

Pemanfaatan *Waste Concrete* Sebagai Agregat Kasar Dengan Penambahan Serbuk Batu *Basalt* Pada Beton Mutu Normal

Utilization of Waste Concrete as Coarse Aggregate with the Addition of Basalt Powder to Normal Quality Concrete

Rajiman^{1*}, Yudha Ghazy Allamsyah²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

²Prgram Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Sumatera, Lampung, Indonesia

*Email: rajiman.m.t@gmail.com

Abstrak

Seiring penggunaan beton sebagai material konstruksi, teknik konstruksi dan berbagai variasi beton terus berkembang. Dalam penelitian ini penulis melakukan pengujian beton yang menggunakan material alami serbuk batu *basalt* skoria dan *waste concrete* yang perlu dikembangkan sebagai alternatif pengganti campuran agregat dan dianggap penting karena dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan adanya minimalisasi juga dapat mengurangi pemakaian sumber daya alam. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui nilai kuat tekan beton tanpa penggunaan serbuk batu *basalt* dan zat adiktif, mengetahui nilai kuat tekan beton dengan penggunaan serbuk batu *basalt* dan zat adiktif, mengetahui presentase perubahan kuat tekan beton, dan mengetahui nilai efisiensi biaya produksi *waste concrete*. Hasil dari nilai kuat tekan beton menggunakan agregat kasar *waste concrete* tanpa penambahan serbuk batu *basalt* dan zat adiktif pada umur beton 3 hari kuat tekan rerata sebesar 23,18 Mpa, 7 hari sebesar 25,48 Mpa, dan 28 hari sebesar 26,94 Mpa. Nilai kuat tekan beton menggunakan agregat kasar *waste concrete* dengan penambahan serbuk batu *basalt* dan zat adiktif pada umur beton 3 hari kuat tekan rerata sebesar 24,84 Mpa, 7 hari sebesar 27,18 Mpa, dan umur 28 hari 30,91 Mpa. Presentase nilai kuat tekan beton pada 3 hari sebesar 7,14%, umur 7 hari sebesar 6,50%, dan umur 28 hari sebesar 14,75%. Biaya produksi dengan material agregat kasar *waste concrete* lebih murah dibandingkan dengan material agregat kasar SBB Tanjungan.

Kata kunci: Agregat Kasar; Batu Basalt; Kuat Tekan; *Waste Concrete*

Abstract

Along with the use of concrete as a construction material, construction techniques and various variations of concrete continue to develop. In this study the authors tested concrete using natural stone powderbasalt scoria andwaste concrete which needs to be developed as an alternative to the aggregate mixture and is considered important because it can reduce negative impacts on the environment. With minimization can also reduce the use of natural resources. The purpose of this study is to determine the compressive strength of concrete without the use of stone powderbasalt and addictive substances, knowing the value of concrete compressive strength with the use of stone powderbasalt and addictive substances, knowing the percentage change in concrete compressive strength, and knowing the value of production cost efficiencywaste concrete. The results of the compressive strength value of concrete using waste concrete coarse aggregate without the addition of basalt stone powder and addictive substances at the age of 3 days concrete average compressive strength of 23.18 MPa, 7 days of 25.48 MPa, and 28 days of 26.94 MPa. The compressive strength value of concrete using waste concrete coarse aggregate with the addition of basalt stone powder and addictive substances at the age of 3 days concrete has an average compressive strength of 24.84 MPa, 7 days of 27.18 MPa, and 28 days of age of 30.91 MPa. The percentage value of concrete compressive strength at 3 days was 7.14%, 7 days old was 6.50%, and 28 days old was 14.75%. Production costs with waste concrete coarse aggregate material are cheaper than SBB Tanjungan coarse aggregate material.

Keywords: Coarse Aggregate; Stonebasalt; Compressive Strength; *Waste Concrete*

PENDAHULUAN

Beton dan berbagai variasinya yang ada sekarang digunakan hampir semua jenis konstruksi dari rumah sederhana, gedung bertingkat, jalan layang, jembatan, menara air, lapangan udara, dinding penahan tanah, terowongan, bendungan, kanal, tiang pancang, bahkan bantalan kereta api.

Limbah konstruksi adalah puing-puing bangunan, tanah, beton, baja, kayu dan bahan-bahan lainnya yang timbul dari berbagai kegiatan konstruksi. Potensi limbah konstruksi keseluruhan ini pada setiap proyek yang ada di Indonesia sekitar 10-20%. Sebagai contoh pada pembangunan Gedung DPRD dan balai kota DKI Jakarta jumlah limbah besi sebanyak 1,25%, limbah kayu sebanyak 11,67%, *waste concrete* sisa cor sebanyak 7,43% dan limbah bobokan beton sebanyak 7,72% [2].

Limbah-limbah konstruksi yang ada dapat dimanfaatkan kembali menjadi bahan campuran dalam pembentukkan beton. Salah satu limbah yang bisa dipakai dalam pembuatan beton yaitu *waste concrete* sisa pembongkaran. Pada penelitian test kuat tekan beton yang pernah dilakukan oleh peneliti terdahulu menggunakan abu batu basalt yang menunjukkan kuat tekan hancur mencapai 597 kg/cm² [3]. Penggunaan batu ini perlu dilakukan pemecahan dengan mesin crusher. Pemecahan dengan mesin tersebut akan menghasilkan serbuk batu basalt dengan ukuran lolos saringan no. 200.

Penggunaan batu basalt dikarenakan terdapat kesamaan kandungan senyawa pada batu basalt dan semen. Kandungan batu basalt yang sejenis dengan semen portland antara lain adalah Oksida Silika (SiO₂), Oksida Aluminium (Al₂O₃), Oksida Besi (Fe₂O₃). Adanya bahan adiktif pendukung lainnya adalah *superplasticizer*. *Superplasticizer* adalah bahan tambah yang dimasukkan ke dalam beton segar berfungsi sebagai mengurangi penggunaan air yang lebih sedikit dan diharapkan meningkatkan

kekuatan beton yang lebih tinggi.

Dalam penelitian ini penulis melakukan pengujian beton yang menggunakan material alami serbuk batu basalt skoria dan *waste concrete* yang perlu dikembangkan sebagai alternatif pengganti campuran agregat dan dianggap penting karena dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan adanya minimalisasi juga dapat mengurangi pemakaian sumber daya alam.

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan diatas, maka penulis melakukan penelitian dengan judul Pemanfaatan *Waste concrete* sebagai Pengganti Agregat Kasar Dengan Penambahan Serbuk Batu Basalt.

METODE PENELITIAN

Metode eksperimental adalah metode yang digunakan pada studi ini. Tujuan dari studi ini adalah mengetahui pengaruh kuat tekan beton penggantian pada subjek penelitian. Alat disiapkan dengan menambah *waste concrete*, seperti pada campuran beton. Masing-masing dari 18 benda uji diantaranya 9 buah beton normal dan 10 varian beton dilakukan uji kuat tekannya selama 3, 7, dan 28 hari untuk mencapai kuat tekan desain 25 MPa.

Persiapan Beton

Pengumpulan Data

Data penelitian didapat dari media berupa buku atau literatur, dokumen, jurnal, baik yang diterbitkan maupun yang belum dimodifikasi. Data ini kami gunakan sebagai data tambahan dalam kegiatan penelitian kami, baik dalam melakukan survei lapangan maupun dalam memecahkan masalah yang muncul selama penyelidikan.

Pengambilan Bahan Waste Concrete dan Serbuk Batu Basalt

Material *waste concrete* diperoleh dari sisa cor-coran beton di proyek dan serbuk batu *basalt* sendiri didapat dari LIPI Lampung.

Desain Campuran

Proyek pencampuran mengacu pada SNI 03-2834-2000, yang mengatur mengenai cara untuk membuat campuran beton standar.

Penelitian Laboratorium

Dilakukan di laboratorium struktur meliputi produksi sampel beton dan uji kuat tekan sampel beton. Selama pembuatan cetakan, bahan dicampur dalam mixer dengan sampel uji.

Analisis Data dan Kesimpulan

Segala sesuatu yang dilaksanakan selama serta setelah pembangunan fasilitas pengujian dan hasil yang dianalisis selama pembangunan fasilitas pengujian dan kemudian ditarik kesimpulan.

Prosedur Pembuatan Beton

Bahan

Pada penelitian ini menggunakan bahan antara lain 1) Semen *portland*, berguna sebagai perekat untuk campuran beton. Semen yang dipakai ialah Semen Baturaja Tipe I yang diperoleh dalam keadaan baik; 2) Agregat Kasar (*Waste concrete*), yang digunakan berasal dari sisa proyek; 3) Agregat halus, yang digunakan berasal dari pasir Gunung Sugih, Lampung Tengah; 4) Zat adiktif, yang digunakan adalah *admixture Sika Viscocrete 3115-N* berasal dari PT. SIKA; dan 5) Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Institut Teknologi Sumatera.

Alat

Pada penelitian ini alat-alat yang digunakan antara lain 1) satu set saringan, Dipergunakan untuk memilih gradasi agregat dan menentukan modulus kehalusan

agregat; 2) Timbangan, yang dipakai adalah timbangan digital menggunakan kapasitas 30kg dan tingkat ketelitiannya 0,1 gram; 3) Piknometer, Dipergunakan untuk pemeriksaan berat jenis kering muka, kering, jenuh, dan absorpsi agregat halus; 4) Bejana silinder, sebagai wadah dan tongkat pemadat untuk memadatkan agregat Pada uji berat volume agregat; 5) Oven, digunakan untuk memanaskan agregat dan menghilangkan air pada agregat. Oven juga menjadi pendukung yang digunakan untuk uji penyerapan air pada agregat; 6) cetakan silinder beton sebagai wadah adonan beton berukuran 100 mm dan diameter 200 mm; 7) *Concrete Mixer*, dipergunakan untuk mempermudah saat mengaduk antar bahan penyusun beton, digerakkan menggunakan bantuan listrik, berkapasitas 0,125 m³ dengan 20-30 putaran per menit; 8) Vibrator, agar adonan memadat pada cetakan dan tidak menimbulkan celah udara; 9) Kerucut Abrams, untuk melakukan uji slump beton dipergunakan buat mengukur kelacakan atau *workability* adukan; 10) *Compression Testing Machine*, Alat yang dipakai untuk uji nilai kuat tekan, berbobot 150 ton dan memiliki akurasi 0,5 ton. Kecepatan pemuatan adalah 0,14 -0,34 MPa/detik; 11) Gelas ukur, volume tidak melebihi 1 liter untuk mengukur volume dari air; dan 12) Mesin *Los Angeles* merupakan salah satu mesin untuk pengujian keausan / abrasi agregat kasar, fungsinya adalah kemampuan agregat untuk menahan gesekan, dihitung berdasarkan kehancuran agregat tersebut yaitu dengan cara mengayak agregat dalam ayakan no.12 (1.70 mm).

Langkah-langkah Pembuatan Beton

Penimbangan Bahan

Penimbangan material luntuk produksi beton dilakukan dengan komposisi hasil perhitungan desain campuran.

Pencampuran Beton

Komponen untuk produksi beton dicampurkan pada keadaan kering muka. Kemudian lanjutkan untuk menambahkan air yang diperlukan.

Uji Slump

Luaran dari *uji slump* ialah untuk mendapatkan konsistensi (ketebalan campuran) dalam campuran beton segar. Tes bekerja dengan menempatkan kerucut Abrams di atas pelat baja. Campuran beton ditempatkan pada kerucut lalu memasukkan adonan beton sampai memenuhi 1/3 dari tinggi kerucut kemudian ditumbuk 25 kali dengan batang besi. Kemudian tuang kembali massa beton hingga memenuhi 2/3 dari tinggi kerucut, masukkan kembali 25 kali dengan batang besi, masukkan kembali beton sampai kerucut terisi penuh, tusuk kembali 25 kali dengan batang besi. Gunakan sendok semen untuk meratakan permukaan cetakan. Angkat cetakan kemudian ukur beda ketinggian kerucut dan campuran beton.

Mencetak Adonan Beton

Tempatkan campuran beton pada cetakan yang sudah dipersiapkan dengan silinder atau balok. Proses pemasukan campuran pada cetakan dilakukan menjadi 3 lapis dengan 1/3 cetakan menggunakan cara mengompresi cetakan 25 kali dengan batang besi untuk tiap lapisnya.

Pemadatan Beton

Terdapat 2 langkah, yaitu 1) Pemampatan menggunakan vibrator berupa batang getar yang ditempatkan dalam campuran beton selama beberapa waktu; dan 2) Pemadatan luar dengan menggetarkan cetakan beton dengan tangan atau dengan mengetuk bagian luar cetakan beton dengan palu karet.

Pengujian Pembuatan Beton

Campuran beton tersebut kemudian dituangkan pada cetakan silinder dimensi 150 mm x 300 mm. Permukaan sampel atas dan bawah harus rata. Curing dikerjakan sampai umur 28 hari. Sampel tersebut kemudian dikeluarkan dari cetakan.

Uji kuat tekan dilaksanakan dengan sampel uji berbentuk silinder beton selama 28 hari. Sampel beton ditimbang sebelum memulai uji kuat tekan. Kemudian tutup lebih lanjut bagian sisi atas dan sisi bawah benda uji menggunakan belerang. Tujuan dari tumpuan tersebut adalah untuk membuat rata permukaan sampel beton agar kuat tekan yang didapatkan optimal.

Kekuatan beton pada benda uji Tekan diuji pada mesin kompresi sesuai ASTM C39 / C39M-01. Letakkan sampel silinder di tengah alat CTM dan jalankan mesin sesuai laju kenaikan beban antara 2-4 kg/cm²/detik. Pengukuran beban harus dilakukan jika beton pecah (dalam kN). Output nilai kuat tekan terlihat pada jarum mesin menunjukkan nilai paling tinggi. *Compressive Strength* didapat dari menggunakan persamaan berikut:

$$F_c' = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

F_c' : *Compressive Strength* (N/mm²)

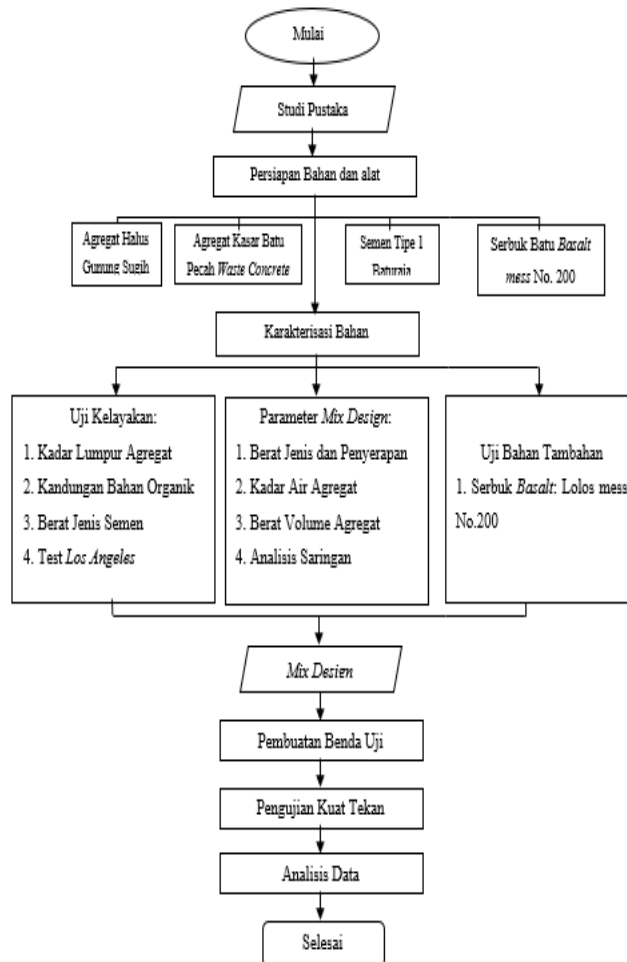
P : Tekanan Mesin Uji (N)

A : Luas Permukaan Sampel (mm²)

Analisa Hasil Penelitian

Data-data yang diperoleh kemudian dianalisa yang berupa 1) Data hasil pengujian slump untuk masing-masing tipe campuran ditabelkan; 2) Data hasil pengujian kuat tarik dijadikan tegangan tarik dengan menggunakan persamaan; 3) Menghitung besarnya perbedaan kuat tarik beton dengan bahan tambahan abu bonggol jagung dan beton tanpa bahan tambahan/beton normal kemudian ditabelkan.

Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 1 diagram alir berikut ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Standar SK SNI-03-2834-2000

digunakan untuk menghitung rencana campuran beton, dari mana diperoleh kebutuhan material per 1 m³ yaitu:

Tabel 1. Kebutuhan bahan beton untuk beton variasi

Material	Berat	Satuan
Agregat Halus	4,198	kg
Agregat Kasar	5,019	kg
Air	1,286	kg
Semen	2,426	kg
Serbuk Batu Basalt	0,072	kg
Superplastiziser (0,8% dari Binder)	0,019	kg

Saat merancang campuran beton desain, digunakan dokumen SK SNI-03-2834-2000 tentang metode persiapan rencana pencampuran beton normal sebagai

bahan referensi. Dalam studi ini, *waste concrete* digunakan sebagai pengganti agregat kasar, sedangkan serbuk batu basalt digunakan untuk bahan tambahan halus

(pasir).

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Benda uji yang telah diuji kekuatan

tekannya akan terlihat hasil-hasil dari kuat tekan masing-masing benda uji. Berikut adalah data yang dijadikan dalam bentuk tabel dari hasil pengujian kuat tekan beton.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Variasi Beton	Umur (Hari)	Kode Beton	Pmax (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rerata (Mpa)
1	Normal	3	SB 0%, SP 0%	60	19,87	23,18
			SB 0%, SP 0%	70	23,18	
			SB 0%, SP 0%	80	26,50	
2	Normal	7	SB 0%, SP 0%	115	23,44	25,48
			SB 0%, SP 0%	125	25,48	
			SB 0%, SP 0%	135	27,52	
3	Normal	28	SB 0%, SP 0%	190	25,17	26,94
			SB 0%, SP 0%	205	27,16	
			SB 0%, SP 0%	215	28,48	
4	Abu Basalt 3%, SP 0,8%	3	SB 3%, SP 0,8%	70	23,18	24,84
			SB 3%, SP 0,8%	75	24,84	
			SB 3%, SP 0,8%	80	26,50	
5	Abu Basalt 3%, SP 0,8%	7	SB 3%, SP 0,8%	130	26,50	27,18
			SB 3%, SP 0,8%	135	27,52	
			SB 3%, SP 0,8%	135	27,52	
6	Abu Basalt 3%, SP 0,8%	28	SB 3%, SP 0,8%	225	29,81	30,91
			SB 3%, SP 0,8%	235	31,13	
			SB 3%, SP 0,8%	240	31,80	

Tabel 3. Perbandingan Kuat Tekan Beton Terhadap Penambahan Abu Basalt dan Superplasticizer

Jenis	Umur Beton (Hari)			Kadar Superplasticizer	Kadar Abu Basalt	Selisih Kuat Tekan					
	3	7	28			Mpa			%		
	Kuat Tekan (Mpa)					1,66	1,70	3,97	7,14	6,50	14,75
Normal	23,18	25,48	26,94	0%	0%						
Variasi	24,84	27,18	30,91	0,8%	3%						

Berdasarkan Tabel 2, jika diamati variasi kadar abu batu basalt sebagai bahan tambah semen dan superplasticizer bahwa pemakaian abu basalt dan superplasticizer

mengakibatkan kenaikan nilai kuat tekan beton. Semakin besar umur sampel beton yang diuji, semakin besar juga nilai kuat tekan beton jika dibandingkan dengan kuat

tekan beton. Pada umur beton 3, 7, dan 28 hari mengalami kenaikan sebesar 1,66; 1,70, dan 3,97 Mpa.

Pengaruh Penambahan Serbuk Batu Basalt Terhadap Kuat Tekan Beton

Uji kuat tekan beton dilaksanakan untuk melihat perbedaan kuat tekan antara beton tanpa campuran dengan beton campuran serbuk batu *basalt*, beton tanpa campuran didalam penelitian ini bisa dikatakan beton kontrol karena akan menjadi acuan pembanding bagi beton campuran lainnya. Pada penelitian ini material abu batu *basalt* yang berfungsi sebagai bahan penambah pada campuran beton. Kuat tekan beton tanpa campuran umur 3, 7, dan 28 hari pada penelitian ini sebesar 23,18; 25,48; dan 26,94 Mpa.

Sementara pada penambahan variasi serbuk batu *basalt* dan *superplasticizer* pada umur 3 hari memiliki kuat tekan 24,84 Mpa diindikasikan menaik sebesar 1,66 Mpa atau 7,14% jika dibandingkan dengan beton kontrol. Untuk variasi serbuk batu *basalt* dan *superplasticizer* pada umur 7 hari memiliki

kuat tekan 27,18 Mpa diindikasikan mengalami kenaikan sebesar 1,70 Mpa atau 6,50% jika dibandingkan dengan beton kontrol. Untuk variasi serbuk batu *basalt* dan *superplasticizer* pada umur 28 hari memiliki kuat tekan 30,91 Mpa diindikasikan mengalami kenaikan sebesar 3,97 Mpa atau 14,75% jika dibandingkan dengan beton kontrol.

Perhitungan Anggaran Biaya dan Klasifikasi Beton

Pada eksperimen ini dilakukan perbandingan anggaran biaya antara material pembuatan beton normal dengan material pembuatan beton dari bahan agregat waste. Berdasarkan surat keputusan Bupati Lampung Selatan Nomor B/508.I/IV.04/HK/2022 tentang Penetapan Standarisasi Harga Satuan (Upah, Alat dan Bahan) pada Pemerintah Daerah Kabupaten Lampung Selatan Periode I April TA 2022 berikut ini perbedaan anggaran biaya, perbedaan material agregat waste dengan material agregat campuran biasa.

Tabel 4. Anggaran Biaya Material Campuran Beton Fc' 25 MPa dalam 1 m³ Beton berdasarkan SNI 03-2834-2000

No	Bahan yang Digunakan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Semen Baturaja Tipe 1	447,92	kg	1100	492.712,00
2	Agregat Batu Split SBB Tanjungan	0,9279	m ³	395.000	366.518,85
3	Agregat Halus Pasir Gunung Sugih	0,7592	m ³	225.000	170.817,19
4	Addictive Superplastiziser	3,58336	liter	80000	286.668,80
Jumlah					1.316.716,84

Tabel 5. Anggaran Biaya Material Campuran Beton Variasi Material Waste dalam 1 m³ Beton

No	Bahan yang Digunakan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Semen Baturaja Tipe 1	447,92	kg	1100	492.712,00
No	Bahan yang Digunakan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
2	Batu Pecah Waste concrete	0,92789	m ³	0	0
3	Agregat Halus Pasir Gunung Sugih	0,75918	m ³	225.000	170.817,19
4	Addictive Superplastiziser	3,58336	liter	80.000	286.668,80
5	Serbuk Batu Basalt	0,013438	m ³	115000	1.545,31
Jumlah					1.016.696,01

Bila ditinjau dari harga satuan bahan, dari Tabel 4 dan Tabel 5 menunjukkan bahwa selisih anggaran biayanya sebesar Rp 300.020,83 dengan penambahan zat adiktif superplasticizer dan serbuk batu basalt pada penggunaan material agregat waste sebagai campuran beton relative lebih murah dibandingkan dengan material biasa untuk campuran beton berdasarkan SNI 03-2834-2000. Selain anggaran biayanya lebih murah untuk pembuatan campuran beton variasi menggunakan serbuk batu basalt, hasil kuat tekannya juga relative lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data hasil penelitian dapat diperoleh beberapa kesimpulan bahwa Nilai kuat tekan beton menggunakan agregat kasar *waste concrete* tanpa penambahan serbuk batu *basalt* dan zat adiktif ditinjau pada umur beton 3 hari kuat tekan rerata yang didapat sebesar 23,18 Mpa. Pada umur beton 7 hari kuat tekan rerata yang didapat sebesar 25,48 Mpa. Pada umur beton 28 hari kuat tekan rerata yang didapat sebesar 26,94 Mpa. Nilai kuat

tekan beton pada umur 28 hari sudah mencapai kuat tekan rencana pada *mix design*.

Nilai kuat tekan beton menggunakan agregat kasar *waste concrete* dengan penambahan serbuk batu *basalt* dan zat adiktif ditinjau pada umur beton 3 hari kuat tekan rerata yang didapat sebesar 24,84 Mpa. Pada umur beton 7 hari kuat tekan rerata yang didapat sebesar 27,18 Mpa. Pada umur beton 28 hari kuat tekan rerata yang didapat sebesar 30,91 Mpa. Perubahan pada presentase nilai kuat tekan beton menggunakan agregat kasar *waste concrete* antara tanpa penambahan serbuk batu *basalt* dan zat adiktif dengan penambahan serbuk batu *basalt* dan zat adiktif terdapat selisih nilai kuat tekan beton. Pada umur beton 3 hari didapat selisih nilai kuat tekan beton rerata sebesar 1,66 Mpa atau setara dengan 7,14%. Pada umur beton 7 hari didapat selisih nilai kuat tekan beton rerata sebesar 1,70 Mpa atau setara dengan 6,50%. Pada umur beton 28 hari didapat selisih nilai kuat tekan beton rerata sebesar 3,97 Mpa atau setara dengan 14,75%.

Perbandingan nilai efisiensi biaya produksi antara campuran beton material agregat kasar *waste concrete* dengan

material agregat kasar SBB Tanjungan terdapat selisih biaya produksinya yaitu sebesar Rp 300.020,83. Biaya produksi dengan material agregat kasar *waste concrete* lebih murah dibandingkan dengan material agregat kasar SBB Tanjungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dilla Zulhijah, S. H. (2015). Pengaruh Variasi Ukuran Agregat Terhadap Karakteristik Beton Dengan Campuran Abu Sekam Padi. *JURNAL ILMU FISIKA (JIF)*, VOL 7 NO 2, SEPTEMBER, 50-55.
- [2] Andiani, Pramesti. (2011). Identifikasi Komposisi Limbah Konstruksi Pembangunan Struktur Bangunan Bertingkat Tinggi. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- [3] L. W., & Rajiman. (2011). Kinerja Mortar Abu Batu Basalt Skoria Dengan Menggunakan Semen Serbaguna Baturaja Dan Superplasticiser Structuro 335. *Jurnal Teknik Sipil UBL*, Volume 2 Nomor 1, April, 79-87.
- [4] Menteri Pekerjaan Umum. 2016. Pedoman Tata Cara Penentuan Campuran Beton Normal Dengan Semen Opc, Ppc, Dan Pcc. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta. 44 hal.
- [5] Rajiman, & Ningrum, S. (2019). Tinjauan Kuat Tekan Beton Menggunakan Campuran Serbuk Batu Basalt Sebagai Bahan Penambah Ordinary Portland Cement (OPC). *TAPAK Vol.8 No.2*. 2 Mei, 170-178.
- [6] Rajiman, & Aulia, I. (2019). Pengaruh Penambahan Serbuk Batu Basalt Pada Komposisi Campuran Beton Menggunakan Ordinary Portland Cement (OPC) Ditinjau Dari Kuat Tekan Beton. *TAPAK Vol 9 No. 1*, November, 9-17.
- [7] Bupati Lampung Selatan. 2022. B/508.I/IV.04/HK/2022. Penetapan Standarisasi Harga Satuan (Upah, Alat dan Bahan). Periode I April TA 2022. Lampung Selatan.
- [8] [SNI]Standar Nasional Indonesia. 1990. SNI 03-1969-1990. Metode Pengujian dan Berat Jenis Penyerapan Agregat Kasar. Standar Nasional Indonesia: Jakarta
- [9] [SNI]Standar Nasional Indonesia. 1990. SNI 03-1970-1990. Metode Pengujian dan Berat Jenis Penyerapan Agregat Halus. Standar Nasional Indonesia: Jakarta
- [10] [SNI]Standar Nasional Indonesia. 2000. SNI 03-2834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Standar Nasional Indonesia: Jakarta
- [11] [SNI]Standar Nasional Indonesia. 2011. SNI 1971-2011. Cara Uji Kadar Air Total Agregat dengan Pengeringan. Standar Nasional Indonesia: Jakarta
- [12] [SNI]Standar Nasional Indonesia. 2008. SNI 2417-2008. Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles. Standar Nasional Indonesia: Jakarta