

EVALUASI KEKUATAN CONCBLOCK DENGAN AGREGAT HALUS DAN AGREGAT KASAR DARI TEMPURUNG KELAPA

Agnes Yuanita Bintoro *¹, Arthur Daniel Limantara ², Sigit Winarto ³.

^{1,2,3} Fakultas Teknik, Universitas Kediri.

e-mail: *¹ agnes.y.b@gmail.com, ² arthur.limantara@gmail.com,

³ sigit.winarto@unik-kediri.ac.id.

Abstract

The growing era of the use of production waste can be processed into environmentally friendly materials. Therefore, by utilizing coconut shell waste for a concrete block mixture. The purpose of this study was to determine the compressive strength of the concrete from the addition of a mixture of fine aggregate and coarse aggregate from coconut shells. Concrete samples were tested at 28 days of concrete. For each variation is Variation 0% obtained a compressive strength of 18.5 MPa and absorption of concrete of 13.60%. The variation of 20% coconut shell and 15% shell powder obtained a compressive strength of 11.4 MPa and concrete absorption capacity of 11.69%. A variation of 25% coconut shell and 20% shell powder obtained a compressive strength of 7.6 MPa and concrete absorption capacity of 11.64%. A variation of 30% coconut shell and 25% shell powder obtained a compressive strength of 6.7 MPa and concrete absorption capacity of 10.17%. From these results, it can be seen that the concrete given a mixture of fine aggregate and coarse aggregate from coconut shell has decreased compressive strength and absorption capacity from normal concrete yields.

Keywords: Strength Press, Absorption, Variation Of Aggregate Mixture, Shell Coconut, Shell Powder, Conblock

Abstrak

Semakin berkembangnya zaman pemanfaatan limbah hasil produksi dapat diolah menjadi bahan yang ramah lingkungan. Oleh karena itu dengan memanfaatkan limbah tempurung kelapa untuk bahan campuran conblock. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kuat tekan beton dari penambahan campuran agregat halus dan agregat kasar dari tempurung kelapa. Sampel beton diuji pada umur beton 28 hari. Untuk setiap variasi adalah : Variasi 0% diperoleh kuat tekan sebesar 18,5 Mpa dan daya serap beton sebesar 13,60%. Variasi 20% tempurung kelapa dan 15% serbuk tempurung diperoleh kuat tekan sebesar 11,4 MPa dan daya serap beton sebesar 11,69%. Variasi 25% tempurung kelapa dan 20% serbuk tempurung diperoleh kuat tekan sebesar 7,6 MPa dan daya serap beton sebesar 11,64%. Variasi 30% tempurung kelapa dan 25% serbuk tempurung diperoleh kuat tekan sebesar 6,7 Mpa dan daya serap beton sebesar 10,17%. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa beton yang diberi campuran agregat halus dan agregat kasar dari tempurung kelapa mengalami penurunan kuat tekan dan daya serap dari hasil beton normalnya.

Kata Kunci : Kuat Tekan Beton, Daya Serap, Variasi Campuran Agregat, Tempurung Kelapa, Serbuk Tempurung, Conblock.

1. PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya zaman dan teknologi banyak yang memanfaatkan barang hasil limbah produksi untuk diolah menjadi bahan campuran yang ramah lingkungan, [1]. Dengan memanfaatkan barang hasil limbah produksi tersebut kita dapat menghemat pengeluaran sekaligus dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang dihasilkan dari hasil limbah produksi tersebut.

Sekarang ini lagi digiatkan untuk dapat menghasilkan bahan konstruksi untuk perkerasan jalan yang ramah lingkungan, ini diharapkan agar dapat membantu dalam meresapnya air permukaan ke dalam tanah, [2]. Oleh karena itu tidak semua perkerasan jalan menggunakan cor beton dan aspal karena air permukaan tidak cepat meresap ke dalam tanah. Apabila air permukaan tidak cepat meresap ke dalam tanah akan mengakibatkan kerusakan pada perkerasan jalan tersebut. Untuk itu sebagai alternatif dalam perkerasan jalan digunakan *concblock* [3][4].

Concblock merupakan suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland, air, batu, agregat halus, dan agregat kasar. *Concblock* itu sendiri sering digunakan sebagai salah satu alternatif perkerasan jalan yaitu seperti untuk trotoar, areal parkir, jalan pemukiman, areal taman, dan lain-lain [5][6].

Salah satu limbah rumah tangga yang sering kita temui adalah tempurung kelapa yang berasal dari buah kelapa. Biasanya tempurung kelapa ini dimanfaatkan untuk pengganti kayu bakar. Biasanya tempurung kelapa ini banyak diperoleh dari penjual kelapa parut yang sering menghasilkan pecahan tempurung kelapa yang tidak terpakai. Oleh karena itu penulis ingin mencoba melakukan penelitian mengolah limbah tempurung kelapa menjadi bahan tambahan dalam pembuatan *concblock*. Ini diharapkan dengan memanfaatkan limbah tempurung kelapa ini dapat menciptakan alternatif bahan tambahan pembuatan *concblock*, [7]. Sehingga nantinya penulis akan melakukan penelitian evaluasi kekuatan *concblock* dengan menggunakan agregat halus dan agregat kasar dari tempurung kelapa.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri, pada awal bulan maret dan selesai pada bulan juni dengan menggunakan metode Eksperimen.

2.2 Pengertian *Concblock*

Bata beton (*paving block*) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu [8][9]. Adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan mutu *paving block* dimana harus

memenuhi persyaratan [10][9]. Pada penelitian ini, mutu beton yang ingin dicapai adalah mutu beton B namun apabila tidak memenuhi mutu yang ingin dicapai penelitian ini hanya untuk mengetahui pengaruh kuat tekan yang dihasilkan dari penambahan bahan agregat halus dan agregat kasar dari tempurung kelapa. Sehingga mutu beton yang dicapai dapat dilihat dari hasil kuat tekan yang dihasilkan dari variasi penambahan agregat halus dan agregat kasar dari tempurung kelapa, [11].

2.4. *Bahan Pengisi Beton*

2.4.1. *Semen*

Menurut SNI 0013-1981, Portland cement merupakan bahan perekat dalam dalam campuran beton hasil penghalusan kliner yang senyawa utamanya terdiri dari material calcareous seperti limestone atau kapur dan material argillaceous seperti besi oksida, serta silikadan alumina yang berupa lempung. Pada penelitian ini semen yang digunakan adalah semen jenis semen portland komposit (PCC). Semen portland komposit merupakan bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Semen portland komposit ini dapat digunakan untuk konstruksi umum seperti pekerjaan beton, pasangan bata, selokan, jalan, pagar dinding dan pembuatan elemen bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan, panel beton, bata beton (paving block) dan sebagainya, [12].

2.4.2. *Agregat Halus*

Agregat didefinisikan sebagai material granular misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku besi yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk mortar atau beton semen hidrolik atau adukan. Agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,2 mm disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut silt, dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut clay, [13].

2.4.3. *Agregat Kasar*

Agregat kasar yaitu agregat yang butirannya memiliki ukuran lebih besar dari 4,75 mm. Agregat kasar selalu identik dengan sebutan kerikil ataupun batu pecah. Kerikil sebagai desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industry pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm – 40 mm [14][13].

2.4.4. Air

Fungsi air pada campuran beton adalah untuk membantu reaksi kimia yang menyebabkan berlangsungnya proses pengikatan serta sebagai pelican antara campuran agregat dan semen agar mudah dikerjakan dengan tetap menjaga workabilitas.

2.5. Karakteristik Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa merupakan limbah (sisa pengolahan) dari rumah tangga atau industri yang menggunakan kelapa sebagai bahan utama. Keberadaannya banyak terdapat di sekitar kita, dan pemanfaatannya kebanyakan hanya sebatas sebagai bahan kayu bakar, [1].

2.7. Kuat Tekan

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas [15]. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan [16]. Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat pada benda uji silinder beton (diameter 150 mm, tinggi 300 mm) sampai hancur, [17]. Untuk standar pengujian kuat tekan digunakan SNI 03- 6805 – 2002 dan ASTM C 39/C 39M-04a.

2.8. Uji Daya Serap Air

Pengukuran daya serap merupakan persentase perbandingan antara selisih berat basah dengan berat kering, sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam SNI 03-0691-1996. Sampel yang sudah diukur beratnya merupakan berat kering dan direndam selama 24 jam lalu diukur berat basahnya.

2.9. Penelitian Yang Pernah Dilakukan

1. Penelitian yang pernah dilakukan dengan penambahan tempurung kelapa sebagai pengganti agregat kasar untuk beton ringan sebesar 0%, 8%, 25%, 50%, 75%, 100% dengan kuat tekan rencana 17 Mpa, dengan faktor air semen 0,6 dan nilai slump 10 serta ukuran agregat kasar maksimal 4 mm didapatkan :
 - a. Berat jenis yang diperoleh dari penambahan tempurung kelapa untuk setiap variasi adalah 0% sebesar 2350,03 kg/cm³ , 8% sebesar 2202,52 kg/cm³, 25% sebesar 2017,92 kg/cm³, 50% sebesar 1654,40 kg/cm³, 75% sebesar 1297,17 kg/cm³, 100% sebesar 1118,3 kg/cm³.
 - b. Dari berat jenis yang sudah diperoleh pada setiap variasi dapat dibedakan dengan penambahan variasi 0% dan 8% termasuk jenis beton normal. Variasi campuran 25% bukan termasuk beton ringan. Variasi campuran 50%, 75%, dan 100% termasuk jenis beton ringan.

- c. Nilai kuat tekan dengan penambahan tempurung kelapa untuk setiap variasi adalah 0% sebesar 17 MPa, 8% sebesar 15,776 MPa, 25% sebesar 7,32 MPa, 50% sebesar 2,801 MPa, 75% sebesar 0,442%, dan 100% sebesar 0,059 MPa. Sehingga dengan semakin banyak variasi persentase penambahan agregat tempurung kelapa dapat menyebabkan penurunan nilai kuat tekan dari nilai kuat tekan beton normal.
2. Penelitian yang pernah dilakukan dengan tempurung kelapa pada beton K-100 dengan variasi sebagai berikut 0%, 5%, 7%, 9%, 11%, 13%, dan 15% dengan jumlah semen yang digunakan sebesar 325 kg/m^3 , faktor air semen 0,55, berat beton yang diambil 2300 kg/m^3 , dan perbandingan campuran pasir dan kerikil sebesar 40% : 60%, didapatkan :
 - a. Nilai kuat tekan beton dengan penambahan setiap variasi campuran tempurung kelapa adalah 0% sebesar 100 kg/cm^2 , 5% sebesar $112,82 \text{ kg/cm}^2$, 7% sebesar $100,86 \text{ kg/cm}^2$, 9% sebesar $82,05 \text{ kg/cm}^2$, 11% sebesar $64,95 \text{ kg/cm}^2$, 13% sebesar $51,28\%$, dan 15% sebesar $30,77 \text{ kg/cm}^2$. Sehingga dengan bertambahnya variasi campuran tempurung kelapa dapat menyebabkan nilai kuat tekan menurun dari kuat tekan beton normal.

2.10 Alat yang digunakan.

Alat – alat yang digunakan dan dapat menunjang pada penelitian ini adalah Cetok (Spatula) / Sendok Adonan Beton, Timbangan Terakurasi 0,001, Saringan, *Shear Shaker*, Wadah Agregat, *Mixer*, Penggorengan / Oven, Cetakan Kubus Berdimensi 15 X 15, *Slump Test*, Mesin Abrasi (*Los Angeles*), Mesin Penggetar / *Vibrator Machine* Dan Mesin Kuat Tekan Beton.

2.11 Tahapan Penelitian.

Adapun tahapan pada penelitian kali ini dimulai dengan persiapan bahan dan alat seperti agregat kasar, agregat halus, semen, air, tempurung kelapa, serabut kelapa dan berbagai alat tes seperti slump, kuat tekan. Setelah bahan dan alat dipersiapkan kemudian melakukan perhitungan rencana campuran beton lalu ke percobaan pencampuran serabut kelapa dan tempurung kelapa dicampurkan bersama bahan lainnya dengan variasi 0%, 20%, 25%, 30% untuk tempurung kelapa, dan 0%, 15%, 20%, 25% untuk serabut kelapa setelah percobaan pencampuran selesai lanjut untuk tes slump apabila sudah memenuhi syarat slump $8 \pm 12 \text{ cm}$, lanjut ke pembuatan benda uji yang berukuran $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}$ dan berbentuk kubus setelah itu dibiarkan selama sehari agar mengering. Lanjut ke perawatan benda uji dengan cara curing dimasukan air selama 28 hari, setelah 28 hari direndam di air lanjut untuk uji kuat tekan dengan alat CTM (*Compressing Testing Machine*) setelah dilakukan tes kuat tekan masuk ke proses pengolahan data hasil uji kuat tekan kemudian ditarik kesimpulan dari penelitian ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)

Pada penelitian ini direncanakan pembuatan campuran beton dengan penambahan serbuk kelapa dan tempurung kelapa sebagai bahan tambahan agregat halus dan agregat kasar dengan variasi 0%, 20% TK + 15% SK, 25% TK + 20% SK, 30% TK + 25% SK dengan benda uji berbentuk kubus 15x15x15 cm. Komposisi rancangan campuran beton yang dibuat adalah mutu K-350. Rencana campuran beton K-350 disajikan table berikut :

Tabel 1. Data hasil rancangan campuran beton K-350 per 1 m³

no	Material Mix NFA K-350 SNI 7394- 2008	sat	standart job mix	standart job mix + Koreksi 25%	Rencana Campuran Beton Normal 1m ³	
					kerikil	pasir
					100%	100%
1	Semen	kg	448	560	560	
2	Air	Lt	215	268,75	268,75	
3	Kerikil	kg	1000	1250	1250	
4	Pasir	kg	667	833,75		833,75
Berat Total :					2912,5	

Sumber : Hasil analisa rancangan campuran beton K-350 per 1 m³

Pada **Tabel 1.** Terlihat rencana kebutuhan bahan yang diperlukan pada campuran beton K-350 per 1 m³.

Tabel 2. Data hasil rancangan campuran beton K-350 per 1 kubus

no	Material Mix NFA K-350 SNI 7394- 2008	sat	standart job mix	standart job mix + Koreksi 25%	Rencana Campuran Beton Normal		Rencana Campuran	
					1 kubus		V kubus = 0,003375	
					kerikil	pasir	kerikil	pasir
					100%	100%	100%	100%
1	Semen	kg	448	560	560		1,89	
2	Air	Lt	215	268,75	268,75		0,91	
3	Kerikil	kg	1000	1250	1250		4,22	
4	Pasir	kg	667	833,75		833,75		2,81
Berat Total :					9,83			

Sumber : Hasil analisa rancangan campuran beton K-350 per 1 m³

Pada **Tabel 2.** Terlihat rencana kebutuhan bahan yang diperlukan pada campuran beton K-350 per 1 kubus.

3.2 Hasil Uji Kuat Tekan Beton

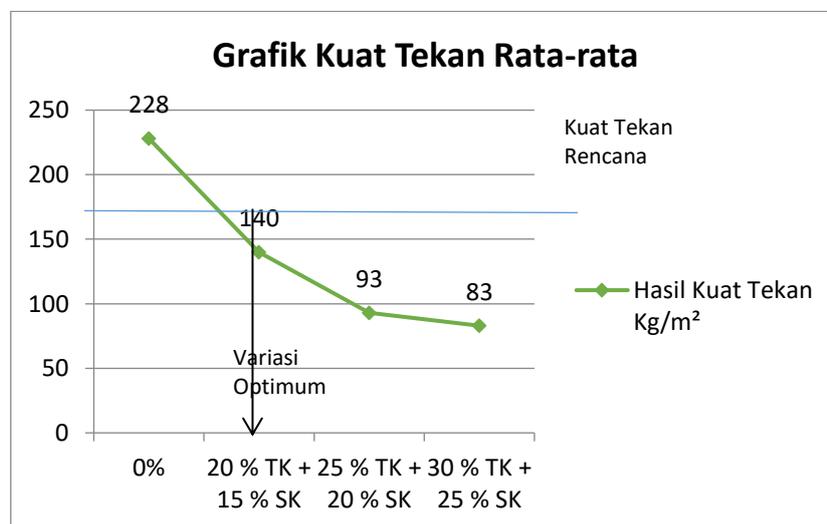
Pengujian kuat tekan pada penelitian ini menggunakan kubus beton berukuran 15x15x15 cm. Hasil kuat tekan diperoleh dari pengujian tes kuat tekan beton pada umur beton 28 hari , [18][19], berikut data hasil kuat tekan beton :

Tabel 3. Hasil kuat tekan rata-rata pada setiap variasi

Komposisi Varian	luas penampang	umur uji	Beban maksimum	Tegangan Tekan Hancur	
				kg/cm ²	Mpa
Campuran 0%	225	28	51200	228	18,5
20 % TK + 15 % SK	225	28	31400	140	11,4
25 % TK + 20 % SK	225	28	21000	93	7,6
30 % TK + 25 % SK	225	28	18600	83	6,7

Sumber : Hasil Analisa Kuat Tekan Beton

Pada **Tabel 3.** Pada beton normal tanpa penambahan agregat tempurung kelapa dan serbuk tempurung kelapa didapat kuat tekan sebesar 228 kg/cm². Sedangkan campuran I dengan komposisi 20% TK dan 15% SK didapat kuat tekan sebesar 140kg/cm², campuran II dengan komposisi 25% TK dan 20% SK didapat kuat tekan sebesar 93 kg/cm², dan campuran III dengan komposisi 30% TK dan 25% SK didapat kuat tekan sebesar 83 kg/cm².



Sumber : Hasil Analisa Kuat Tekan Beton

Gambar 1. Grafik hasil kuat tekan beton rata-rata setiap variasi

Dari grafik kuat tekan terlihat jelas bahwa dengan bertambahnya persentase tambahan campuran tempurung kelapa dan serbuk kelapa nilai kuat tekan beton mengalami penurunan hasil kuat tekan dari hasil kuat tekan beton normalnya. Sehingga penambahan bahan yang

menghasilkan kuat tekan optimum tidak mencapai target yang telah ditargetkan untuk mutu B sebesar 170 kg/cm^2 , tetapi dengan komposisi penambahan bahan sebesar 20% SK dan 15% TK mampu menghasilkan kuat tekan optimum sebesar 140 kg/cm^2 mampu mencapai kuat tekan beton pada mutu C sebesar 125 kg/cm^2 . Diperkirakan untuk mencapai kuat tekan optimum dari melihat grafik diatas dapat ditarik garis dari perpotongan kuat tekan dengan rencana kuat tekan yaitu diperoleh variasi campuran sebesar 16% TK dan 12% SK untuk bisa mencapai kuat tekan optimum yang direncanakan.

3.3 Daya Serap

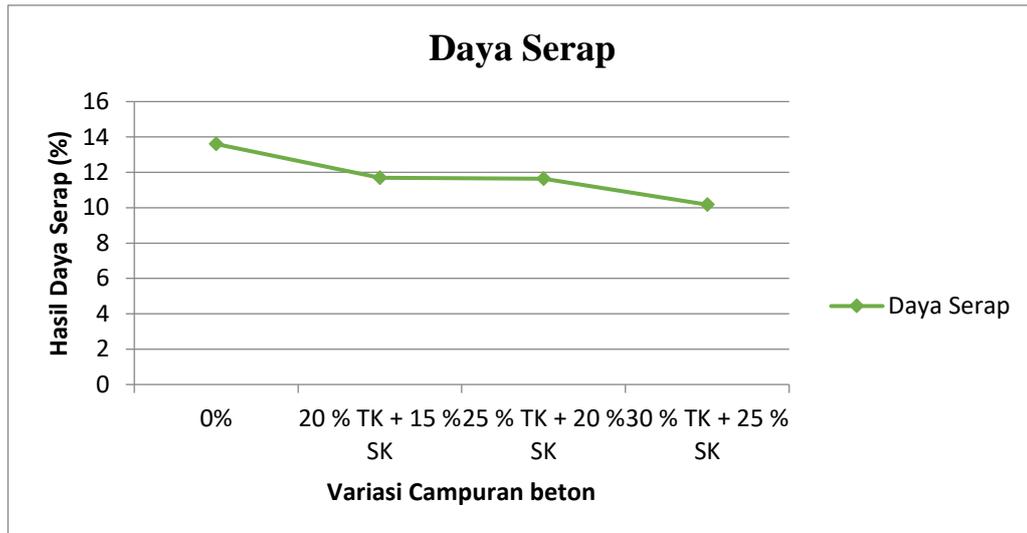
Pengujian daya serap didapat dari menimbang berat beton dalam kondisi basah dan dalam kondisi kering, setelah itu hasilnya dicatat untuk mengetahui besar selisih berat beton dari kondisi basah ke kondisi kering [20]. Sehingga diperoleh hasil daya serap beton sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil daya serap beton rata-rata setiap variasi campuran

Komposisi Varian	luas penampang	umur uji	Berat Kering	Berat Basah	Daya Serap
Campuran	cm^2	hari	kg	kg	(%)
0%	225	28	8,28	8,06	13,6
20 % TK + 15 % SK	225	28	7	6,84	11,69
25 % TK + 20 % SK	225	28	7,08	6,9	11,64
30 % TK + 25 % SK	225	28	7,06	9,62	10,17

Sumber : Hasil analisa daya serap beton

Pada beton normal tanpa penambahan agregat tempurung kelapa dan serbuk tempurung kelapa didapat daya serap beton sebesar 13,60%. Sedangkan untuk beton dengan penambahan campuran tempurung kelapa dan serbuk kelapa. Untuk campuran I dengan komposisi 20% TK dan 15% SK didapat daya serap beton sebesar 11,69% , campuran II dengan komposisi 25% TK dan 20% SK didapat daya serap beton sebesar 11,64% , dan campuran III dengan komposisi 30% TK dan 25% SK didapat daya serap beton sebesar 10,17%.



Sumber : Hasil analisa daya serap beton

Gambar 2. Grafik hasil daya serap

Dari grafik yang telah dibuat dengan penambahan campuran agregat tempurung kelapa dan serbuk tempurung kelapa didapat penurunan nilai daya serap. Apabila nilai daya serap yang dihasilkan menunjukkan nilai serap yang besar ini mengindikasikan bahwa beton tersebut cenderung kurang awet atau memiliki durabilitas yang rendah karena beton mudah menyerap air dan hal ini menyebabkan degradasi kekuatan beton.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai beton dengan penambahan serbuk tempurung dan tempurung kelapa pada campuran beton dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan pada masing-masing persentase penambahan serbuk tempurung kelapa dan tempurung kelapa pada benda uji umur 28 hari :
 - a. Kuat tekan rata-rata beton dengan komposisi penambahan 0% sebesar 228 kg/cm².
 - b. Kuat tekan rata-rata beton dengan komposisi penambahan 15% serbuk tempurung dan 20% tempurung kelapa sebesar 140 kg/cm².
 - c. Kuat tekan rata-rata beton dengan komposisi penambahan 20% serbuk tempurung dan 25% tempurung kelapa sebesar 93 kg/cm².
 - d. Kuat tekan rata-rata beton dengan penambahan komposisi 25% serbuk tempurung dan 30% tempurung kelapa sebesar 83 kg/cm².
2. Daya serap beton pada masing-masing persentase penambahan serbuk tempurung kelapa dan tempurung kelapa :
 - a. Daya serap rata-rata dengan komposisi 0% sebesar 13,60%.
 - b. Daya serap rata-rata dengan komposisi penambahan 15% serbuk tempurung dan 20% tempurung kelapa sebesar 11,69%.

- c. Daya serap rata-rata dengan komposisi penambahan 20% serbuk tempurung dan 25% tempurung kelapa sebesar 11,64%.
 - d. Daya serap rata-rata dengan komposisi penambahan 25% serbuk tempurung dan 30% tempurung kelapa sebesar 10,17%.
3. Dengan penambahan serbuk tempurung sebesar 15% dan tempurung 20% menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 140 kg/cm^2 , terjadi penurunan kuat tekan dari beton normal. Sehingga penambahan bahan secara optimum tidak dapat menghasilkan kuat tekan yang optimal sesuai target kuat tekan yang dicapai mutu beton B yaitu dengan kuat tekan sebesar 170 kg/cm^2 , tetapi penambahan serbuk tempurung sebesar 15% dan tempurung 20% menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 140 kg/cm^2 , sehingga dengan penambahan tersebut mampu menghasilkan kuat tekan optimum untuk mutu beton C untuk pejalan kaki. Sehingga semakin besar penambahan serbuk tempurung sebagai agregat halus dan tempurung kelapa sebagai agregat kasar melebihi 5% pada tiap variasi dapat mengurangi nilai kuat tekan beton menjadi menurun.

5. SARAN

Dari penelitian yang dilakukan pada penambahan serbuk tempurung dan tempurung kelapa pada campuran beton agar tidak lebih dari 15%, karena dengan semakin banyak persentase penambahan serbuk tempurung dan tempurung kelapa dapat menyebabkan penurunan kuat tekan. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil kuat tekan yang tidak dapat mencapai kuat tekan target sehingga hanya bisa dapat dibuat untuk beton yang tidak menerima beban yang terlalu besar seperti kusen, genteng, paving. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya lebih memperhatikan kualitas bahan yang digunakan sebagai bahan campuran pembuatan concblok yang lebih baik kualitasnya agar dapat menghasilkan kuat tekan sesuai yang diharapkan dan dapat dipertimbangkan kelayakan pakainya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan artikel ini, penulis ucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing dan Universitas Kadiri. Penulis berharap agar artikel ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Akbar, A. Ariyanto, and B. Edison, "Penggunaan Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton K-100," vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2014.
- [2] H. W. Cahyaka, A. Wibowo, K. D. Handayani, A. Wiyono, and E. H. Santoso, "PENGARUH PENAMBAHAN SILICA FUME PADA POROUS CONCRETE BLOCK TERHADAP NILAI KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS," 2018.
- [3] A. L. Ola, D. P. Silaban, and D. P. Silaban, "Komposit Bata Beton Ringan Dari Fly Ash dan Bottom Ash Limbah Batubara Pabrik Minyak Nabati," *J. Ris. Teknol. Ind.*, vol. 12, no. 1, pp. 47–55, 2018, doi: 10.26578/jrti.v12i1.3514.
- [4] A. Susilowati, K. A. Simanullang, and L. Aprilia, "Bata Beton (Paving Block) Geopolimer Dengan Variasi Konsentrasi Serat Sabut Kelapa," vol. 15, no. 1, 2016.
- [5] N. Anom Wiryasa and I. Sudarsana, "Pemanfaatan Lumpur Lapindo Sebagai Bahan Substitusi Semen Dalam Pembuatan Bata Beton Pejal," *J. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 13, no. 1, pp. 39–46, 2009.
- [6] A. S. Dermawan, A. Fauzan, and D. Yuniar, "Penambahan Quartz Powder Dalam Campuran Beton Dengan Agregat Lokal Pilihan," *J. Sains dan Terap. Politek. Hasnur*, vol. 04, no. 02, pp. 22–28, 2016.
- [7] R. B. Anugraha and S. Mustaza, "Beton Ringan dari Campuran Styrofoam dan Serbuk Gergaji dengan Semen Portland 250, 300 dan 350 kg/m³," *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 8, no. 2, p. 57, 2010, doi: 10.12962/j12345678.v8i2.2722.
- [8] A. Sugiarto, "Komposisi campuran optimum bata beton berlubang dengan limbah batubara dari industri tekstil," *J. Permukim.*, vol. 6, no. 1, pp. 47–52, 2011.
- [9] Badan Standardisasi Nasional, "Bata Beton (Paving Block)," *Sni 03-0691-1996*, pp. 1–9, 1996.
- [10] H. Hardiani and S. Sugesty, "Pemanfaatan Limbah Sludge Industri Kertas Sigaret Untuk Bahan Baku Bata Beton," *J. Selulosa*, vol. 44, no. 2, 2017.
- [11] E. Gardjito, A. I. Candra, and Y. Cahyo, "Pengaruh Penambahan Batu Karang Sebagai Substitusi Agregat Halus Dalam pembuatan Paving Block," *UKaRsT*, vol. 2, no. 1, p. 35, 2018, doi: 10.30737/ukarst.v2i1.374.
- [12] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 15-7064-2004 Semen portland komposit," 2004.
- [13] Badan Standardisasi Nasional Indonesia, "Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat

- Halus dan Kasar. SNI 03-1968-1990,” *Bandung Badan Stand. Indones.*, pp. 1–17, 1990.
- [14] R. Setiadji and A. A. Husin, “Pengaruh Penambahan Foam Agent Terhadap Kualitas Bata Beton,” *J. Pemukim.*, vol. 3, no. 3, pp. 196–207, 2008.
- [15] E. Hunggurami, W. Bunganaen, and R. Y. Muskanan, “Studi Eksperimental Kuat Tekan dan Serapan Air Bata Ringan Cellular Light Weight Concrete dengan Tanah Putih Sebagai Agregat,” *Jur. Tek. Sipil, FST Undana*, vol. 3, no. 2, pp. 125–136, 2014.
- [16] A. Efmi, R. Hari Adianto, and E. Zaini, “Usulan Perbaikan Kualitas Kuat Tekan Produk Bata Beton Paving Block Dengan Tambah Trass Menggunakan Metode,” *J. Online Inst. Teknol. Nas. Oktober*, vol. 03, no. 04, pp. 2338–5081, 2015.
- [17] SNI 03-1974-1990, “Metode Pengujian Kuat Tekan Beton,” in *Badan Standarisasi Nasional*, Jakarta, 1990.
- [18] E. Arifi, “Pemanfaatan Fly Ash Sebagai Pengganti Semen Parsial Untuk Meningkatkan Performa Beton Agregat Daur Ulang,” *Rekayasa Sipil*, vol. 9, no. 3, pp. 229–235, 2015.
- [19] M. Sumajouw, S. Dapas, and R. Windah, “Pengujian Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi,” *J. Ilm. Media Eng.*, vol. 4, no. 4, p. 97267, 2014.
- [20] A. C. Sembiring and J. J. Saruksuk, “Uji Kuat Tekan Dan Serapan Air Pada Paving Block dengan Bahan Pasir Kasar, Batu Kacang, dan Pasir Halus,” *JURITI PRIMA (Jurnal Ilm. Tek. Ind. Prima)*, vol. 1, no. May, 2018, doi: 10.5281/zenodo.1207331.