

Studi Eksperimental Beton dari Limbah Abu Batu Sebagai Substitusi Pasir Alami

Ira Puspitasari¹⁾, Qoiznur Dzaki Maulana²⁾, Denny Adi Prasetyo³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Konstruksi Bangunan Politeknik TEDC Bandung

¹⁾ eera.civilundip@gmail.com* ; ²⁾ dzakimaulani567@gmail.com;

³⁾ dennyadi@poltektedc.ac.id

* Corresponding Author : eera.civilundip@gmail.com

Beton adalah salah satu pilihan material struktur yang cukup penting dalam mendukung pembangunan sehingga kualitas beton dituntut untuk ditingkatkan melalui penelitian- penelitian. Beton didefinisikan sebagai campuran antara agregat halus (pasir), semen, agregat kasar (kerikil), dan air dengan atau tanpa bahan tambahan sehingga terbentuk massa padat. Batujajar Kabupaten Bandung Jawa Barat dikenal dengan banyaknya industri batu belah yang menghasilkan limbah abu batu dengan jumlah yang cukup banyak. Kriteria dari abu batu adalah lolos ayakan berdiameter 4,75 mm dan bertahan di ayakan 0,075 sehingga abu batu merupakan limbah yang bisa dijadikan alternatif pengganti agregat halus/pasir untuk pembuatan beton. Penelitian ini bertujuan mengetahui kadar optimum pemakaian abu batu dalam menggantikan pasir pada pembuatan beton. Pada penelitian ini juga mengukur tingkat efektifitas kuat tekan beton dan berat jenis antara beberapa variasi adukan Pasir Alami (PA) Abu Batu (AB). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan rata- rata tertinggi dihasilkan dari beton dengan proporsi PA 60 % : AB 40% yaitu 12,76 MPa. Pemeriksaan berat volume beton menunjukkan proporsi AB 20 % : PA 80% menghasilkan berat volume rata- rata terbesar yaitu 2,27 gr/cm³ sedangkan pada proporsi PA 40 % : AB 60% nilai berat volume 2,25 gr/cm³. Penggunaan abu batu sebagai pengganti sebagian pasir meningkatkan kuat tekan beton namun tidak signifikan meningkatkan berat volume beton.

Kata kunci : Abu Batu; Beton; Batujajar; Limbah

ABSTRACT

Concrete is one of the structural material choices that is quite important in supporting development so is defined as a mixture of fine aggregate (sand), cement, coarse aggregate (gravel that the quality of concrete is required to be improved through research. Concrete), and water with or without additives to form a solid mass. Batujajar, Bandung Regency, West Java, is known for its large number of split stone industries which produce quite a large amount of stone ash waste. The criteria for stone ash are passing through a 4.75 mm diameter sieve and surviving on a 0.075 sieve so that rock ash is a waste that can be used as an alternative to fine aggregate/sand for making concrete. This study aims to determine the optimum level of use of stone ash in replacing sand in the manufacture of concrete. This research also measured the level of effectiveness of concrete compressive strength and specific gravity between several variations of Natural Sand (PA) Ash Batu (AB) mortar. The results showed that the highest average compressive strength was produced from concrete with the proportion PA 60% : AB 40%, namely 12.76 MPa. Examination of the concrete unit weight showed that the proportion of AB 20% : PA 80% resulted in the largest average unit weight, namely 2.27 gr/cm³, while the proportion of PA 40% : AB 60% resulted in a unit weight value of 2.25 gr/cm³. The use of stone ash as a partial replacement for sand increases the compressive strength of concrete but does not significantly increase the concrete's unit weight.

Keywords : *Batujajar; Concrete ; Stone Ash; Waste*

PENDAHULUAN

Konstruksi beton di Indonesia berkembang secara pesat, berbagai penelitian dikembangkan guna mendukung teknologi konstruksi dalam hal bahan/material konstruksi dan teknologi dalam pelaksanaan konstruksi dimana penggunaan agregat halus dari limbah merupakan solusi yang efektif guna mengurangi eksploitasi sumber daya

alam [1]. Pemanfaatan limbah bertujuan untuk mencegah pencemaran lingkungan dikarenakan jumlahnya yang banyak dimana bisa membuat kerugian bagi manusia dan ekosistem [2]. Dalam pembuatan beton, agregat memiliki komposisi paling besar sekitar 50% - 80%, hal ini menyebabkan kualitas dan jenis agregat memiliki pengaruh pada mutu dan sifat beton.

Agregat berfungsi sebagai pengisi/ filler pada campuran beton dimana agregat dengan kualitas yang baik bisa memperkecil pori pada beton sehingga kekuatan bertambah. Agregat bertindak sebagai pengisi dalam campuran beton, dan agregat yang baik meminimalkan pori-pori dalam beton, sehingga meningkatkan kekuatannya[3]. Agregat halus atau adalah material penyusun utama beton dengan prosentase sekitar 35% dalam volume beton disisi lain pasir alami ini merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbahai sehingga diperlukan alternatif material yang murah dan mudah dan lebih utama berupa limbah [4]. Batujajar Kabupaten Bandung Jawa Barat dikenal dengan banyaknya industri batu belah yang menghasilkan limbah abu batu dengan jumlah yang cukup banyak. Abu batu dihasilkan dari gerusan batu yang dipecahkan dimana jumlahnya cukup banyak sehingga abu batu merupakan limbah yang bisa dimanfaatkan sebagai pengganti pasir [5]. Abu batu memiliki kriteria lolos saringan berdiameter 4,75 mm dan tertahan saringan 0,075 sehingga abu batu mempunyai kriteria seperti pasir yang bisa dijadikan untuk campuran material pembuatan beton [6].

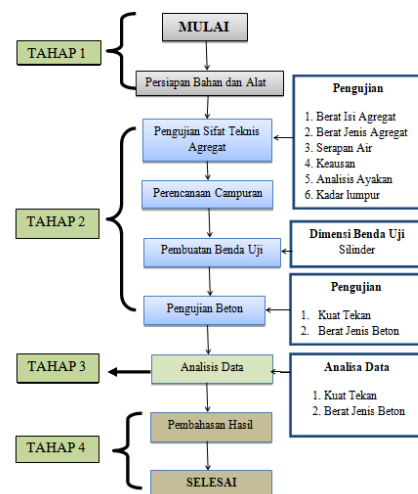
Meskipun abu batu jumlahnya cukup banyak namun belum terlalu laku dijual karena belum banyak yang tahu tentang manfaat abu batu sehingga dilakukan inovasi guna memanfaatkan abu batu sebagai pengganti pasir/ agregat halus pada pembuatan beton. Abu batu sebagian besar memiliki warna abu-abu yang berbentuk butiran kasar. Beberapa kelebihan abu batu dari pasir adalah mempunyai tekstur tajam karena berasal dari proses pemecahan yang menyebabkan ikatan yang cukup kuat pada proses pembuatan beton. Kelebihan lainnya adalah ukurannya yang kecil menyerupai debu bisa digunakan sebagai pengisi untuk campuran beton dan tanpa membutuhkan pengayakan. [7]. Pemakaian abu batu sudah dilakukan misal untuk pembuatan batako, gorong – gorong, onblock beton bisa mencapai lebih dari 50% terutama untuk pembuatan conblock, batako, dan gorong-gorong. Kemampuan abu batu dalam mengikat material dengan baik, mengurangi pemakaian semen, manfaat lain dari abu batu yaitu mampu mengikat material lebih baik, menghemat penggunaan semen, produksi batako/beton menjadi lebih cepat. Dari manfaat abu batu bisa disimpulkan jika masyarakat terampil mengolahnya maka bisa menambah pendapatan

[8]. Dari segi ekonomi ,pemanfaatan abu batu sebagai pengganti sebagian pasir alami adalah bisa mengurangi harga pokok pembuatan beton. Dari segi lingkungan, adanya penggunaan abu batu ini meminimalisir eksploitasi penggalian pasir dari dasar sungai yang mana hal tersebut bisa mengurangi dasar tinggi air yang mengakibatkan perkolasi air hujan berkurang dan permukaan air tanah menurun [9].

Beberapa penelitian tentang abu batu memperlihatkan bahwa penggunaan abu batu untuk beton bisa berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Salah satu penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan rata- rata paling tinggi diperoleh pada komposisi 40% abu batu dan 60 % pasir alami . Semakin banyak abu batu pada campuran beton mengakibatkan penurunan kuat tekan meskipun kuat tekan rencana masih terpenuhi[5][6]. Hasil penelitian lainnya menunjukkan kuat tekan beton maksimum diperoleh pada komposisi abu batu 20% dan pasir 80% sedangkan nilai modulus elastisitas paling besar pada komposisi 40% abu batu dan 60% pasir alami [10]. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kadar optimum pemakaian abu batu dan mengetahui sejauh mana dapat dimanfaatkan untuk solusi masalah pencemaran lingkungan serta menjadi alternatif peningkatan ekonomi masyarakat. Pada penelitian ini juga mengukur tingkat efektifitas kuat tekan beton dan berat jenis antara beberapa variasi adukan Pasir Alami (PA) Abu Batu (AB).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Tahapan penelitian digambarkan pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1 . Tahap Pelaksanaan Penelitian

Penjelasan tahapan pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Tahap 1

Pada tahap 1 dilakukan persiapan alat dan bahan berdasarkan studi literatur sebelum pengujian.

2. Tahap 2

Pada tahap 2 dilakukan pengujian material beton yaitu agregat halus, agregat kasar dan limbah abu batu. Pengujian ini meliputi berat jenis, berat volume, daya serap air, analisa ayakan, kadar lumpur. Khusus pada agregat kasar disertai pengujian keausan. Setelah pengujian material dilakukan perencanaan campuran beton menggunakan metode SNI. Hasil perencanaan campuran (mix desain) disubstitusikan pada proporsi benda uji beton normal dan beton dengan limbah abu batu dengan variabel di bawah ini:

- a. 0 % abu batu + 100 % pasir alami
- b. 20 % abu batu + 80 % pasir alami
- c. 40% abu batu + 60 % pasir alami
- d. 60 % abu batu + 40 % pasir alami

Masing- masing variabel berjumlah 2 benda uji berbentuk silinder dengan diameter cetakan 15 cm dan tinggi 30 cm, sehingga total benda uji adalah 8 buah. Setelah dilakukan curing/ perawatan selanjutnya dilakukan pengujian berat jenis dan kuat tekan beton

3. Tahap 3

Tahap ketiga ini berisi analisa data dari hasil pengujian material, berat jenis dan kuat tekan

4. Tahap 4

Tahap 4 merupakan tahap terakhir yang berisi pembahasan dari analisa data dan penarikan kesimpulan serta saran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan material

Pemeriksaan material bertujuan untuk memperoleh karakteristik/ sifat dari material beton meliputi agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir) dan abu batu. Hasil rekapitulasi pemeriksaan adalah sebagai berikut:

Tabel 1 . Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Material

Parameter	Satuan	Agregat Halus (Pasir)	Agregat Kasar (Split)	Abu Batu
Analisa Saringan (FM)	%	3,39	7,70	3,5
Kadar Air Asli	%	1,63	2,08	5,218
Kadar Air SSD	%	4,93	3,30	
Berat Isi	kg/m ³	1,58	1,21	1,51
Berat Jenis Kering		2,45	2,54	2,487
Berat Jenis SSD		2,62	2,62	2,59
Berat Jenis Semu		2,79	2,77	2,78
Kadar Lumpur	%	5,65	0,2	20

Analisa Saringan (FM)	%	3,39	7,70	3,5
Kadar Air Asli	%	1,63	2,08	5,218
Kadar Air SSD	%	4,93	3,30	
Berat Isi	kg/m ³	1,58	1,21	1,51
Berat Jenis Kering		2,45	2,54	2,487
Berat Jenis SSD		2,62	2,62	2,59
Berat Jenis Semu		2,79	2,77	2,78
Kadar Lumpur	%	5,65	0,2	20

Dari hasil pemeriksaan material pada tabel 1 di atas dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Hasil analisa saringan abu batu memenuhi persyaratan dalam pembuatan campuran beton sehingga bisa digunakan sebagai salah satu material pengganti pasir.
2. Kadar air dalam kondisi asli pada abu batu lebih besar dibanding pasir/ agregat halus dimana hal ini akan berpengaruh pada perencanaan campuran beton.
3. Menurut SNI 03-1973-2008 batas minimum nilai berat isi untuk agregat halus 0,4-1,9 kg/m³. Maka agregat Abu Batu ini memenuhi syarat berat isi bahan campuran pengujian beton.
4. Abu batu memiliki berat jenis SSD 2,59 dimana kondisi tersebut memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan bangunan. PUBI 1982 Pasal 11 Pasir Beton “Syarat berat jenis pasir yang baik adalah 2.4-2.9”.
5. Menurut Standard SK SNI S-04-1998 bahwa pasir yang baik untuk bahan bangunan adalah agregat halus yang memiliki kadar lumpur dibawah 5%. Namun pada abu batu memiliki kadar lumpur 20% maka perlu dicuci sebelum digunakan sebagai Bahan Bangunan atau Pembuatan Beton.

Berat Jenis Beton

Salah satu pengujian yang wajib dilakukan adalah mengetahui berat jenis beton yang dibuat. Tujuan dilakukan pengujian ini adalah untuk mengetahui berat beton per satuan isi. Perhitungan ini juga bisa sebagai dasar saat proses perencanaan suatu struktur agar

memperoleh desain struktur yang aman. Berat jenis bisa dihitung apabila diketahui massa dan volume dari sebuah material dimana dalam hal ini berupa benda uji berbentuk silinder. Rumus perhitungan berat jenis adalah:

$$\text{Berat jenis } (\rho) = \text{massa } (m) / \text{volume } (v)$$

Dimana:

Satuan untuk berat jenis adalah kg/m^3

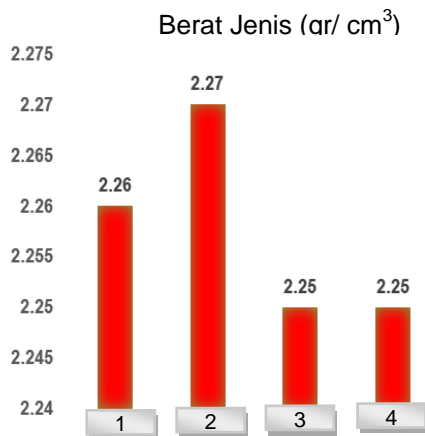
Variasi Adukan	Berat Jenis (gr/cm^3)		
	A	B	BJ Rata-Rata
AB 0% : PA 100 % (1)	2,25	2,27	2,26
AB 20% : PA 80 % (2)	2,25	2,28	2,27
AB 40% : PA 60 % (3)	2,25	2,25	2,25
AB 60% : OPA % (4)	2,25	2,25	2,25

Satuan untuk massa adalah kg

Satuan untuk volume adalah m^3

Tabel 2 . Rekapitulasi Berat Jenis

Berdasarkan pengukuran dimensi benda uji dan penimbangan massa benda uji maka diperoleh data sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik Rekapitulasi Berat Jenis Beton

Tabel 3. Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 hari

No	Variable	Benda Uji (Silinder)	Beban (kN)	Luas bidang (mm^2)	Massa (kg)	Kuat Tekan (MPa)
1	AB 0% : PA 100%	1	114,871	17671,5	11,973	6,5
		2	134,681	17671,5	12,032	7,6
2	AB 20% : PA 80%	1	142,718	17671,5	11,973	8,0
		2	146,347	17671,5	11,963	8,3
3	AB 40% : PA	1	144,113	17671,5	11,893	8,2

Berdasarkan gambar 2 bisa disimpulkan bahwa berat jenis terbesar diperoleh pada campuran 2 dimana abu batu mensubstitusikan pasir alami sebesar 20% dengan nilai berat jenis beton 2,27 kg/cm^3 . Berat jenis terkecil yaitu 2,25 kg/cm^3 yang terdapat pada seluruh campuran beton. Kondisi ini menyimpulkan bahwa penggantian pasir alami tidak signifikan berpengaruh terhadap berat jenis beton.

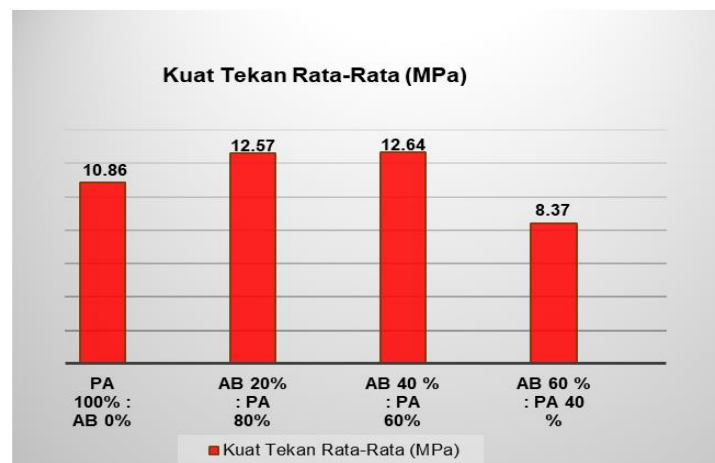
Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengujian kuat tekan dilakukan saat umur 7 hari yang kemudian dikonversikan ke umur 28 hari sebagai standar maksimum performa pada beton. Cara mengkonversi ke umur 28 hari adalah membagi kuat tekan hasil pengujian beton umur 7 hari dengan 0,65. Hasil rekapitulasi pengujian adalah sebagai berikut:

4	60%	2	146,66	17671,5	11.925	8,3
	AB 60 % : PA 40	1	97,192	17671,5	11.780	5,5
	%	2	95,272	17671,5	11.921	5,4

Tabel 4. Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 hari

No	Variable	Benda Uji (Silinder)	Kuat Tekan 7 hari (MPa)	Kuat Tekan 28 hari (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
1	AB 0% : PA 100%	1	6,5	10	10,86
		2	7,6	11,72	
2	AB 20% : PA 80%	1	8,0	12,41	12,57
		2	8,3	12,73	
3	AB 40 % : PA 60%	1	8,2	12,53	12,64
		2	8,3	12,76	
4	AB 60 % : PA 40 %	1	5,5	8,46	8,37
		2	5,4	8,29	



Gambar 3. Kuat Tekan Beton Umur 28 hari

Gambar 3 menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata tertinggi dihasilkan dari beton dengan proporsi PA 60 % : AB 40% yaitu 12,76 MPa. Urutan kedua proporsi AB 20 % : PA 80% dengan kuat tekan rata-rata 12,73 MPa, dilanjutkan proporsi PA 100 % : AB 0% menghasilkan kuat tekan rata-rata 10,86 MPa dan paling rendah dihasilkan dari proporsi PA 40 % : AB 60% yaitu 8,37 MPa. Dari pembahasan ini bisa disimpulkan bahwa penggunaan abu batu sebagai substitusi pasir bisa meningkatkan kuat tekan beton.

SIMPULAN

Dari pemeriksaan material abu batu didapatkan bahwa abu batu memiliki berat jenis 2,59 yang artinya antara 2,4 – 2,9 sehingga memenuhi syarat sebagai bahan bangunan sesuai PBI (peraturan Beton Indonesia). Selain itu berat isi abu batu juga Abu Batu ini memenuhi syarat berat isi bahan campuran pengujian beton hanya saja kadar lumpur lebih dari 5% sehingga perlu ada pencucian atau pembersihan lumpur yang terkandung. Dari hasil Pemeriksaan berat jenis beton menunjukkan proporsi AB 20 % : PA 80% menghasilkan berat jenis rata-rata terbesar yaitu 2,27 gr/cm³ sedangkan pada proporsi PA 40 % :

AB 60% nilai berat jenis 2,25 gr/cm³. Penggantian pasir dengan abu batu tidak signifikan meningkatkan berat jenis bahkan cenderung tetap. Pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa nilai rata-rata tertinggi dihasilkan dari beton dengan proporsi PA 60 % : AB 40% yaitu 12,76 MPa. Urutan kedua proporsi AB 20 % : PA 80% dengan kuat tekan rata-rata 12,73 MPa, dilanjutkan proporsi PA 100 % : AB 0% menghasilkan kuat tekan rata-rata 10,86 MPa dan paling rendah dihasilkan dari proporsi PA 40 % : AB 60% yaitu 8,37 MPa. Ini artinya penggunaan abu batu meningkatkan kuat tekan pada beton.

- [8] Handayani F., Gazali A., Ruliana Febrianty, dan Saukani M., 2020, Alternatif Material Baru Pengolahan Dinding Bangunan Berbahan Abu Batu Di Kelurahan Telaga Biru Kecamatan Banjarmasin Barat Kota Banjarmasin, *Jurnal Pengabdian Al-Ikhlas*, Vol 6 no 2
- [9] Ranti Hidayawanti, Imam Widjoyo, Hannisyah Nur Fadila Febrianty, Shanty Rizki Nurbaety, *Komparasi Abu Batu Sebagai Substitusi Pasir Untuk Mengurangi Harga Pokok Produksi Dalam Pembuatan Beton*, *Jurnal Forum Mekanika* Vol. 11, No. 1, Mei 2022
- [10] Harjono J., 2017, *Pengaruh Abu Batu Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Sifat Mekanik Beton*, Skripsi, Yogyakarta: Universitas Atma Jaya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. I. Hidayawanti Ranti, Legino Supriadi, "Utilization Manufactured Sand as Fine Aggregate For Concrete Quality," vol. 2018, no. July, pp. 45–51, 2018J
- [2] Wisama F., Elisabeth F., Fahrni I. 2019. Pemanfaatan Limbah Konstruksi menjadi Villa Serbaguna dengan Pendekatan Green Design, *Jurnal Desain Interior*
- [3] Supriadi and M. Eri S. Romadhon. 2020. "Optimalisasi Penggunaan Abu Batu Sebagai Pengganti Pasir Dalam Campuran Beton," *J. Tek. Sipil*, vol. 19, no. 1, pp. 34–48
- [4] P. Jaishankar and V. Eswara Rao. 2016. "Experimental study on strength of concrete by using metakaolin and M-Sand," *Int. J. ChemTech Res.*, vol. 9, no. 5, pp. 446–452
- [5] A. Haris HA, Sambodj R.S., Febri A. 2017. *Pengaruh Penggunaan Abu Batu Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K-350*, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
- [6] Handayani F., 2019, *Manfaat Limbah Abu Batu Sebagai Tambahan Material Bahan Bangunan*, Seminar Nasional Tahunan VI Program Studi Magister Teknik Sipil ULM
- [7] Afif A., Bale H.A. 2019. *Pengaruh Abu Batu Sebagai Substitusi Agregat Halus Dan Penambahan Superplasticizer Terhadap Karakteristik Beton Mutu Tinggi*, *Jurnal Teknisia Universitas Islam Indonesia*