PENGARUH PENGGUNAAN *RED MUD* DAN *BOTTOM ASH* TERHADAP KUAT TEKAN PADA BETON MUTU TINGGI (*HIGH STRENGTH CONCRETE*)

Willy Alfian[1*], Erwin Sutandar[2], Asep Supriyadi[3]
[1,2,3]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura
[1]willyalfian31082003@gmail.com

Abstract

West Kalimantan is one of the regions in Indonesia with the largest bauxite resource potential. Bauxite processing produces waste in the form of bottom ash and red mud in very large quantities. One effort to address this problem is by utilizing bottom ash and red mud as partial substitutes for cement in high-strength concrete. This study aims to determine the effect of using bottom ash and red mud on the compressive strength of high-strength concrete. The research method includes material characterization testing, mix design based on SNI 03-6468-2000, specimen preparation, and specimen testing. The composition used consists of 10% bottom ash and red mud variations of 0%, 5%, 10%, and 15% by weight of cement. The results show that the optimum variation was obtained in the third variation, which used 10% bottom ash and 5% red mud, achieving a compressive strength of 53.688 MPa at the age of 28 days.
English
***Keywords**: Bottom Ash, High Strength Concrete, Red Mud*

Abstrak

Kalimantan Barat merupakan salah satu wilayah dengan potensi sumber bauksit terbesar di Indonesia. Pengolahan bauksit akan menghasilkan limbah berupa *bottom ash* dan *red mud* dalam jumlah yang sangat besar. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan memanfaatkan *bottom ash* dan *red mud* sebagai bahan substitusi semen pada beton mutu tinggi (*high strength concrete*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *bottom ash* dan *red mud* terhadap kuat tekan 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. Komposisi yang digunakan adalah *bottom ash* 10% dan variasi *red mud* 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat semen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi optimum yang didapat berada pada variasi 3 yaitu dengan penggunaan *bottom ash* 10% dan *red mud* 5% dengan kuat tekan mencapai 53,688 MPa pada umur 28 hari.
Kata Kunci: Beton Mutu Tinggi, 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

Indonesia adalah negara dengan sumber daya alam yang melimpah. Salah satu sumber daya alam tersebut adalah bauksit, dimana Kalimantan Barat merupakan wilayah yang memiliki potensi sumber bauksit yang tinggi. Bauksit telah banyak diolah menjadi alumina, salah satu perusahaan di Kalimantan Barat yang mengolah bauksit menjadi alumina adalah PT Indonesia Chemical Alumina (ICA) yang berada di Tayan Hilir, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat. Pengolahan bauksit menghasilkan limbah lumpur halus berwarna merah kecoklatan yang disebut *red mud*. Proses pengolahan bauksit menjadi alumina membutuhkan energi yang cukup besar, kebutuhan energi tersebut dipasok oleh Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) batu bara. Dalam prosesnya, PLTU batu bara akan menghasilkan residu pembakaran batubara berupa abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*). Abu dasar (*bottom ash*) merupakan suatu material dari limbah hasil proses pembakaran batu bara pada pembangkit listrik, sedangkan *Red mud* merupakan ampas lumpur merah dari sisa pemrosesan bijih bauksit melalui proses *bayer* menjadi alumina (Al_2O_3).

Jumlah limbah yang besar tersebut akan berdampak pada permasalahan lingkungan, sehingga salah satu cara pemanfaatan limbah tersebut adalah sebagai bahan tambahan pada campuran beton. Selain sebagai bahan untuk campuran beton pemanfaatan limbah tersebut diharapkan dapat untuk membantu mengatasi permasalahan lingkungan akibat dari tingginya jumlah limbah tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan *bottom ash* dan *red mud* sebagai bahan subtitusi sebagian semen dengan persentase tertentu terhadap kuat tekan beton mutu tinggi. Tujuan dari metode ini adalah memperoleh data objektif melalui pengujian laboratorium berdasarkan standar teknis yang berlaku, khususnya mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI).

Penelitian ini dilaksanakan di Lab. Bahan dan Konstruksi, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura. Secara garis besar tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Studi Literatur
b. Analisa Material
c. *Mix Design*
d. Pembuatan Benda Uji (*Job Mix*)
e. Pengujian Kuat Tekan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Material

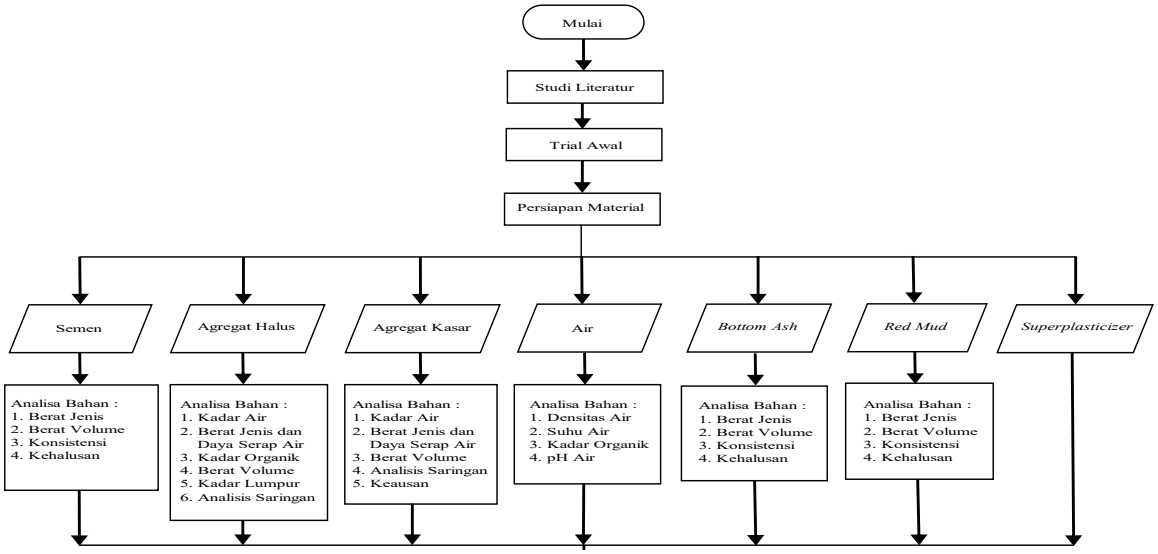
Analisa material dilakukan untuk menguji kelayakan material sebelum digunakan pada campuran beton. Adapun material yang dianalisa adalah semen, agregat halus, agregat kasar, air, *bottom ash*, dan *red mud*.

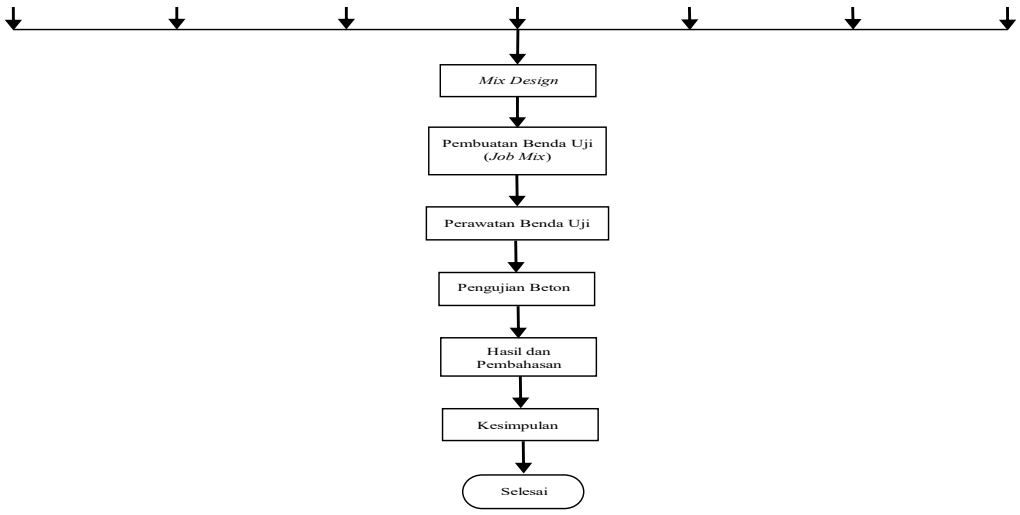
Tabel 1. Hasil Analisa Material

Pengujian	Hasil	Satuan
Semen		
Berat Jenis	3,062	-
Berat Volume	1251,534	kg/m^3
Konsistensi Normal	26	%
Waktu Ikat	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	%
Fine Modulus	2,546	-
Air		
Densitas	0,985	gr/mL
Suhu	30,5	^{o}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

Gambar 1. Diagram Alir Penelitian





3.2. Proporsi Campuran

Perencanaan komposisi campuran dilakukan berdasarkan SNI 03-6468-2000. 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 per m^3

Material	Variasi					Satuan
	V1	V2	V3	V4	V5	
Semen	539,8	485,8	458,8	431,8	404,9	kg/m^3
Agregat Halus	660,0	663,9	663,6	663,3	662,9	kg/m^3
Agregat Kasar			909,3			kg/m^3
Air			211,8			kg/m^3
Bottom ash	0,0	54,0	54,0	54,0	54,0	kg/m^3
Red mud	0,0	0,0	27,0	54,0	81,0	kg/m^3

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%

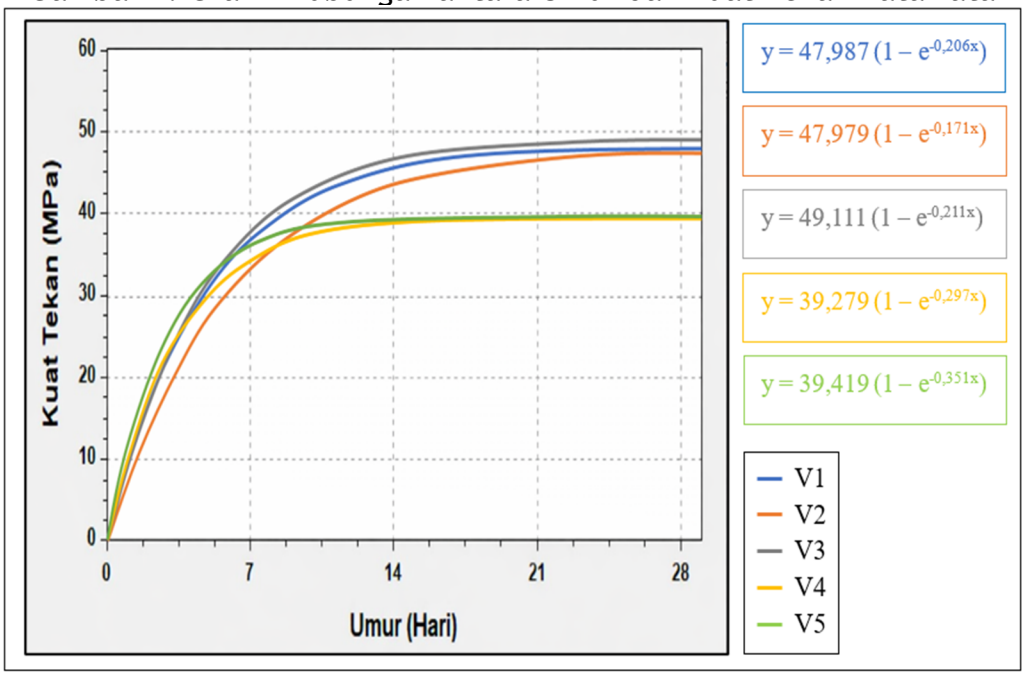
3.3. Pengujian Kuat Tekan Beton

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 7 hari, 14 hari, dan 28 hari dengan pengujian tiap umurnya berjumlah 3 sampel dan ukuran silinder yang digunakan adalah 10 x 20 cm.

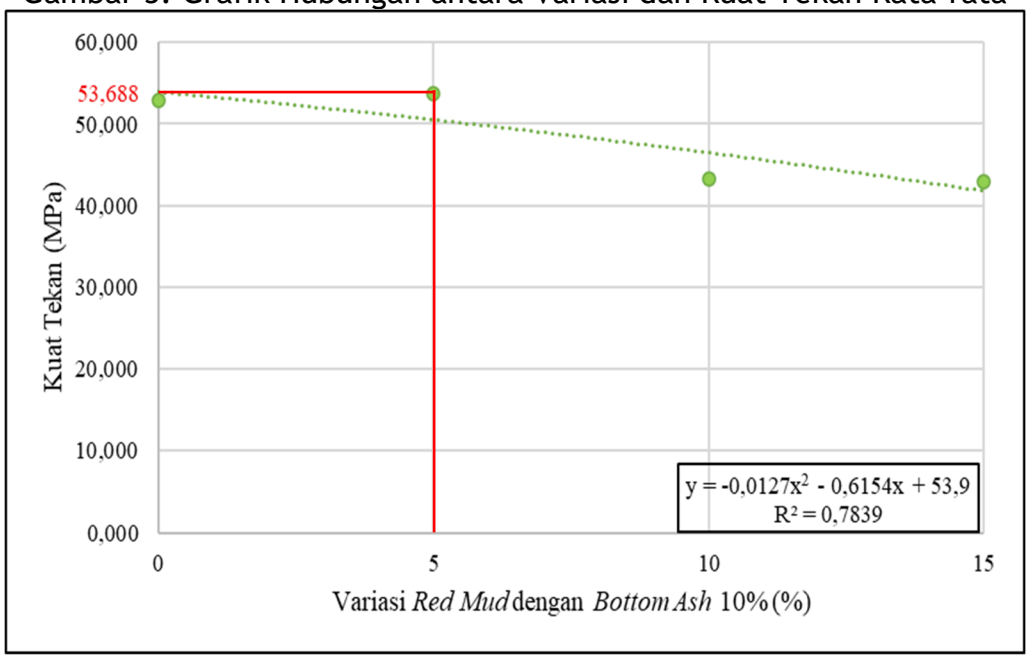
Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Variasi	Compressive Strength (MPa)				
	3 Hari	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari
V1	26,314	34,165	41,805	46,261	52,203
V2	27,799	30,982	33,741	48,701	52,839
V3	29,285	33,529	42,017	48,595	53,688
V4	26,420	30,558	35,439	39,789	43,290
V5	28,223	32,043	36,075	40,956	42,866

Gambar 2. Grafik Hubungan antara Umur dan Kuat Tekan Rata-rata



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Variasi dan Kuat Tekan Rata-rata



Hasil pengujian kuat tekan mengindikasikan bahwa penambahan *red mud* dan *bottom ash* sebagai subtitusi semen pada beton mutu tinggi (*high strength concrete*) berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Berdasarkan grafik hubungan antara variasi dan kuat tekan rata-rata didapat hasil kuat tekan optimum berada pada variasi 3 (*red mud* 5% dan *bottom ash* 10%) karena menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 53,688 MPa, dengan kenaikan sebesar 2,846% dari V1, kemudian mulai mengalami penurunan pada variasi 4 dengan penggunaan *red mud* 10% dan *bottom ash* 10%.

KESIMPULAN

Penggunaan *bottom ash* dan *red mud* dalam campuran beton berpengaruh terhadap kuat tekan pada beton mutu tinggi (*high strength concrete*). Nilai kuat tekan rata-rata menunjukkan variasi 3 dengan kandungan *red mud* 5% dan *bottom ash* 10% memiliki kuat tekan rata-rata

tertinggi sebesar 53,688 MPa, dengan kenaikan sebesar 2,846% dari V1. Sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi 3 merupakan variasi optimum. Campuran pada V3 dapat digunakan sebagai alternatif pengganti sebagian semen sebesar 15%, yang terdiri dari 10% bottom ash dan 5% red mud dari berat semen.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Sungsang Nana Patria and F. Haikal, "Pengaruh Kadar Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Admixture High Range Water Reducer," vol. 15, pp. 12–22, Dec. 2022.

[2] 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.

[3] T. Tantoni Yahya, A. Kurniawandy, and Z. Djauhari, "Pengaruh Kombinasi Fly Ash dan Bottom Ash Sebagai Bahan Subtitusi Pada Campuran Beton Terhadap Sifat Mekanis," 2017.

[4] Y. Gery, B. Sujatmiko, and B. Hastono, "PENGARUH PENAMBAHAN BOTTOM ASH DENGAN AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON," 2024.

[5] U. Ayuningtyas, Rosmeika, and A. Firdaus, "FLY ASH DAN BOTTOM ASH SEBAGAI MATERIAL INFRASTRUKTUR UNTUK MENDUKUNG PEMBANGUNAN YANG BERKELANJUTAN," 2023.

[6] H. Achmad Ghozali and A. Wardhono, "PENGARUH PENGGUNAAN ABU DASAR (BOTTOM ASH) PADA PAVING BLOCK DENGAN CAMPURAN LIMBAH KERANG SEBAGAI SUBTITUSI SEMEN ," no. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/issue/view/1352, 2018.

[7] A. A. W, A. Sulfanita, Hendro, Hakzah, and Hamsyah, "PENAMBAHAN LIMBAH BOTTOM ASH SEBAGAI SUBTITUSI PASIR DAN FLY ASH SEBAGAI SUBTITUSI SEMEN PADA CAMPURAN BETON," 2025.

[8] S. Triwidinata, S. Sebayang, and L. Irianti, "Pengaruh Bottom Ash sebagai Bahan Pengganti Sejumlah Pasir Terhadap Kuat Tekan, Kuat Lentur dan Modulus Elastistas Beton Mutu Tinggi," *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 5, no. 2, Jun. 2018, doi: 10.23960/jrsdd.v5i2.625.

[9] Kusdiyono, Supriyadi, and H. Ludiro Wahyono, "PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH DAN BOTTOM ASH PADA PEMBUATAN BETON MUTU F'c 20 MPa DALAM UPAYA PEMANFAATAN LIMBAH INDUSTRI," 2017.

[10] 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.

[11] K. Wintang Wardhani, E. Kanti Pangestuti, R. Kusumawardani, and M. Arief Firdaus, "Pemanfaatan Fly Ash dan Bottom Ash PLTU Rembang Untuk Pembuatan Beton Menggunakan Semen PPC," 2024.

[12] S. Utama Dewi and F. Prasetyo, "ANALISA PENAMBAHAN BOTTOM ASH TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON," 2021.

[13] S. U. Dewi and F. Prasetyo, "ANALISA PENAMBAHAN BOTTOM ASH TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON," Jul. 2021, Accessed: Oct. 31, 2024. [Online]. Available: https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/jice

[14] C. Venkatesh, M. S. R. Chand, and R. Nerella, "A state of the art on red mud as a substitutional cementitious material," *Annales de Chimie: Science des Materiaux*, vol. 43, no. 2, pp. 99–106, 2019, doi: 10.18280/acsm.430206.

[15] W. Rossalina, 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

[16] B. S. Nasional, "SNI 03-6468-2000 PERENCANAAN CAMPURAN TINGGI DENGAN SEMEN PORTLAND DENGAN ABU TERBANG," 2000.