



PENGARUH PENGGUNAAN RED MUD DAN FLY ASH TERHADAP BERAT VOLUME DAN KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI (*HIGH STRENGTH CONCRETE*)

Louis Daniel^{1*}, Erwin Sutandar², Asep Supriyadi³
^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura
¹louisdanielcivil@gmail.com

Abstract

West Kalimantan is one of the provinces in Indonesia with the largest bauxite production. The processing of bauxite generates large amounts of waste in the form of fly ash and red mud. Reducing waste from the bauxite mining industry is a significant challenge in minimizing negative environmental impacts. An effort to address this issue is by utilizing fly ash and red mud as cement substitution materials in high-strength concrete. This research method includes material characterization testing, mix design planning based on SNI 03-6468-2000, specimen preparation, and specimen testing. The objective of this study is to determine the effect of using fly ash and red mud on the physical and mechanical properties of high-strength concrete. The compositions used were 10% fly ash and red mud variations of 0%, 5%, 10% and 15% of the cement weight. The optimum compressive strength obtained in this research was found in the variation with 5% red mud dan 5% fly ash, resulting in a compressive strength of 53,264 MPa at the age of 28 days.

Keywords: Fly Ash, High Strength Concrete, Red Mud

Abstrak

Kalimantan Barat adalah salah satu provinsi penghasil bauksit terbanyak di Indonesia. Pengolahan bauksit akan menghasilkan limbah berupa abu terbang (*fly ash*) dan *red mud* dalam jumlah yang sangat besar. Pengurangan limbah dalam industri tambang bauksit tentunya menjadi sebuah tantangan dalam mengurangi efek negatif terhadap lingkungan. Upaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan memanfaatkan abu terbang (*fly ash*) dan *red mud* sebagai bahan substitusi semen pada beton mutu tinggi (*high strength concrete*). Metode penelitian ini meliputi pengujian karakteristik material, perencanaan campuran berdasarkan SNI 03-6468-2000, pembuatan benda uji, serta pengujian benda uji. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu terbang (*fly ash*) dan *red mud* terhadap berat volume dan kuat tekan pada beton mutu tinggi (*high strength concrete*). Komposisi yang digunakan adalah abu terbang (*fly ash*) 10% dari berat semen dan variasi *red mud* 0%, 5%, 10% dan 15% dari berat semen. Hasil kuat tekan optimum yang didapat pada penelitian ini berada pada variasi *red mud* 5% dan abu terbang (*fly ash*) 10% dengan hasil kuat tekan sebesar 53,264 MPa pada umur 28 hari.

Kata Kunci: Abu Terbang (*Fly Ash*), Beton Mutu Tinggi, *Red Mud*

Article History

Received: March 2026
Reviewed: March 2026
Published: March 2026

Plagiarism Checker No 235

Prefix DOI :

[10.8734/Kohesi.v1i2.365](https://doi.org/10.8734/Kohesi.v1i2.365)

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki sumber daya alam yang sangat melimpah. Bauksit adalah sumber daya alam yang jumlahnya cukup melimpah di Indonesia. Kalimantan Barat adalah salah satu daerah penghasil bauksit dengan jumlah yang banyak. PT Indonesia Chemical Alumina adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri pertambangan dan pengolahan mineral bauksit. PT Indonesia Chemical Alumina terletak di Tayan Hilir, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat, Indonesia.

Pengolahan bauksit dilakukan melalui proses bayer yang akan menghasilkan limbah lumpur halus berwarna merah kecokelatan atau yang disebut *red mud*. Selain itu, proses pengolahan bauksit menjadi alumina membutuhkan energi dalam jumlah yang besar, kebutuhan energi dari pabrik untuk mengolah bauksit tersebut berasal dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) batu bara. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang ada di Tayan ini digunakan oleh perusahaan untuk menyediakan pasokan listrik untuk perusahaan tersebut.

Pengurangan limbah dalam industri tentunya menjadi tantangan yang akan menjadi besar jika tidak ditanggulangi dengan baik. Oleh karena itu, penggunaan *red mud* dan abu terbang (*fly ash*) sebagai bahan substitusi terhadap semen dapat menjadi salah satu solusi ke depannya terutama dalam mengurangi limbah yang dihasilkan dari industri tambang bauksit.

Rumusan masalah dari penelitian adalah sebagai berikut:

- Bagaimana pengaruh penggunaan *red mud* dan abu terbang (*fly ash*) terhadap berat volume dan kuat tekan pada beton mutu tinggi?
- Berapa variasi optimum penggunaan *red mud* dan abu terbang (*fly ash*) dalam campuran beton mutu tinggi?

Tujuan penelitian dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Menganalisis pengaruh penggunaan *red mud* dan abu terbang (*fly ash*) terhadap berat volume dan kuat tekan pada beton mutu tinggi.
- Mengetahui variasi optimum penggunaan *red mud* dan abu terbang (*fly ash*) dalam campuran beton mutu tinggi.

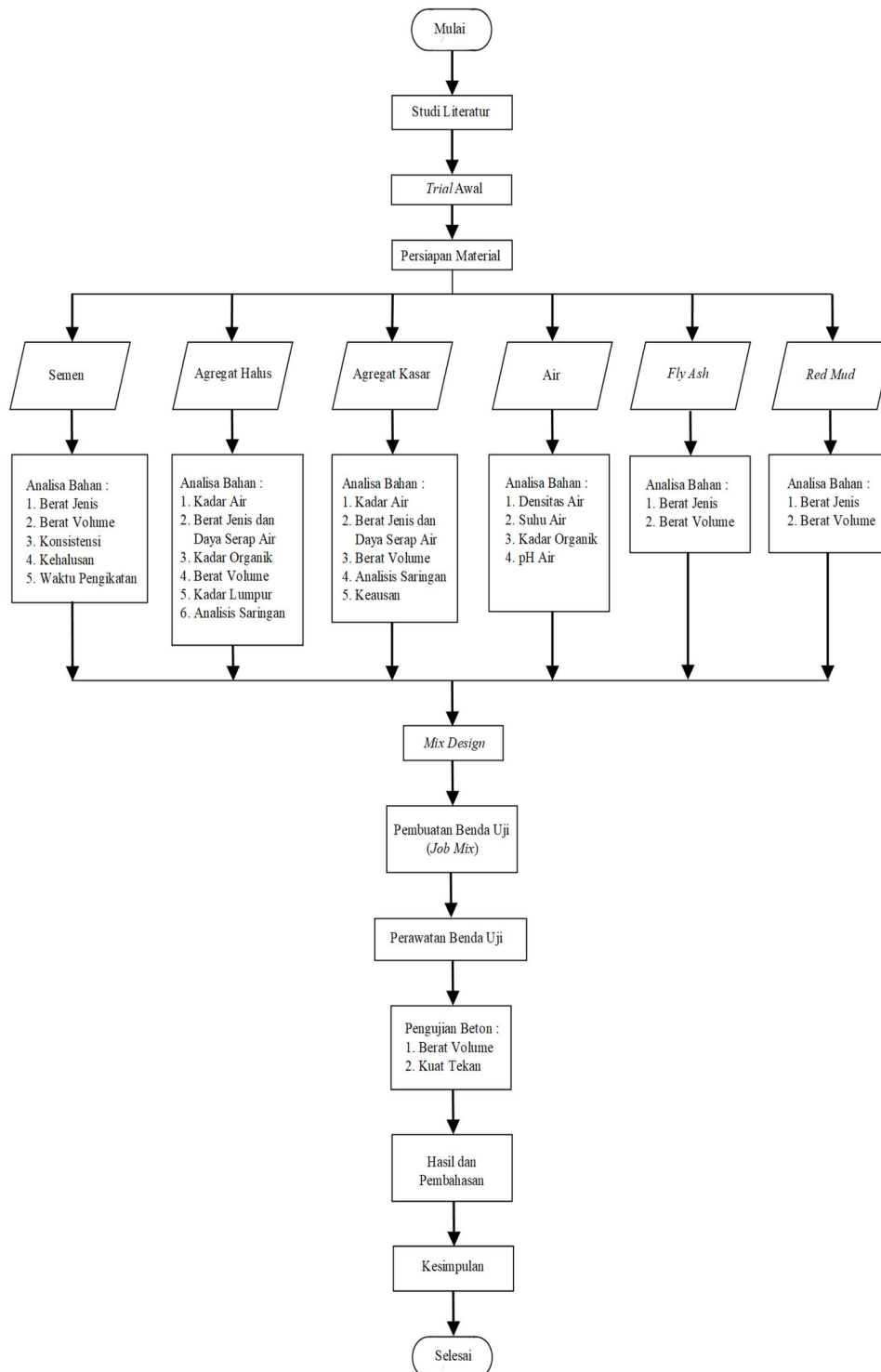
2. METODE PENELITIAN

Metodologi Adapun metode studi eksperimental adalah metode yang digunakan dalam penelitian ini. Pelaksanaan dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura. Secara garis besar tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Studi Literatur
- Analisa Material
- Mix Design*
- Pembuatan Benda Uji (*Job Mix*)
- Pengujian Berat Volume
- Pengujian Kuat Tekan



Adapun tahapan penelitian ini disajikan dalam bentuk diagram alir, seperti pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Material

Sebelum melakukan pengecoran, dilakukan terlebih dahulu analisa bahan terhadap material yang digunakan sebelum dijadikan campuran beton. Analisa bahan dilakukan terhadap bahan semen, agregat halus, agregat kasar, air, *red mud*, dan *fly ash*. Adapun rekap analisa bahan yang telah dilakukan dapat dilihat pada **Tabel 1**.



Tabel 1. Rekap Hasil Analisa Material

Material	Pengujian	Hasil	Satuan
Semen	Berat Jenis	3,062	-
	Berat Volume	1251,534	kg/m ³
	Konsistensi Normal	26	%
	Waktu Ikut	200	menit
Agregat Kasar	Kadar Air	0,301	%
	Berat Jenis Semu	2,681	-
	Penyerapan Air	0,700	%
	Berat Volume	1371,125	kg/m ³
	Kadar Lumpur	0,700	%
	Keausan	15,400	%
Agregat Halus	Kadar Air	1,523	%
	Berat Jenis Semu	2,665	-
	Penyerapan Air	1,071	%
	Berat Volume	1553,908	kg/m ³
	Kadar Lumpur	1,000	%
	<i>Fine Modulus</i>	2,546	-
Air	Densitas	0,985	gr/mL
	Suhu	30,5	°C
	Kadar Organik	48	ppm
	pH	7,54	-
Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>)	Berat Jenis	2,394	-
	Berat Volume	783,659	kg/m ³
<i>Red Mud</i>	Berat Jenis	3,019	-
	Berat Volume	1196,111	kg/m ³

3.2. Proporsi Campuran

Perencanaan komposisi campuran dilakukan berdasarkan SNI 03-6468:2000. Penelitian ini menggunakan variasi *red mud* sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% sebagai substitusi terhadap semen. Sedangkan untuk penggunaan *fly ash* sebesar 10% sebagai substitusi terhadap semen. Untuk mendapatkan proporsi campuran 1 m³, digunakan metode volume absolut dengan cara mengoreksi jumlah agregat halus. Proporsi campuran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Proporsi Campuran per m³

Material (kg)	Variasi				
	V1	V2	V3	V4	V5
Semen	539,8	485,8	458,8	431,8	404,8
Pasir	665,9	660,3	660,0	659,6	659,3
Batu			909,33		
Air			211,83		
<i>Fly Ash</i>	0,0		53,9		
<i>Red Mud</i>	0,0		26,9	53,9	80,9
<i>Superplasticizer</i>			4,3		



Keterangan:

- V1 = variasi abu terbang (*fly ash*) 0% + *red mud* 0% terhadap berat semen V1
 V2 = variasi abu terbang (*fly ash*) 10% + *red mud* 0% terhadap berat semen V1
 V3 = variasi abu terbang (*fly ash*) 10% + *red mud* 5% terhadap berat semen V1
 V4 = variasi abu terbang (*fly ash*) 10% + *red mud* 10% terhadap berat semen V1
 V5 = variasi abu terbang (*fly ash*) 10% + *red mud* 15% terhadap berat semen V1

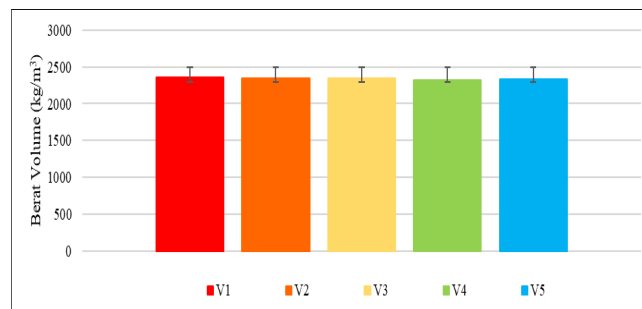
3.3. Pengujian Berat Volume

Hasil berat volume dilakukan dengan pengujian sampel silinder berukuran 10 cm x 20 cm sebanyak 3 sampel beton.

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Volume

Variasi	Hasil (kg/m ³)
V1	2.353,371
V2	2.351,249
V3	2.345,944
V4	2.325,784
V5	2.327,906

Gambar 2. Diagram batang pengujian berat volume



Nilai berat volume pada V1 sebesar 2.353,371 kg/m³. Pada pengujian berat volume didapat bahwa V2 dengan berat volume 2351,249 kg/m³ dengan pengurangan pasir sebanyak 0,85% dari V1, V3 dengan berat volume 2345,784 kg/m³ dengan pengurangan pasir sebanyak 0,90% dari V1, V4 dengan berat volume 2325,784 kg/m³ dengan pengurangan pasir sebanyak 0,95% dari V1, dan V5 dengan berat volume 2327,906 kg/m³ dengan pengurangan pasir sebanyak 1,00% dari V1.

Berdasarkan **Gambar 2**, dapat dilihat bahwa adanya kecenderungan penurunan berat volume seiring bertambahnya variasi campuran, meskipun penurunannya tidak signifikan dan masih berada dalam standar yang ditetapkan. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan variasi material dalam campuran belum memberikan perubahan yang drastis terhadap berat volume beton.

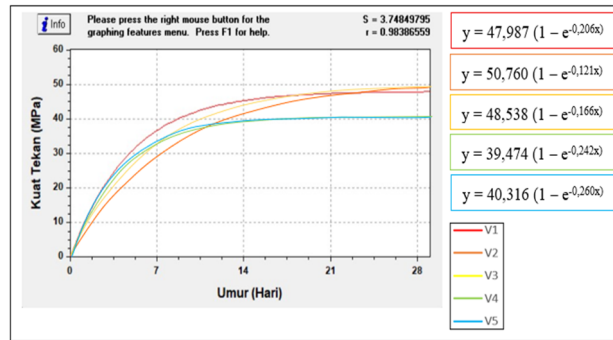
3.4. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton normal dilakukan mengikuti standar acuan SNI 1974:2011. Pengujian setiap umur beton berjumlah 3 sampel dan ukuran silinder yang digunakan adalah 10 x 20 cm.

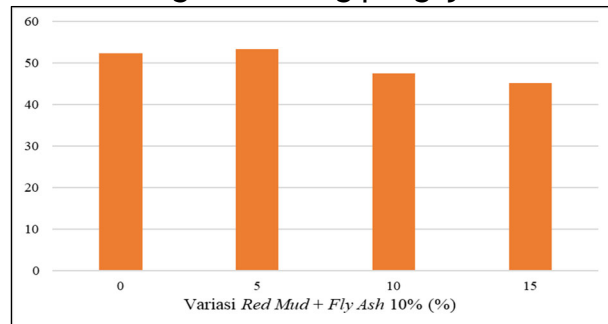
Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Variasi	Kuat Tekan (MPa)				
	3 Hari	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari
V1	26,314	34,165	41,805	46,261	52,203
V2	22,069	28,011	36,287	45,412	52,203
V3	25,147	31,407	38,515	45,624	53,264
V4	25,465	30,558	35,651	42,017	47,428
V5	25,253	31,194	34,165	40,531	45,200

Gambar 3. Grafik hubungan umur dan kuat tekan



Gambar 4. Diagram batang pengujian kuat tekan



Berdasarkan gambar 4, kuat tekan V1, V2 dan V3 memiliki nilai kuat tekan yang nilainya tidak berbeda signifikan, sedangkan kuat tekan mulai mengalami penurunan pada V4 dan V5. Kuat tekan V3 menjadi campuran terbaik dibanding campuran lainnya karena memiliki nilai kuat tekan yang mendekati V1. Hal tersebut mengindikasikan bahwa campuran abu terbang (*fly ash*) 10% dan *red mud* 5% memberikan reaksi pozolan yang optimum. Sedangkan untuk V4 dan V5 mengalami penurunan kuat tekan yang cukup signifikan dan tidak mencapai kuat tekan minimum yang akan dicapai. Hal tersebut berarti bahwa kandungan *red mud* sudah mencapai kadar maksimum pada campuran beton.

KESIMPULAN

Pengujian berat volume didapat bahwa V2 dengan berat volume 2351,249 kg/m³ dengan pengurangan pasir sebanyak 0,85% dari V1, V3 dengan berat volume 2345,784 kg/m³ dengan pengurangan pasir sebanyak 0,90% dari V1, V4 dengan berat volume 2325,784 kg/m³ dengan pengurangan pasir sebanyak 0,95% dari V1, dan V5 dengan berat volume 2327,906 kg/m³ dengan pengurangan pasir sebanyak 1,00% dari V1. Selain itu, variasi 3 menjadi variasi dengan kandungan maksimum untuk penggunaan abu terbang (*fly ash*) dan *red mud* sebagai bahan substitusi terhadap semen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Fitri Febrianti, T. Anita Zaharah, A. Jurusan Kimia, and F. Universitas Tanjungpura, "SINTESIS ZEOLIT A BERBAHAN DASAR ABU TERBANG (FLY ASH) LIMBAH PT. INDONESIA CHEMICAL ALUMINA (ICA) MENGGUNAKAN METODE ALKALI HIDROTERMAL (SYNTHESIS OF ZEOLITE A BASE ON FLY ASH WASTE PT. INDONESIA CHEMICAL ALUMINA (ICA) USING HYDROTHERMAL ALKALINE METHOD)," 2022. [Online]. Available: <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/IJoPAC>
- [2] W. Rossalina, T. A. Zaharah, and I. Silalahi, "Komposisi Unsur dan karakterisasi Mineral Magnetik dalam Red Mud, Residu Bauksit di PT Indonesia Chemical Alumina (ICA) Kalimantan Barat," 2021.



- [3] C. Venkatesh, N. Ruben, and M. S. R. Chand, "Red mud as an additive in concrete: comprehensive characterization," *Journal of the Korean Ceramic Society*, vol. 57, no. 3, pp. 281-289, May 2020, [doi:10.1007/s43207-020-00030-3](https://doi.org/10.1007/s43207-020-00030-3)
- [4] H. Harjunan, I. Lakawa, H. Hujiyanto, and V. A. Ilham, "Pengaruh Penambahan Bottom Ash Dan Fly Ash Sebagai Bahan Substitusi Campuran Beton," *Sultra Civil Engineering Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 133-139, Oct. 2023, [doi:10.54297/sciej.v4i2.526](https://doi.org/10.54297/sciej.v4i2.526).
- [5] R. Fitri Febrianti, T. Anita Zaharah, A. Jurusan Kimia, and F. Universitas Tanjungpura, "SINTESIS ZEOLIT A BERBAHAN DASAR ABU TERBANG (FLY ASH) LIMBAH PT. INDONESIA CHEMICAL ALUMINA (ICA) MENGGUNAKAN METODE ALKALI HIDROTHERMAL (SYNTHESIS OF ZEOLITE A BASE ON FLY ASH WASTE PT. INDONESIA CHEMICAL ALUMINA (ICA) USING HYDROTHERMAL ALKALINE METHOD)," 2022. [Online]. Available: <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/IJoPAC>
- [6] F. Adibroto, E. Suhelmidawati, A. Azhar, and M. Zade, "Eksperimen Beton Mutu Tinggi Berbahan Fly Ash sebagai Pengganti Sebagian Semen," *JIRS*, vol. 1, 2018.
- [7] W. Rossalina, T. Anita Zaharah, and I. H. Silalahi, "KOMPOSISI UNSUR DAN KARAKTERISASI MINERAL MAGNETIK DALAM RED MUD, RESIDU BAUKSIT DI PT. INDONESIA CHEMICAL ALUMINA (ICA) KALIMANTAN BARAT," 2021.
- [8] F. B. Kuncoro, "Kajian Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Modulus Elastisitas Beton dengan Bahan Pengganti Semen Fly Ash Kadar 15%, 30%, dan 40% Terhadap Beton Normal," *Matriks Teknik Sipil*, vol. 9, no. 3, p. 170, Sep. 2021, [doi:10.20961/mateksi.v9i3.54494](https://doi.org/10.20961/mateksi.v9i3.54494).
- [9] H. Harjunan, I. Lakawa, H. Hujiyanto, and V. A. Ilham, "Pengaruh Penambahan Bottom Ash Dan Fly Ash Sebagai Bahan Substitusi Campuran Beton," *Sultra Civil Engineering Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 133-139, Oct. 2023, [doi:10.54297/sciej.v4i2.526](https://doi.org/10.54297/sciej.v4i2.526).
- [10] S. Apriwelni and N. Bintang Wirawan, "Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Memanfaatkan Fly Ash dan Bubuk Kaca Sebagai Bahan Pengisi," *JURNAL SAINTIS*, vol. 20, no. 01, pp. 61-68, Apr. 2020, [doi: 10.25299/saintis.2020.vol20\(01\).4846](https://doi.org/10.25299/saintis.2020.vol20(01).4846).
- [11] F. Adibroto, E. Suhelmidawati, and A. Azhar Musaddiq Zade, "Eksperimen Beton Mutu Tinggi Berbahan Fly Ash sebagai pengganti Sebagian Semen," 2018.
- [12] H. Prayuda and Pujiyanto, "Analisis Kuat tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Bahan Tambah Superplasticizer dan Limbah Las Karbit," 2018.
- [13] V. Shirodkar, R. Patel, and M. Verma, "A Review on Utilization of Waste Red Mud in Concrete," 2022.
- [14] A. Dwinta, H. Erliana, and Chaira, "Pengaruh penggunaan bahan tambah sebagai substitusi semen dan agregat terhadap nilai kuat tarik belah beton mutu tinggi hybrid," 2024.
- [15] Razhanah, Firdha, and Nugraha, "PENGARUH PENGGUNAAN ADITIF SIKAMENT-LN TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI DENGAN VARIASI NILAI SLUMP," 2021.
- [16] M. Setiawati, "FLY ASH SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN PADA BETON," 2018.
- [17] A. Fitra Jaya, M. Pasuria Rumapea, and N. Kharismawan Akbar, "IMPLEMENTASI INTEGRASI PROSES PENGOLAHAN BAUKSIT DAN PEMANFAATAN RED MUD DI TAYAN, KALIMANTAN BARAT UNTUK INDONESIA MAJU 2045," 2020.
- [18] Chinara Abinawa and Alieftiyani Paramita Gobel, "Studi Pengolahan Limbah Fly Ash Batubara dalam Upaya Peningkatan Konsentrasi Silika Menggunakan Asam Sitrat," *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 3, no. 3, pp. 288-296, Jun. 2024, [doi:10.55123/insologi.v3i3.3519](https://doi.org/10.55123/insologi.v3i3.3519).
- [19] R. Muhlis Mohamad and R. Mointi, "KUAT TEKAN BETON UNTUK MUTU TINGGI 45 MPA DENGAN FLY ASH SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN," 2020.