



Penggunaan Abu Batu Sebagai Pengganti Sebagian Material Pasir

Budiman¹, James WTP²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Fakfak

¹budiman@polinef.id*, ²jameswtp@gmail.com

Abstract

The concrete industry in Indonesia is very advanced and developing, so the use of construction materials is increasing. Another material is needed as a substitute for fine aggregate for the manufacture of concrete, namely stone ash from the waste stone industry. The purpose of this study was to determine the effect and value of the compressive strength of concrete characteristics with the use of rock ash with mixed variations (10% rock ash, 90% sand), (20% rock ash, 80% sand) and (30% rock ash, 70% sand). with a concrete quality target of $F_c' 17.5$ Mpa. The method used is the laboratory experimental method referring to the SNI standard. The results showed that the use of stone ash (AB) as a normal concrete mixture affected the compressive strength of concrete. The higher the percentage of stone ash (AB), then the value of the compressive strength of concrete increases. The value of the compressive strength of concrete from rock ash (AB) at the composition of AB 10%, AB 20% and AB 30% was 173.50 kg/cm², 235.11 kg/cm² and 239.88 kg/cm² while normal concrete was 18.59 MPa at the age of 28 days.

Keywords: stone ash, material, characteristic compressive strength

Abstrak

Industri beton di Indonesia sudah sangat maju dan berkembang, sehingga penggunaan material konstruksi menjadi semakin meningkat. Dibutuhkan material lain sebagai pengganti agregat halus untuk pembuatan beton yaitu abu batu berasal dari limbah industri batu belah. Tujuan penelitian ini menentukan pengaruh dan nilai kuat tekan karakteristik beton dengan penggunaan abu batu dengan variasi campuran (10% abu batu, 90% pasir), (20% abu batu, 80% pasir) dan (30% abu batu, 70% pasir) dengan target mutu beton $F_c' 17,5$ Mpa. Metode yang digunakan yaitu metode eksperimen laboratorium mengacu standar SNI. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan abu batu (AB) sebagai campuran beton normal mempengaruhi nilai kuat tekan beton. Semakin tinggi persentase abu batu (AB), maka nilai kuat tekan beton semakin meningkat. Nilai kuat tekan beton dari abu batu (AB) pada komposisi AB 10%, AB 20% dan AB 30% diperoleh sebesar 173.50 kg/cm², 235.11 kg/cm² dan 239.88 kg/cm² sedangkan beton normal 18.59 MPa pada umur 28 hari.

Kata kunci: abu batu, material, kuat tekan karakteristik

Diterima Redaksi : 2022-10-04 | Selesai Revisi : 2022-11-24 | Diterbitkan Online : 2022-12-01

1. Pendahuluan

Perkembangan Industri Beton di Indonesia sangatlah maju dan berkembang, semakin meningkatnya pembangunan di suatu negara maka penggunaan material konstruksi menjadi semakin meningkat. Beton merupakan campuran yang terdiri dari semen, agregat halus dan agregat kasar, serta air.

Prinsip Manajemen Aset Infrastruktur mengatakan bahwa suatu Infrastruktur harus dikelola dengan baik agar selalu bisa berfungsi dengan baik secara ekonomis disepanjang masa hidupnya [1]. Salah satu faktor yang harus dijaga untuk mencapai tujuan pengelolaan tersebut adalah penggunaan material konstruksi yang baik. Karena struktur beton praktis selalu ada disetiap infrastruktur di Indonesia, maka

penelitian untuk menemukan kualitas beton yang lebih baik dan lebih tepat sesuai dengan kebutuhan harus selalu dilakukan.

Perusahaan industri batu belah banyak dibutuhkan dalam konstruksi, dari produksi batu belah dengan berbagai varian ukuran akan menghasilkan limbah yang disebut limbah abu batu. Abu batu sangatlah banyak dan kurang diminati sebagai bahan material.

Distrik Bomberay salah satu Distrik di Kabupaten Fakfak yang memiliki perusahaan industri batu belah yang menghasilkan limbah abu batu yang sampai saat ini belum dimanfaatkan sebagai material dalam konstruksi beton. Selain itu, abu batu dapat ditemukan pada beberapa tempat pemecah batu konvensional yang ada di Kabupaten Fakfak. Potensi limbah abu batu dari



stone crusher dan pemecah batu konvensional yang tersedia di atas akan menjadi tidak berguna jika tidak dimanfaatkan sebagai material penyusun campuran beton.

Penelitian [2] penggunaan abu batu pada campuran beton yang divariasikan menjadi 25%, 50%, 75%, dan 100% digunakan rancangan mix design [3]. Pengujian kuat tekan pada umur 14 hari, berdasarkan nilai kuat tekan yang dianalisis menggunakan trendline dan pembatasan $\pm 5\%$ untuk mendapat hasil nilai relevan menunjukkan adanya peningkatan 24,63% pada campuran variasi 25%, 11,37% pada variasi 50%, 8,72% pada 75% dan 3,4% pada variasi 100%. Terkait kondisi limbah abu batu, maka penulis menentukan penelitian penggunaan abu batu sebagai material pengganti sebagian pasir dengan komposisi material abu batu 0%, 10%, 20%, dan 30%. Tujuan dari penelitian menentukan pengaruh dan nilai kuat tekan karakteristik penggunaan abu batu dalam campuran beton.

Urgensi penelitian dalam memanfaatkan abu batu sebagai pengganti material pasir alami, merupakan hal penting dilakukan, mengingat kabupaten Fakfak termasuk kabupaten dengan keterbatasan material utama beton seperti pasir dan kerikil, sehingga dibutuhkan pemikiran baru untuk menangani hal tersebut. Hasil penelitian nantinya dapat berkontribusi sebagai material maju dalam pengembangan teknologi beton.

2. Metode Penelitian

2.1 Desain penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium yang meliputi pengujian karakteristik agregat kasar dan agregat halus yang terdiri dari analisa saringan, kadar lumpur, kadar air, berat volume, modulus kehalusan dan kekasaran, kadar organik pada pasir. Apabila karakteristik agregat memenuhi standar kemudian dilanjutkan dengan rancangan *mix design*, setiap *mix design* dilakukan uji *slum test*, pembuatan sampel dari cetakan selinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, perawatan beton pada umur 3, 7 dan 28 hari dan uji tekan dengan MTS STH Compression. Desain sampel penelitian disajikan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Sampel Penelitian

No.	Sampel Benda Uji Beton	Persentase abu batu %	Waktu Perawatan Beton (hari)
1	9 Sampel	0	3, 7, 28
2	9 Sampel	10	3, 7, 28
3	9 Sampel	20	3, 7, 28
4	9 Sampel	30	3, 7, 28

2.2 Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik agregat menggunakan studi literatur pustaka yang sudah dirangkum seperti pada Tabel 2 [4].

Tabel 2. Metode Pengujian Agregat

No	Jenis pengujian	Metode
1	Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990
2	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	SNI 03-1970-1990
3	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	SNI 03-1969-1990
4	Kadar Air	SNI 03-1971-1990
5	Berat Volume	SNI 03-4804-1998

2.3 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton menggunakan MTS STH compression dan dianalisis menggunakan persamaan kuat tekan [5].

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana:

f_c = Kuat tekan (kg/cm^2)

P = Beban yang dipikul (kg)

A = Luas penampang yang dibebani (cm^2)

3. Hasil dan Pembahasan

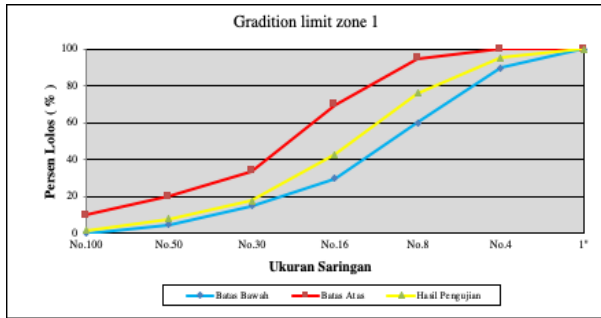
Hasil pengujian karakteristik agregat halus (pasir) seperti pada Tabel 3 Sedangkan untuk hasil pengujian karakteristik agregat kasar (batu pecah) seperti pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus

No	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengujian	Keterangan
1.	Kadar lumpur	Maks. 5%	3.60%	Memenuhi
2.	Kadar air	0.5 - 5%	2.24%	Memenuhi
3.	Berat volume	1.4 - 1.9 kg/liter	1.51	Memenuhi
4.	Absorpsi	0.2 - 2%	1.08%	Memenuhi
5.	Berat jenis spesifik			
	Bj. Nyata	1.6 - 3.3	2.330	Memenuhi
	Bj. dasar kering	1.6	2.280	Memenuhi
	Bj. kering permukaan	1.6	2.300	Memenuhi
6.	Modulus kehalusan	1.50 - 3.80	3.660	Memenuhi

Berdasarkan Tabel 3 pada pengujian karakteristik agregat halus diperoleh nilai kadar lumpur diperoleh 3,6% memenuhi syarat dan layak digunakan untuk campuran beton. Menurut [6] agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dan tidak mengandung organik yang dapat merusak beton. Penggunaannya untuk mengisi ruang antara agregat kasar dan memberikan kelecakan. Nilai modulus kehalusan pasir 3.66 memenuhi syarat zone 1 dengan masuk

kategori pasir kasar. Grafik hasil pengujian gradasi butiran agregat halus seperti pada Gambar 2.

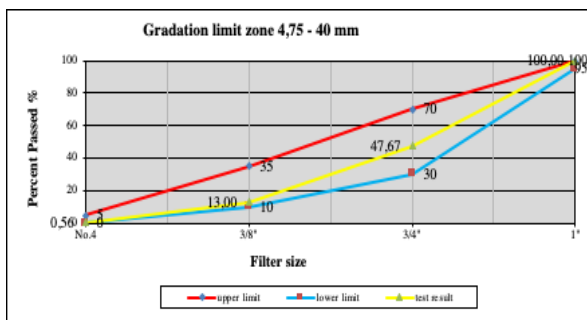


Gambar 2. Grafik Gradasi Agregat Halus (Pasir)

Tabel 4. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengujian	Keterangan
1.	Kadar lumpur	Maks. 1%	0.270%	Memenuhi
2.	Kadar air	0.5 - 2%	0.50%	Memenuhi
3.	Berat volume	1.4 - 1.9 kg/liter	1.61	Memenuhi
4.	Absorpsi	0.2 – 2%	2.04%	Memenuhi
5.	Berat jenis spesifik			
	Bj. dasar kering	1.6	2.450	Memenuhi
	Bj. kering permukaan	1.6	2.579	Memenuhi
6.	Modulus kekasaran	5.5 – 8.5	6.740	Memenuhi

Berdasarkan hasil pengujian tabel 4, dijelaskan bahwa pengujian kadar lumpur pada agregat kasar diperoleh nilai 0.27 % memenuhi syarat dan layak. Menurut [7] agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%. Modulus agregat kasar masuk zona 4,75 - 40 mm. Grafik hasil pengujian gradasi butiran agregat kasar seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Gradasi Agregat Kasar (Kerikil)

Untuk mengetahui kekuatan mutu beton yang akan dihasilkan pada beton normal dengan menggunakan agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) digunakan mutu beton f_c 175 Mpa. Perhitungan penggabungan agregat diperoleh 30% pasir dan 70% batu pecah pada campuran beton (*mix design*) dengan factor air semen (W/C) = 0,75 seperti Tabel 5 sedangkan untuk penggunaan abu batu (AB) sebagai material pengganti sebagian pada pasir menggunakan

komposisi 0%, 10%, 20% dan 30% terhadap berat pasir seperti pada Tabel 5, 6, 7, dan 8.

Tabel 5. Mix Design Rancangan Campuran Beton Normal

Bahan beton	Berat (kg/m ³)	Rasio terhadap jumlah semen (kg)	Berat untuk 1 sampel (kg)	Berat untuk 9 sampel (kg)
Air	232.54	0.748	1.479	13.314
Semen	311.11	1.000	1.979	17.813
Pasir	487.51	1.557	3.082	27.741
Kerikil	1121.8	3.606	7.137	64.231
Jumlah	2,150		13,677	123.099

Tabel 6. Mix Design Abu Batu (AB) 10%

Bahan beton	Berat (kg/m ³)	Rasio terhadap jumlah semen (kg)	Berat untuk 1 sampel (kg)	Berat untuk 9 sampel (kg)
Air	232.54	0.748	1.479	13.314
Semen	311.11	1.000	1.979	17.813
Pasir	487.51	1.401	2.774	24.966
Kerikil	1121.8	3.606	7.137	64.231
AB	48.451	0.156	0.156	2.774
Jumlah	2,150		13,678	123.099

Tabel 7. Mix Design Abu Batu (AB) 20%

Bahan beton	Berat (kg/m ³)	Rasio terhadap jumlah semen (kg)	Berat untuk 1 sampel (kg)	Berat untuk 9 sampel (kg)
Air	232.54	0.748	1.479	13.314
Semen	311.11	1.000	1.979	17.813
Pasir	487.51	1.245	1.979	22.194
Kerikil	1121.8	3.606	7.137	64.231
AB	10.825	0.311	0.616	5.548
Jumlah	2,150.0		13,678	123.099

Tabel 8. Mix Design Abu Batu (AB) 30%

Bahan beton	Berat (kg/m ³)	Rasio terhadap jumlah semen (kg)	Berat untuk 1 sampel (kg)	Berat untuk 9 sampel (kg)
Air	232.54	0.748	1.479	13.314
Semen	311.11	1.000	1.979	17.813
Pasir	487.51	1.068	2.218	19.806
Kerikil	1121.8	3.606	7.137	64.231
AB	16.125	0.4893	1.7706	7.9356
Jumlah	2,150.0		13,678	123.099

Berdasarkan hitungan hasil rancangan diatas diperoleh persentase kebutuhan agregat pasir alami untuk persentase AB 10% dapat menghemat penggunaan pasir alami sebesar 10%, untuk AB 20% menghemat penggunaan pasir alami sebesar 19.9% sedangkan AB 30% mampu menghemat penggunaan pasir alami sebesar 28.6% dari total rancangan pasir tanpa menggunakan abu batu (AB). Nilai rancangan ini menunjukkan semakin tinggi persentase Abu Batu (AB) yang digunakan dalam campuran beton, maka kebutuhan agregat pasir alami semakin menurun.

Dari hasil rancangan mix desain dilanjutkan dengan pembuatan sampel beton selinder dengan waktu perawatan maksimal 28 hari, kemudian dilakukan uji tekan dengan mesin. Hasil uji tekan dengan

menggunakan MTS STH Compression dilanjutkan perhitungan analisa kuat tekan karakteristik (f_{ck}) dimana nilai kuat tekan (f_c) dibagikan dengan faktor koreksi seperti Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Kuat Tekan Karakteristik Beton

No	Sampel	Nilai f_{ck} (kg/cm ²)	Nilai f_c (MPa)
1	Beton Normal	189.57	18.57
2	Beton AB10%	173.50	17.01
3	Beton AB 20%	235.11	23.05
4	Beton AB 30%	239.88	23.52

Berdasarkan Tabel 9 hasil analisa nilai pengujian kuat tekan beton dengan penggunaan abu batu (AB) sebagai pengganti sebagian pasir alami dengan pengujian maksimal umur 28 hari menunjukkan bahwa penggunaan AB pada campuran beton normal mempengaruhi nilai kuat tekan karakteristik beton (f_{ck}).

Semakin tinggi persentase penggunaan AB, maka penggunaan pasir alami semakin menurun. Nilai kuat tekan beton abu batu pada komposisi AB 20%, dan AB 30% diperoleh sebesar 235.11 kg/cm² dan 239.88 kg/cm² meningkat dibandingkan beton normal AB 0% diperoleh nilai sebesar 189.57 kg/cm² pada umur 28 hari. Penggunaan abu batu sebagai pengganti material pasir dapat menjadi alternative material baru karena memenuhi kriteria beton normal.

Menurut [7] beton normal merupakan beton yang memiliki nilai kuat tekan sekitar 15-40 Mpa. Berdasarkan range nilai kuat tekan tersebut menunjukkan bahwa hasil penelitian beton normal tanpa AB masuk kategori yaitu 18.57 Mpa sedangkan beton yang menggunakan AB 10%, 20% dan 30% pada umur 28 hari memiliki nilai masing-masing 17.01 Mpa, 23.05 Mpa dan 23.52 Mpa sehingga disimpulkan bahwa penggunaan abu batu (AB) sebagai pengganti material pasir pada beton normal meningkatkan nilai mutu kuat tekan. Penggunaan abu batu (AB) juga dapat menghemat konsumsi penggunaan semen, karena abu batu mengandung senyawa kimia silika yang sangat halus lembut yang bersifat amor walaupun dalam jumlah yang sedikit namun tetap mampu mengeras bila dicampur dengan semen, hal ini disebabkan sifat abu

batu yang mengikuti tekstur dari batu yang dipecahkan.

4. Kesimpulan

Penggunaan abu batu (AB) berpengaruh pada campuran beton karena menghasilkan kuat tekan yang lebih baik dibanding beton normal serta membuat Kinerja beton. Nilai kuat tekan pada komposisi AB 20% dan AB 30% masing-masing 23.05 Mpa dan 23.53 Mpa meningkat dibandingkan beton normal AB 0% yaitu 18.57 Mpa pada umur 28 hari. Hasil penelitian ini berkontribusi sebagai material maju dalam pengembangan teknologi beton.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih kepada Politeknik Negeri Fakfak selaku pemberi dana rutin dan Jurusan Teknik Sipil yang telah memfasilitasi sarana laboratorium dalam penelitian rutin ini.

Daftar Rujukan

- [1] Suprayitno, H. & Soemitro, R.A.A, "Preliminary Reflexion on Basic Principle of Infrastructure Asset Management," *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur*, vol. 2, No. 1, pp. 1-9, Maret 2018.
- [2] Bayu Zamzam Nurjaman, dkk, "Pengaruh Penggunaan Agregat Abu Batu Sebagai Pengganti Agregat Halus Alami Terhadap Sifat-Sifat Beton." *Jurnal Konstruksi*, vol 19. No. 1, pp. 31-42, 2021.
- [3] SNI 1974-2011, "Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder," *Badan Stand. Nas. Indones.*, 2011, 20.
- [4] SK SNI 03-2847-2002. "Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, Panitia Teknik Standarisasi Bidang Konstruksi dan Bangunan, Bandung," 2002.
- [5] SK SNI 03-1974-1990. "Kuat Tekan Beton. Badan Standardisasi Nasional," 1990.
- [6] Mulyono, T, "*Teknologi Beton*," Yogyakarta: Andi Offset, 2005.
- [7] Tjokrodinuljo, K, "*Teknologi Beton*", Yogyakarta: Nafiri, 2007.