilai *alumina modulus* (AM). Jika kadar rendah maka nilai AM yang dihasilkan pun rendah. Begitu pula sebaliknya, jika kadar Al₂O₃ tinggi maka nilai AM yang dihasilkan juga tinggi. Nilai AM yang rendah akan mempengaruhi kuat tekan awal semen rendah pada umur 3-7 hari. Al₂O₃ berperan sebagai penurun titik leleh campuran bahan-bahan baku.
2. Tingginya kadar SiO₂ akan sangat mempengaruhi nilai *silica modulus* (SM). Jika kadar SiO₂ > 40%, maka akan didapatkan nilai kuat tekan beton lebih tinggi daripada kandungan silika yang lebih kecil. Kadar SiO₂ 20% - 40%, maka akan didapatkan nilai kuat tekan beton lebih rendah kadar SiO₂ < 20%, maka akan didapatkan nilai kuat tekan beton paling rendah. Dalam semen SiO₂ selalu terdapat dalam keadaan berikatan dengan CaO.
3. Seperti yang diketahui kandungan air laut sebagian besar adalah larutan garam, sedangkan ion utama dari air laut pada saat analisa adalah Cl. Sehingga ditemukannya Cl pada endapan trass karena terbawah air hujan dan lokasi tambang yang berdekatan dengan laut.
4. K₂O umumnya berasal dari dekomposisi mineral-mineral tanah liat yaitu kelompok illit dengan jumlah yang relative kecil. Kalsium merupakan pembentuk mineral potensial tetapi sebagai fluks saja.
5. Dalam Pembuatan semen CaO merupakan oksida terpenting, sebab disamping merupakan senyawa yang terbesar jumlahnya merupakan senyawa berekasi dengan senyawa-senyawa silikat, aluminat dan besi membentuk senyawa potensial penyusun senyawa semen. Kandungan *Gypsum* (CaO) pada pembuatan semen secara berlebihan akan menimbulkan kerugian pada sifat ekspansi (keretakan semen) dan menurunkan kuat tekan



6. Penambahan aditif batu kapur yang semakin besar pada *blended cement*, maka kadar Fe_2O_3 yang diperoleh semakin rendah. Hal ini disebabkan karena pada semen, kandungan Fe_2O_3 juga rendah. Di samping itu Al_2O_3 , Fe_2O_3 , dan CaO akan membentuk senyawa kalsium alumina ferrit (C_4AF) yang akan dapat mempengaruhi warna pada *blended cement*. Penentuan kadar Al_2O_3 tidak ada batasan khusus yang diberikan SNI 15-7064-2004, karena penentuan kadar Fe_2O_3 dimaksudkan untuk mencapai target semen yang akan diproduksi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan alat XRF PANalytical Epsilon 3 didapatkan kadar kualitas rata-rata di PT Cahaya Saga Utama sebesar $\text{SiO}_2 = 48,09\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 17,52\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 6,47\%$ $\text{Cl} = 0\%$, $\text{K}_2\text{O} = 3,83\%$ dan $\text{CaO} = 2,65\%$

Berdasarkan keseluruhan titik pengambilan dampel didapatkan kadar kualitas rata-rata berdasarkan persyaratan ASTM C618-92^a sebesar 72,09% dan kandungan trass yang didapatkan untuk memenuhi spesifikasi dari perusahaan yaitu SNI 15-7064-2004 dengan kandungan SO_3 dibawah 4% dengan SO_3 rata-rata 0,173%

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada seluruh civitas akademika Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Muslim Indonesia yang telah memberikan banyak bantuan dan dorongan.

REFERENSI

- Aswan, A., Syakdani, A., Manggala, A., Monika, I. dan Cendani, M. D. (2021) 'Menggunakan Katalis Aluminium Oksida Dan Zeolit Pada Multistage Separator', *Jurnal Kinetika*, 12(02), pp. 51–57.
- Bosowa, P. L. P. S. (2010) 'Pengaruh Kandungan SO_3 Terhadap Kuat Tekan Mortar', 04(01), pp. 1–15.
- Faqih, N. dan Ahmad, C. (2014) 'Tinjauan Pemanfaatan Trass Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton', *Jurnal PPKM*, pp. 131–136.
- Febrina, A. dan Astrid, A. (2014) 'Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik', *Jurnal Teknologi*, 7(1), pp.
- Fuadi, N. dan Amir, A. A. (2020) 'Analisis kandungan Silika (SiO_2) Pada Butuan Green Tuff Dengan Metode Gravimetrik', *Jambura Physics Journal*, 2(2), pp. 54–64.
- Hepiyanto, R. dan Arif, S. (2019) 'Pengaruh Variasi Penambahan Abu Serbuk Gergaji Kayu Pada Pasta Semen Terhadap Uji Bahan Semen', *Rang Teknik Journal*, 2(1), pp. 95–98.
- Megawati, M., Alimuddin. dan Kadir, L. A. (2019) 'Komposisi Kimia Batu Kapur Alam dari Industri Kapur Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara', *Saintifik*, 5(2), pp. 104–108. doi: 10.31605/saintifik.v5i2.230.
- Nurokhman (2020) 'Pemanfaatan Serbuk Halus Tras Asal Kulon Progo Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Mortar', *CivETech*, 15(2), pp. 44–59. doi:



10.47200/civetechn.v15i2.721.

- Nurzam, F. hafiz dan Anaperta, Y. M. (2020) 'Analisis Potensi Batuan *Trass* (Pozolan) Untuk Bahan Baku Pembuatan Semen di PT . Bumi Hijau Citra Andalas Site Batu', *Jurnal Bina Tambang*, 5(1), pp. 106–115.
- Nur, R. R., Hartanti, F. D. dan Sutikno, J. P. (2015) 'Studi Awal Desain Pabrik Semen Portland dengan Waste Paper Sludge Ash sebagai Bahan Baku Alternatif', *Jurnal Teknik ITS*, 4(2), pp. 164–168.
- Purnawan, I. dan Prabowo, A. (2018) 'Pengaruh Penambahan Limestone terhadap Kuat Tekan Semen Portland Komposit', *Jurnal Rekayasa Proses*, 11(2), p. 86. doi: 10.22146/jrekpros.31136.
- Rosma, D. dan Pratapa, S. (2015) 'Analisis Kristalinitas Serbuk Magnesium Oksida Hasil Sintesis Metode Logam-Terlarut Asam', *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 4(1), pp. 4–7.
- Subari dan Hidayati, S. (2010) 'Penggunaan Tras Sukabumi Untuk Bahan Bangunan Beton Jenis Paving Dan Conblock', *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 06(2), pp. 100–107.
- Tjokrodinuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Nafiri. Yogyakarta.
- Zurdi, R. A. dan Fadhilah (2021) 'Industri Semen Berdasarkan Sifat Fisik Dan Kimia Di Po. Joni Efendi, Kabupaten Padang Pariaman, Provinsi Sumatera Barat', *Bina Tambang*, 6(4), pp. 166–174.