PENGARUH PENGGUNAAN *RED MUD* DAN *BOTTOM ASH* TERHADAP KUAT TEKAN PADA BETON NORMAL

Herry Martin Forester[1*], Erwin Sutandar[2], Asep Supriyadi[3]
[1,2,3]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura
[1]herrymartinf@gmail.com

Abstract

Bauxite production in West Kalimantan is one of the largest in Indonesia. The bauxite processing process produces large amounts of waste, including red mud and bottom ash, which have the potential to cause negative impacts on the environment if not managed properly. Therefore, efforts are needed to utilize this waste, one of which is as a cement substitute in normal concrete. This research method includes testing material characteristics, concrete mix planning based on SNI standards, making test specimens, and testing compressive strength of concrete. This study aims to determine the effect of using red mud and bottom ash as partial cement substitutes on the compressive strength of normal concrete. The mixture variation used was bottom ash at 10% of the cement weight with variations in the addition of red mud at 0%, 5%, 10%, and 15%. The results showed that the addition of red mud and bottom ash affected the compressive strength of normal concrete, where the optimum mixture variation was obtained by using 10% bottom ash and 5% red mud which produced the highest compressive strength value compared to other variations.

***Keywords**: bottom ash, normal concrete, red mud*

Abstrak

Produksi bauksit di Kalimantan Barat merupakan salah satu yang terbesar di Indonesia. Proses pengolahan bauksit menghasilkan limbah dalam jumlah besar, di antaranya *red mud* dan *bottom ash*, yang berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan upaya pemanfaatan limbah tersebut, salah satunya sebagai bahan substitusi semen pada beton normal. Metode penelitian ini meliputi pengujian karakteristik material, perencanaan campuran beton berdasarkan standar SNI, pembuatan benda uji, serta pengujian kuat tekan beton. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *red mud* dan *bottom ash* sebagai bahan substitusi sebagian semen terhadap kuat tekan pada beton normal. Variasi campuran yang digunakan adalah *bottom ash* sebesar 10% dari berat semen dengan variasi penambahan *red mud* sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *red mud* dan *bottom ash* berpengaruh terhadap kuat tekan beton normal, dimana variasi campuran optimum diperoleh pada penggunaan *bottom ash* 10% dan *red mud* 5% yang menghasilkan nilai kuat tekan tertinggi dibandingkan variasi lainnya.

***Kata Kunci**: beton normal, bottom ash, red mud*

Article History
Received: March 2026
Reviewed: March 2026
Published: March 2026

Plagiarism Checker No 235
Prefix DOI :
10.8734/Kohesi.v1i2.365
Copyright : Author
Publish by : Kohesi

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

1. PENDAHULUAN

Beton ialah campuran semen dengan agregat halus, agregat kasar, air, dan atau tanpa bahan campuran tambahan. Jenis-jenis beton adalah beton normal, bertulang, pra-cetak, pra-tekan, beton ringan, beton tanpa tulangan, beton fiber dan lainnya.
Beton normal adalah beton yang mempunyai berat volume 2200-2500 kg/m^3 dan kuat tekan berkisar 15-40 MPa. Secara umum bahan pengisi beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh.

Kalimantan Barat ialah wilayah dengan potensi sumber daya bauksit yang cukup tinggi, sehingga menghasilkan limbah dalam jumlah besar. Salah satu perusahaan pengolahan bauksit yang beroperasi di wilayah ini adalah PT Indonesia Chemical Alumina (ICA). Limbah yang dihasilkan dari proses pengolahan bauksit antara lain *bottom ash*, dan *red mud*. Jumlah limbah yang besar tersebut dapat menimbulkan permasalahan lingkungan. Oleh karena itu, salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah memanfaatkan limbah tersebut sebagai bahan tambahan dalam campuran beton. Pemanfaatan ini diharapkan tidak hanya dapat mengurangi dampak lingkungan, tetapi juga menjadi inovasi dalam pengembangan material beton yang berpotensi meningkatkan kekuatannya.

Bottom ash ialah batu bara yang tidak terbakar dengan sempurna dari pembakaran. *Bottom ash* didapatkan setelah pembakaran selesai. *Red mud* ialah limbah industri alumina yang didapatkan dari proses ekstraksi bijih bauksit melalui proses bayer. Dalam proses bayer, digunakan alkali untuk esktraksi alumina. *Red mud* memiliki alkalinitas yang tinggi dari proses bayer.

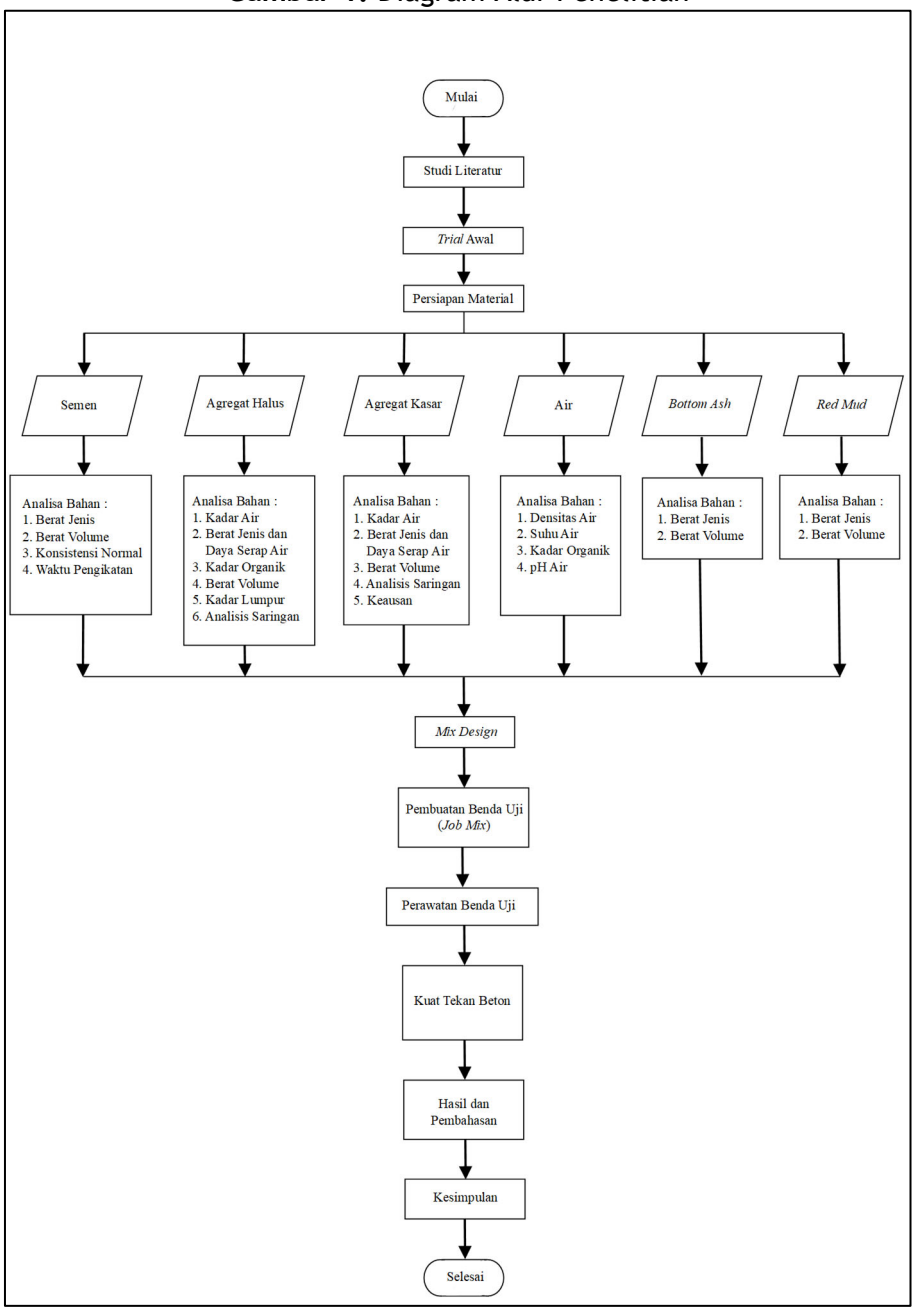
2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan dalam studi ini dirancang untuk memverifikasi tujuan yang dirumuskan melalui tahapan yang sistematis dan terstruktur. Pengujian material yang digunakan dalam campuran beton normal sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan. Pengujian laboratorium selanjutnya dilakukan untuk mendapatkan hasil yang memenuhi tujuan penelitian dan sesuai dengan standar yang berlaku.

Studi ini menerapkan pendekatan penelitian kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif melibatkan tinjauan pustaka yang komprehensif untuk memeriksa hubungan antar variabel yang diteliti dan untuk membangun kerangka teoritis, yang menjadi dasar untuk mengembangkan hipotesis penelitian sebagai respons awal terhadap masalah penelitian yang diidentifikasi. Pendekatan kuantitatif terdiri dari analisis data numerik yang diperoleh dari pengujian eksperimental yang dilaksanakan di bawah kondisi laboratorium yang terkontrol. Serangkaian spesimen uji disiapkan dan diuji untuk menghasilkan data yang diperlukan untuk verifikasi hipotesis, yang mengarah pada kesimpulan yang dapat diandalkan. Penelitian ini pada akhirnya bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan *red mud* dan *bottom ash* terhadap kuat tekan pada beton normal, serta mengethui variasi optimum *red mud* dan *bottom ash* yang digunakan sebagai pengganti semen untuk campuran beton normal.

Lokasi penelitian berada pada Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura Pontianak. Adapun diagram alur penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Gambar 1. Diagram Alur Penelitian



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Bahan

Adapun bahan yang dianalisa sebelum melakukan pengecoran adalah semen, agregat halus, agregat kasar, air, *bottom ash*, dan *red mud*.

Tabel 1. Hasil Analisa Bahan

Pengujian	Hasil	Satuan
Semen		
Berat jenis	3,062	-
Berat volume	1251,534	kg/m^3
Konsitensi normal	26	
Waktu pengikatan awal	200	menit

Agregat halus		
Kadar air	1,523	%
Berat jenis dan daya serap air	2,619	-
Kadar organik	No.3	-
Berat volume	1654,094	kg/m^3
Kadar lumpur	1,000	%
Analisa saringan	2,421	-
Agregat kasar		
Kadar air	0,301	%
Berat jenis dan daya serap air	2,672	-
Berat volume	1448,75	kg/m^3
Kadar lumpur	0,500	%
Analisa saringan	4,069	-
Keausan	12,650	%
Air		
Densitas	0,985	gr/ml
Suhu	30,5	°C
Kadar organik	48	ppm
pH	7,54	-
Bottom ash		
Berat jenis	2,546	-
Berat volume	1479,027	kg/m^3
Red mud		
Berat jenis	3,019	-
Berat volume	1196,111	kg/m^3

3.2. Perencanaan Komposisi Campuran Beton

Perencanaan komposisi campuran dilakukan berdasarkan SNI 7656:2012. Penelitian menggunakan variasi *red mud* sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%. Sedangkan untuk penggunaan *bottom ash* sebesar 10%. Kedua limbah tersebut digunakan ke dalam campuran beton sebagai substitusi dari semen.

Tabel 2. Proporsi Campuran Beton per m^3

Bahan	Variasi					Satuan
	V1	V2	V3	V4	V5	
Semen	393,7	354,3	334,6	314,9	295,3	kg
Agregat Halus	735,5	735,5	735,5	735,5	735,5	kg
Agregat Kasar	1017,1	1017,1	1017,1	1017,1	1017,1	kg
Air	194,4	194,4	194,4	194,4	194,4	kg
Bottom Ash	0,0	32,7	32,7	32,7	32,7	kg
Red Mud	0,0	0,0	19,4	38,8	58,2	kg

3.3. Pengujian Kuat Tekan

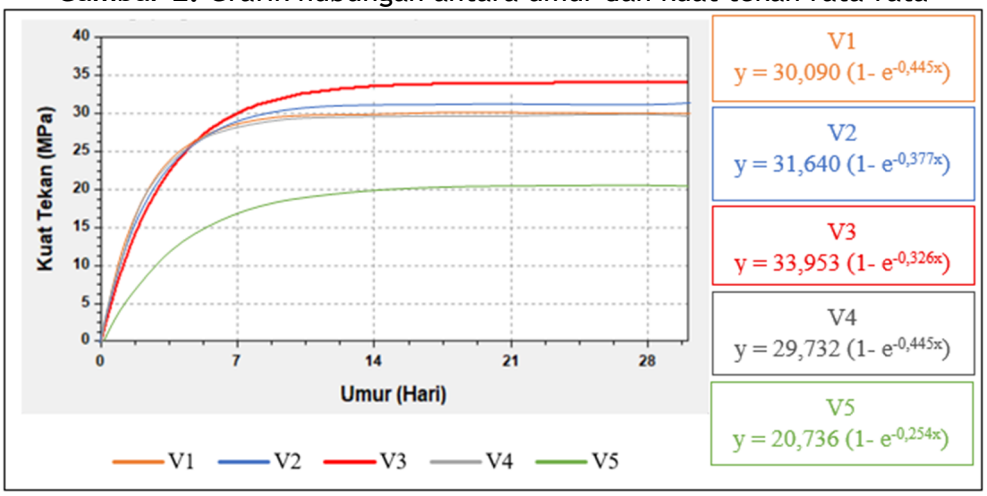
Pengujian kuat tekan beton normal dilakukan mengikuti standar acuan SNI 1974:2011 " Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder". Beton diuji pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari dengan pengujian tiap umurnya berjumlah 3 sampel dan ukuran silinder yang digunakan adalah 100 x 200 mm.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan

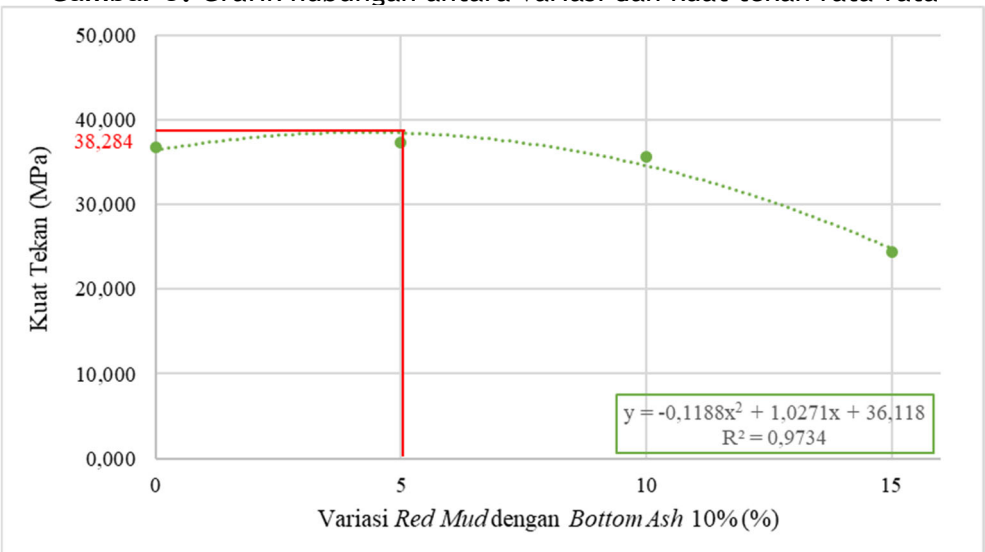
Variasi	Kuat Tekan (MPa)				
	Umur (Hari)				
	3	7	14	21	28
V1	23,343	26,101	26,526	31,831	33,529
V2	22,706	27,375	28,011	30,982	36,712
V3	23,873	26,526	32,255	33,741	37,348
V4	23,555	25,465	26,738	29,285	35,651
V5	13,157	15,491	18,038	19,311	24,404

Keterangan:
V1 : variasi *bottom ash* 0% dan *red mud* 0%
V2 : variasi *bottom ash* 10% dan *red mud* 0%
V3 : variasi *bottom ash* 10% dan *red mud* 5%
V4 : variasi *bottom ash* 10% dan *red mud* 10%
V5 : variasi *bottom ash* 10% dan *red mud* 15%

Gambar 2. Grafik hubungan antara umur dan kuat tekan rata-rata



Gambar 3. Grafik hubungan antara variasi dan kuat tekan rata-rata



Berdasarkan grafik hubungan antara variasi *bottom ash* dengan *red mud* terhadap kuat tekan rata-rata didapat hasil untuk V3 dengan penggunaan *bottom ash* 10% dan *red mud* 5% mengalami kenaikan kuat tekan sebesar 11,392% dibandingkan dengan V1, sedangkan untuk V5 dengan penggunaan *bottom ash* 10% dan *red mud* 15% mengalami penurunan kuat tekan sebesar 27,215% dibandingkan dengan V1, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *red mud* dapat meningkatkan kuat tekan beton pada persentase tertentu dan akan mengalami penurunan jika *red mud* yang digunakan terlalu banyak.

KESIMPULAN

Untuk hasil nilai kuat tekan rata-rata didapat hasil untuk V3 dengan penggunaan *bottom ash* 10% dan *red mud* 5% memiliki kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 37,348 MPa. Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan *bottom ash* dengan *red mud* berpengaruh terhadap kuat tekan pada beton normal.

Variasi campuran V3 dengan penggunaan *bottom ash* 10% dan *red mud* 5% merupakan variasi optimum, karena menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 37,348 MPa yang mengalami kenaikan sebesar 11,392% dibandingkan dengan V1.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Adlimi, Hermansyah, and Adi Mawardin, "PEMANFAATAN LIMBAH FLY ASH DAN BOTTOM ASH SEBAGAI BAHAN TAMBAH DAN BAHAN PENGGANTI UNTUK MENINGKATKAN NILAI KUAT TEKAN BETON," *Hexagon Jurnal Teknik dan Sains*, vol. 6, no. 2, pp. 103–113, Jun. 2025, doi:10.36761/hexagon.v6i2.4529.

[2] H. Harjunan, I. Lakawa, H. Hujiyanto, and V. A. Ilham, "Pengaruh Penambahan Bottom Ash Dan Fly Ash Sebagai Bahan Subtitusi Campuran Beton," *Sultra Civil Engineering Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 133–139, Oct. 2023, doi: 10.54297/sciej.v4i2.526.

[3] K. Ester Ghozali, A. Yonathan, A. Antoni, and D. Hardjito, "PENELITIAN AWAL PEMANFAATAN FLY ASH DAN BOTTOM ASH PLTU SURALAYA DALAM PEMBUATAN BETON DI LINGKUNGAN PANTAI," Feb. 2019.

[4] M. Qomaruddin, Y. A. Saputro, and S. Sudarno, "KAJIAN PENGGUNAAN BOTTOM ASH SEBAGAI MORTAR BETON," *Prosiding Sains Nasional dan Teknologi*, vol. 1, no. 1, Aug. 2018, doi: 10.36499/psnst.v1i1.2253.

[5] M. A. Bastian, M. Y. M. Making, and A. P. Koten, "Pemanfaatan Limbah Bottom Ash Pltu Timor-1 Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus Dalam Pembuatan Beton," *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia*, vol. 11, no. 2, pp. 1569–1577, Feb. 2026, doi: 10.36418/syntax-literate.v11i2.63936.

[6] Hardiana, N. Junus, and P. Mushar, "Bottom Ash: Pengganti Agregat Halus dalam Pembuatan Beton," *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, vol. 8, no. 3, pp. 105–111, Sep. 2019, doi: 10.32315/jlbi.8.2.109.

[7] H. Harjunan, I. Lakawa, H. Hujiyanto, and V. A. Ilham, "Pengaruh Penambahan Bottom Ash Dan Fly Ash Sebagai Bahan Subtitusi Campuran Beton," *Sultra Civil Engineering Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 133–139, Oct. 2023, doi: 10.54297/sciej.v4i2.526.

[8] D. Agustiya, K. Hidayanti, and E. Rusmita, "PENGARUH PENAMBAHAN BOTTOM ASH SEBAGAI BAHAN CAMPURAN AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON," Sep. 2024.

[9] M. Alosta *et al.*, "Properties and Microstructure of Treated Coal Bottom Ash as Cement Concrete Replacement," *Civil Engineering Journal (Iran)*, vol. 10, no. 4, pp. 1125–1144, Apr. 2024, doi: 10.28991/CEJ-2024-010-04-08.

[10] B. M. Chairullah and H. Yunita, "Pengaruh Penambahan Bottom Ash Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Lempung Desa Beureugang Kaway XVI Aceh Barat," *Journal of The Civil Engineering Student*, vol. 3, no. 2, pp. 106–112, 2021.

[11] C. Venkatesh, R. Nerella, and M. S. R. Chand, "Role of red mud as a cementing material in concrete: a comprehensive study on durability behavior," *Innovative Infrastructure Solutions*, vol. 6, no. 1, p. 13, Mar. 2021, doi: 10.1007/s41062-020-00371-2.

[12] W. Rosasalina, T. A. 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, Accessed: Oct. 31, 2024. [Online]. Available: http://jurnal.untan.ac.id/index.php/IJoPAC

[13] S. U. Dewi and F. Prasetyo, "ANALISA PENAMBAHAN BOTTOM ASH TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON," Jul. 2021.
[14] M. Ir. Bambang Sujatmiko, *TEKNOLOGI BETON DAN BAHAN BANGUNAN*. CENDEKIA,MEDIAA SAHABAT, 2019.
[15] K. W. Wardhani, E. K. Pangestuti, R. Kusumawardani, and M. A. Firdaus, "PEMANFAATAN FLY ASH DAN BOTTOM ASH PLTU REMBANG UNTUK PEMBUATAN BETON MENGGUNAKAN SEMEN PPC," *Jurnal Inovasi Konstruksi*, vol. 3, no. 1, pp. 35–45, Apr. 2024, doi: 10.56911/jik.v3i1.86.