



Pemanfaatan Limbah Abu Batok Kelapa dan Kapur Hidrolis Sebagai Bahan Substitusi Semen pada *Paving Block*

***Anita Intan Nura Diana, Nor Zainah**

Fakultas Teknik, Universitas Wiraraja, Sumenep,

**anita@wiraraja.ac.id*

Received: 27 Januari 2021 Revised: 7 November 2022 Accepted: 14 Desember 2022

Abstract.

Sumenep has a large amount of coconut shell ash waste from the briquette industry and a considerable potential for producing limestone (hydraulic lime). The development of road transportation infrastructure as a regional development in Indonesia using paving blocks has resulted in increased demand for cement. Utilization of waste and the potential of local materials must be endeavored by users, both of which have the same content as cement. The research method used an experimental method by replacing the cement with coconut shell ash waste and hydraulic lime, each of 0%, 5%, 10%, 15%, 20%. data analysis techniques using multiple linear regression method with the help of SPSS software. The results of the study with the help of SPSS software showed that the addition of variations in coconut shell ash waste and hydraulic lime did not have a simultaneous effect on the compressive strength and absorption of water. Laboratory research results show a maximum compressive strength of 18.616 Mpa and an average water absorption of 10.751% with the addition of each variation of 5% coconut shell ash waste and hydraulic lime, based on SNI -03-0691-1996 compressive strength including quality classification B, while absorption does not meet the requirements for absorption quality classification.

Keywords: *Compressive strength, paving blocks, coconut shell ash waste, hydraulic lime*

Abstrak.

Sumenep memiliki jumlah limbah abu batok kelapa dari industri briket dan potensi penghasil batu gamping (kapur hidrolis) yang cukup banyak. Berkembangnya prasarana transportasi jalan sebagai pengembangan wilayah di Indonesia menggunakan bata beton (paving block) mengakibatkan meningkatnya kebutuhan semen. Pemberdayaan limbah dan potensi material lokal harus diupayakan penggunaannya, dimana kedua bahan tersebut mempunyai kandungan sama seperti semen. Metode penelitian menggunakan metode experimental dengan mengganti semen dengan limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis masing - masing sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%. Data disajikan dalam bentuk tabel, grafik gradasi agregat halus yang selanjutnya dianalisis menggunakan metode regresi linear berganda dengan bantuan software SPSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan variasi limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan dan penyerapan air paving block. Hasil kuat tekan rata-rata maksimum sebesar 18,616 MPa dan penyerapan air rata-rata sebesar 10,751% dengan penambahan masing-masing variasi 5% limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis. Berdasar SNI-03-0691-1996 kuat tekan rata-rata paving block termasuk klasifikasi mendekati mutu B, sedangkan untuk penyerapan belum memenuhi syarat klasifikasi mutu penyerapan.

Kata kunci: *Kuat tekan, paving block, limbah abu batok kelapa, kapur hidrolis*

Pendahuluan

Data statistik yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik tahun 2019, Kabupaten Sumenep yang terletak di ujung pulau Madura merupakan suatu daerah dengan potensi sumber daya alam

perkebunan kelapa terluas yaitu 51.129,37 ha, salah satu sentralnya yaitu di Kecamatan Batang- Batang dengan produksi 3167,19 Ton atau produktifitas 1264,71 kg/ha (Statistik, 2019). Hal ini berdampak pada peningkatan kuantitas limbah batok kelapa yang dihasilkan di Kabupaten Sumenep. Desa

Lobuk, yang merupakan salah satu desa di Kecamatan Bluto Kabupaten Sumenep pada tahun 2017 dibangun sebuah industri briket dengan memanfaatkan limbah lokal berupa limbah batok kelapa untuk bahan baku pembuatan briket. Limbah yang dihasilkan dari hasil produksi briket tersebut setiap minggunya berupa serat batok kelapa hanya sebatas digunakan sebagai pupuk pertanian dan bahan bakar untuk kebutuhan rumah tangga, sedangkan limbah abu batok kelapa berbentuk semacam arang halus seperti pasir dan belum terkelola dengan baik.

Potensi lain Kabupaten Sumenep sebagai daerah penghasil material lokal sumber daya alam batu gamping yang tersebar di beberapa desa salah satunya Desa Kasengan Kecamatan Manding. Sumber daya alam batu gamping ini sempat dikelola sebagai penambangan batu gamping untuk kebutuhan konstruksi. Namun seiring majunya zaman dan teknologi batu gamping mulai ditinggalkan penggunaannya dengan bahan ganti semen. Salah satu bahan pengikat dengan bahan lain yaitu semen cukup dirasa memerlukan banyak biaya maka dari itu perlu adanya solusi guna menekan biaya seminimum mungkin tanpa mengurangi kekuatan yang disyaratkan. Ada kemungkinan menjajaki kapur hidrolis untuk bahan pengikat sehingga diperoleh nilai ekonomis dari substitusi kapur hidrolis terhadap pengganti sebagian semen.

Berkembangnya prasarana transportasi jalan sebagai pengembangan wilayah di Indonesia menggunakan bata beton (*paving block*) yang merujuk pada *paving block/concrete block* mengakibatkan tingginya penggunaan kebutuhan semen dan pasir yang akan mempengaruhi peningkatan produktifitas. Meningkatnya produktifitas yang tinggi akan berdampak pada meningkatnya biaya produksi.

Pemberdayaan adanya sumber daya alam lokal dapat berupa pemanfaatan sampah ataupun limbah serta material lokal disamping dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengurangi pemakaian semen dan juga sebagai inovasi bahan tambah yang ramah lingkungan dalam pengisi (*filler*) suatu campuran yang diharapkan dapat menambah kekuatan *paving block*. Salah satu sampah ataupun limbah yang dimanfaatkan yaitu limbah dari industri briket berupa abu batok kelapa dan material lokal berupa kapur hidrolis.

Berbagai penelitian telah dilakukan dalam memanfaatkan limbah di Sumenep sebagai bahan tambah pada campuran pembuatan *paving block*. Baik sebagai pengganti pasir ataupun semen, diantaranya pemanfaatan serbuk batu pecah untuk campuran *paving block* dengan menggunakan

variasi berat tumbukan (ditinjau dari kuat tekan dan daya serap air (Adh & Deshariyanto, 2017). Selanjutnya penelitian tentang penambahan limbah plastik pada penelitian penambahan limbah botol plastik dan variasi *fly ash* terhadap penyerapan *paving block* ramah lingkungan (Diana & Fansuri, 2020). Penelitian-penelitian ini menggunakan agregat lokal yang sebelumnya telah dilakukan adalah penelitian karakteristik komoditas batu kerikil dan pasir hitam untuk bahan bangunan di Kabupaten Sumenep (Fansuri & Diana, 2018). Shohib (2017); Tondok *et al* (2018); Zuraidah & Hastono (2017); Purnawan & Prabowo (2018); Kristiawan & Suwandi (2015); Larasati *et al* (2016) melakukan penelitian tentang penambahan bahan kapur/limstone sebagai bahan tambah pada semen untuk *paving block*. Mustaqim *et al* (2017) telah melakukan penelitian tentang penambahan abu tempurung kelapa terhadap kuat tekan *paving block*.

Berdasarkan pembahasan di atas, belum ada peneliti di Indonesia khususnya di Kabupaten Sumenep yang meneliti tentang pemanfaatan limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis sebagai bahan substitusi semen. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil benang merah dari penelitian-penelitian sebelumnya sehingga dilakukan penelitian menggunakan campuran limbah abu batok kelapa dan serbuk kapur hidrolis yang merupakan agregat lokal di Sumenep. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyajikan pengaruh pemanfaatan campuran *paving block* menggunakan limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis sebagai bahan pengganti semen berdasarkan kekuatan dan daya serap air *paving block*.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian sistem *trial and error* yang dilaksanakan di laboratorium. Adapun tahapan pelaksanaan penelitian ini sebagai berikut:

Identifikasi masalah dan pengumpulan data

Tahapan ini dilaksanakan dengan mencari penelitian yang ada tentang pemanfaatan abu tempurung kelapa dan limbah kapur hidrolis juga untuk menentukan standart ukuran, kekuatan dan penyerapan *paving block* yang berlaku yaitu SNI 03-0691-1996 tentang bata beton (*paving block*). Sehingga hasil penelitian ini dapat diketahui apakah paving yang dihasilkan sesuai dengan standart.

Uji bahan di laboratorium

Uji bahan dilakukan untuk mengetahui karakteristik bahan yang akan digunakan dalam pembuatan paving. Bahan yang digunakan dalam pembuatan paving adalah pasir hitam, semen dan air. Limbah

abu batok kelapa dan kapur hidrolis sebagai bahan substitusi semen akan dilakukan uji bahan sesuai karakteristik semen untuk menentukan kemiripan sifat semen pada bahan substitusi. Uji bahan yang dilakukan adalah pengujian berat jenis semen (SNI 03-2531-1991), uji berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton (SNI 03-1973-2008), dan pengujian waktu pengikatan dan pengerasan semen (SNI 03-6827-2002). Uji bahan dilakukan dengan masing-masing pengujian dilakukan tiga kali pengujian.

Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji dilakukan setelah uji bahan dilakukan. Benda uji paving dibuat dengan ukuran 20 cm x 10 cm x 6 cm dengan permukaan memiliki tali air sesuai dengan standar yang ada menggunakan metode manual (tumbukan). Tumbukan dilakukan secara tiga lapis dengan tiap lapis dilakukan lima kali tumbukan. Alat tumbuk dan cetakan yang digunakan dapat dilihat pada gambar 1. Variasi penambahan Limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis sebagai bahan substitusi semen adalah 0%, 5% (limbah batok kelapa 5% dan limbah kapur hidrolis 5%), 10%, 15% dan 20%.



Gambar 1. Alat pembuat paving block secara manual

Perawatan benda uji

Perawatan benda uji dilakukan untuk mencegah retak yang muncul selama pengerasan mortar. Perawatan dilakukan dengan penyiraman air untuk menjaga paving block tetap basah selama 28 hari.

Pengujian benda uji

Pengujian paving block dilakukan setelah paving block melebihi umur 28 hari. Paving diuji dalam keadaan kering. Pengujian berupa uji kuat tekan menggunakan *compression machine* dan uji penyerapan air dengan melakukan perbandingan berat air paving dalam kondisi kering dengan paving kondisi jenuh air. Masing-masing variasi diambil empat sampel uji kuat tekan dan tiga sampel uji penyerapan air.

Pengujian kuat tekan mengikuti rumus pada Persamaan 1.

$$\sigma = \frac{P}{L} \quad (1)$$

dimana σ adalah kuat tekan (N/mm²), P merupakan beban maksimum (N) dan L adalah luas permukaan tekan (mm²).

Analisa data hasil pengujian

Hasil Hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium disajikan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian data dianalisis dengan metode regresi linier berganda menggunakan software SPSS. Analisa regresi linier berganda adalah hubungan secara linear antara dua atau lebih variabel independen (X1, X2, ..Xn) dengan variabel dependen (Y). Analisis ini untuk mengetahui arah hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen. Penggunaan regresi linier berganda memerlukan uji asumsi klasik yang secara statistik harus dipenuhi (Suliyanto, 2011). Hasil dari regresi yang didapatkan selanjutnya dilakukan uji hipotesis, apakah ada pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan dan penyerapan air dengan penambahan limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis. Data paving block hasil dari pengujian laboratorium juga dianalisis terhadap klasifikasi paving block yang mengacu terhadap SNI 03-0691-1996 tentang bata beton (*paving block*).

Hasil dan Pembahasan

Hasil uji bahan

Pengujian bahan-bahan pembuatan paving block di laboratorium dilakukan untuk memastikan kualitas bahan yang digunakan sesuai dengan standar yang berlaku. Semen yang digunakan dalam penelitian ini merupakan semen portland jenis I. Sebagai bahan substitusi sebagian semen menggunakan limbah abu batok kelapa yang didapat dari limbah industry briket Desa Lobuk Kecamatan Bluto Kabupaten Sumenep dan serbuk kapur hidrolis yang didapat dari penyedia batu gamping yang berlokasi di pasar belakang masjid agung Kecamatan Kota Kabupaten Sumenep. Masing-masing bahan telah lolos saringan nomor 200.

Gambar 2 dan Gambar 3 adalah sampel abu batok kelapa dan kapur hidrolis yang telah diayak. Selanjutnya dilakukan uji kedua bahan substitusi (abu batok kelapa dan serbuk kapur hidrolis) untuk mengetahui kemiripan karakteristik bahan dengan karakteristik semen. Hasil uji karakteristik semen, abu batok kelapa, kapur hidrolis dan campuran antara abu batok kelapa dengan kapur hidrolis disajikan pada Tabel 1.



Gambar 2. Limbah abu batok kelapa



Gambar 3. Serbuk kapur hidrolis

Tabel 1. Data hasil uji bahan

Jenis percobaan	S	ABK	KH	ABK + KH
Berat jenis (gr/cm ³).	2,963	1,544	2,781	1,825
Berat volume kondisi gembur (gr/cm ³).	1,222	0,520	0,807	0,618
Berat volume kondisi padat (gr/cm ³).	1,299	0,559	0,907	0,677
Waktu pengikatan dan pengerasan (menit).	120	120	120	75

Keterangan: S merupakan semen, ABK merupakan abu batok kelapa, dan KH merupakan kapur hidrolis

Pembuatan benda uji

Variasi/perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah; A, penggantian sebagian berat semen dengan 0% limbah abu batok kelapa dan 0% kapur hidrolis; B, penggantian sebagian berat semen dengan 5% limbah abu batok kelapa dan 5% kapur hidrolis; C, penggantian sebagian berat semen dengan 10% limbah abu batok kelapa dan 10% kapur hidrolis; D, penggantian sebagian berat semen dengan 15% limbah abu batok kelapa dan 15% kapur hidrolis dan E, penggantian sebagian berat semen dengan 20% limbah abu batok kelapa dan 20% kapur hidrolis.

Kebutuhan semen dan agregat untuk *paving block* menggunakan perbandingan berat dengan rasio semen dan agregat 1Pc : 4 Ps. Perhitungan penambahan perlakuan adalah 0%, 5%, 10%, 15%

dan 20% kapur hidrolis dan 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% limbah abu batok kelapa dari volume semen dalam benda uji. Volume benda uji adalah (21x10,5x 6) cm atau 1.323 cm³. Sedangkan berat satu buah benda uji adalah volume benda uji dikalikan dengan berat volume *paving block*, yaitu 1,323 cm³ x (1 Pc : 4 Ps) atau 1,323 cm³ x ((1/5 x berat rata-rata volume semen) + berat rata-rata volume pasir kondisi padat) atau 1,323 cm³ x ((0,2x 1,299 gr/cm³) + 1,550 gr/cm³) yang setara dengan 2,394 kg/cm³. Selanjutnya perhitungan jumlah bahan yang dibutuhkan untuk masing-masing campuran *paving block* dengan jumlah pembuatan sebanyak 8 benda uji dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan bahan campuran pembuatan *paving block* masing-masing variasi

Var. (%)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Air (kg)	ABK (kg)	KP (kg)
0	3,69	14,79	1,48	-	-
5	3,32	14,79	1,48	0,18	0,18
10	2,95	14,79	1,48	0,37	0,37
15	2,58	14,79	1,48	0,55	0,55
20	2,21	14,79	1,48	0,74	0,74

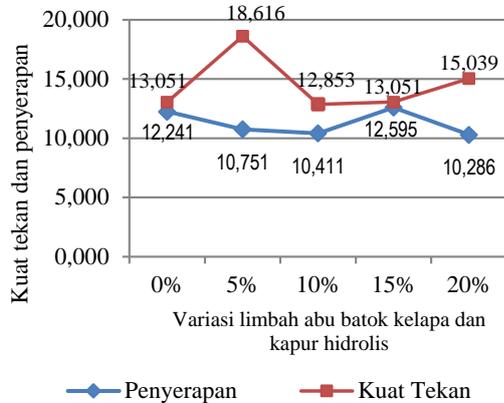
Pembuatan benda uji dilakukan tiga lapis dengan lima kali tumbukan disetiap lapisnya, sehingga jumlah keseluruhan tumbukan sebanyak 15 kali. Setelah selesai dicetak, benda uji dikeluarkan dari cetakan *paving block* dibiarkan mengering selama 24 jam lalu dilakukan *curing* atau perawatan dengan menyiram air pada benda uji selama 28 hari. Setelah *curing* sampai umur uji, benda uji siap dilakukan pengujian kuat tekan dan penyerapan air.

Hasil uji kuat tekan dan penyerapan air

Paving block yang telah mencapai umur uji yaitu 28 hari dilakukan tes kuat tekan dan penyerapan air secara bersamaan. Jumlah sampel yang digunakan untuk uji kuat tekan sebanyak empat buah benda uji, dan untuk pengujian penyerapan air sebanyak tiga buah benda uji pada setiap variasi. Rumus perhitungan kuat tekan dapat dihitung menggunakan Persamaan 1 berdasarkan SNI 03-06919-1996 dengan menggunakan faktor ketebalan 1,06 untuk *paving block* dengan tali air dan ketebalan 60-65 mm.

Gambar 4 menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata fluktuatif dan dapat diketahui benda uji penambahan variasi 5% limbah abu batok kelapa dan 5% kapur hidrolis menunjukkan kuat tekan rata-rata maksimum mencapai 18,616 N/mm². Terjadi kenaikan kuat tekan rata-rata dari penambahan variasi 0% limbah abu batok kelapa dan 0% kapur hidrolis sebesar 13,051 N/mm²,

setelah penambahan variasi 5% limbah abu batok kelapa dan 5% kapur hidrolis terjadi penurunan kuat tekan rata-rata pada penambahan variasi 10% limbah abu batok kelapa dan 10% kapur hidrolis sebesar 12,853 N/mm² dan terjadi kenaikan kuat tekan rata-rata pada penambahan variasi 15%, 20% limbah abu batok kelapa dan 15%, 20% kapur hidrolis sebesar 13,051 N/mm² dan 15,039 N/mm².



Gambar 4. Grafik kuat tekan dan penyerapan

Berdasarkan hasil percobaan di laboratorium, nilai penyerapan air pada paving block dengan campuran limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis sebagai bahan substitusi semen memberikan nilai yang fluktuatif. Diketahui bahwa benda uji penambahan variasi 20% limbah abu batok kelapa dan 20% kapur hidrolis (perlakuan E) menunjukkan bahwa penyerapan air rata-rata minimum adalah sebesar 10,286%. Terjadi penambahan penyerapan air rata-rata dari penambahan variasi 0%, 5%, 10% limbah abu batok kelapa dan 0%, 5%, 10% kapur hidrolis sebesar 12,241% (Perlakuan B), sebesar 10,411% penambahan variasi 10% limbah abu batok kelapa dan 10% kapur hidrolis terjadi penyerapan air rata-rata maksimum pada penambahan variasi 15% limbah abu batok kelapa dan 15% kapur hidrolis sebesar 12,595% (perlakuan D).

Klasifikasi paving block berdasarkan SNI

Perlakuan A dengan variasi 0% limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis sebagai bahan pengganti semen menghasilkan kuat tekan rata-rata 13,051 N/mm². Dengan kuat tekan tersebut, maka dapat diklasifikasikan bata beton mendekati mutu C dengan kuat tekan rata-rata mendekati yang disyaratkan yaitu sebesar 15 N/mm² dan kuat tekan minimum standart 12,5 N/mm² yang dapat digunakan untuk pejalan kaki.

Perlakuan B dengan penambahan variasi 5% limbah abu batok kelapa dan 5% kapur hidrolis dari volume semen. Pada variasi ini memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 18,616 N/mm², sehingga dapat

diklasifikasikan bata beton mendekati mutu B dengan kuat tekan rata-rata mendekati yang disyaratkan sebesar 20 N/mm² dan kuat tekan minimum 17,0 N/mm² yang dapat digunakan untuk pelataran parkir.

Perlakuan C dengan penambahan variasi 10% limbah abu batok kelapa dan 10% kapur hidrolis dari volume semen, memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 12,853 N/mm². Dengan kuat tekan tersebut, maka dapat diklasifikasikan bata beton mendekati mutu C dengan kuat tekan rata-rata mendekati yang disyaratkan sebesar 15 N/mm² dan kuat tekan minimum 12,5 N/mm² yang dapat digunakan untuk pejalan kaki.

Perlakuan D dengan penambahan variasi 15% limbah abu batok kelapa dan 15% kapur hidrolis dari volume semen, memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 13,051 N/mm². Oleh karenanya diklasifikasikan bata beton mendekati mutu C dengan kuat tekan rata-rata mendekati yang disyaratkan sebesar 15 N/mm² dan kuat tekan minimum 12,5 N/mm² yang dapat digunakan untuk pejalan kaki.

Perlakuan E dengan penambahan variasi 20% limbah abu batok kelapa dan 20% kapur hidrolis dari volume semen. Variasi ini memiliki nilai kuat tekan rata-rata 15,039 N/mm², sehingga dapat diklasifikasikan bata beton mutu C dengan kuat tekan rata-rata yang disyaratkan sebesar 15 N/mm² dan kuat tekan minimum 12,5 N/mm² yang dapat digunakan untuk pejalan kaki.

Hasil pengujian dan pembahasan persyaratan

Sebelum dilakukan pengujian analisis regresi linier berganda, data yang diperoleh harus dilakukan uji asumsi klasik terlebih dahulu. Uji ini merupakan persyaratan statistik yang harus dipenuhi pada analisis regresi. Uji asumsi klasik yang digunakan pada penelitian ini adalah uji normalitas, uji multikolinieritas, dan uji heteroskedastisitas. Hasil uji asumsi klasik yang dilakukan ditunjukkan pada Tabel 3 untuk kuat tekan dan pada Tabel 4 untuk penyerapan paving block dengan variasi penambahan campuran limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis.

Uji normalitas dipakai untuk mengetahui data penelitian yang telah diperoleh berdistribusi normal atau tidak. Uji Multikolinieritas bertujuan untuk menguji apakah data penelitian yang telah diperoleh apakah ada korelasi yang tinggi atau sempurna diantara variabel bebas. Model regresi yang baik seharusnya tidak terjadi gejala multikolinieritas. Uji heteroskedastisitas digunakan untuk mengetahui ada tidaknya varian variabel pada model regresi

yang tidak sama (konstan). Sedangkan, yang diharapkan dalam model regresi adalah konstan. Berdasarkan Tabel 3 dan 4 dapat disimpulkan data yang ada memenuhi syarat untuk dilakukan analisis regresi linear berganda.

Tabel 3. Rekapitulasi hasil uji asumsi klasik yang dilakukan untuk kuat tekan paving block.

Uji normalitas kuat tekan		
Sig. > 0,05	Sig. 0,663	Tidak terjadi normalitas
Sig. < 0,05	-	Terjadi normalitas
Uji multikolinieritas kuat tekan		
Tolerance > 0,10	Tolerance 1,000	Tidak terjadi multikolinieritas
VIF < 10	VIF 1,000	
Tolerance < 0,10	-	Terjadi multikolinieritas
VIF > 10	-	
Uji heteroskedastisitas kuat tekan		
Sig. > 0,05	Sig. 0,263	Tidak terjadi heteroskedastisitas
Sig. < 0,05	-	Terjadi heteroskedastisitas

Tabel 4. Rekapitulasi hasil uji asumsi klasik yang dilakukan untuk penyerapan paving block

Uji normalitas penyerapan		
Sig. > 0,05	Sig. 0,223	Tidak terjadi normalitas
Sig. < 0,05	-	Terjadi normalitas
Uji multikolinieritas penyerapan		
Tolerance > 0,10	Tolerance 1,000	Tidak terjadi multikolinieritas
VIF < 10	VIF 1,000	
Tolerance < 0,10	-	Terjadi multikolinieritas
VIF > 10	-	
Uji heteroskedastisitas penyerapan		
Sig. > 0,05	Sig. 0,642	Tidak terjadi heteroskedastisitas
Sig. < 0,05	-	Terjadi heteroskedastisitas

Analisis regresi linier berganda dan pengujian hipotesis kuat tekan paving block

Data kuat tekan yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan regresi linier berganda, yang sebelumnya telah diuji dengan menggunakan uji asumsi klasik yaitu uji normalitas dan uji heteroskedastisitas. Berdasarkan uji yang telah dilakukan menunjukkan bahwa model regresi telah memenuhi persyaratan.

Interpretasi dan penjelasan *output* uji regresi linier berganda SPSS 20 dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan tabel tersebut dapat dianalisis bahwa

hubungan antara variasi Limbah Abu Batok Kelapa (X1) dan Kapur Hidrolis (X2) dengan kuat tekan sebesar 0,074. Kontribusi yang diberikan oleh kedua variabel (X1, dan X2) terhadap variabel (Y) sebesar 0,006 atau 0,6%. Hal ini berarti variabel limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis mempengaruhi nilai kuat tekan sebesar 0,6%. Nilai dari *Std. Error of the Estimate* adalah sebesar 3,186. Hal ini menunjukkan penyimpangan antara persamaan regresi dengan nilai dependent rill sebesar 3,186. Semakin kecil nilai *Std. Error of the Estimate* maka semakin baik persamaan tersebut sebagai prediksi.

Tabel 5. Model summary analisis regresi linier berganda kuat tekan.

Model summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,074 ^a	,006	-,050	3,186618
Change Statistics				
R Square Change	F	df1	df2	Sig. F Change
,006	,100	1	18	,756

a. Predictors: (constant), kapur hidrolis

b. Dependent variable: kuat tekan

Tabel 6. Anova analisis regresi linier berganda kuat tekan

Anova ^a					
Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	1,011	1	1,011	,100	,756 ^b
Residual	182,782	18	10,155		
Total	183,793	19			

A. Dependent variable: kuat tekan

b. Predictors: (constant), kapur hidrolis

Dari Tabel 6, diperoleh nilai F_{hitung} adalah 0,100 sedangkan nilai $F_{tabel} = F(0,05)(2, 20 - 2 - 1) = F(0,05)(2, 17) = 3,59$. Maka $F_{hitung} = 0,100 < F_{tabel} = 3,59$ (Ho diterima). Dari tabel tersebut juga diperoleh nilai probabilitas (Sig.) adalah 0,756 dan untuk taraf signifikan (α) adalah 0,05. Maka $Sig. = 0,756 > 0,05$ (Ho diterima). Dengan demikian dapat diambil keputusan bahwa model regresi linier berganda tidak dapat digunakan untuk memprediksi nilai kuat tekan paving block yang dipengaruhi oleh penambahan variasi limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis.

Dari Tabel 7 *coefficient* (α) dapat dianalisis model persamaan regresi berganda dan ada tidaknya pengaruh variabel limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis secara simultan (bersama-sama) serta parsial (sendiri-sendiri) dan hipotesis probabilitas terhadap variabel kuat tekan. Model persamaan

regresi berganda untuk memperkirakan nilai kuat tekan yang dipengaruhi oleh limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis sebagai Persamaan 2.

$$Y = 14,840 + X_1 + (-0,032) X_2$$

$$= 14,840 + 0 X_1 - 0,032 X_2 \quad (2)$$

Tabel 7. Coefficient (α) analisis regresi linier berganda kuat tekan

Model	Coefficients ^a			T	Sig.
	Unstandardized coefficients	Standardize d	Standardize coefficients		
1 Constant	14,840	1,234		12,024	,000
Kapur hidrolis	-,032	,101	-,074	-,316	,756

a. Dependent variable: kuat tekan

Analisis regresi linier berganda dan pengujian hipotesis penyerapan paving block.

Data kuat tekan yang diperoleh dianalisis menggunakan regresi linier berganda, yang telah diuji dengan menggunakan uji asumsi klasik yaitu uji normalitas dan uji heteroskedastisitas. Berdasarkan uji yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa model regresi telah memenuhi persyaratan.

Dari Tabel 8, tabel model summary hasil korelasi (R) yang secara simultan (bersama-sama) antara variabel limbah abu batok kelapa (X1) dan kapur hidrolis (X2) terhadap penyerapan (Y) diperoleh nilai sebesar R = 0,210 berarti hubungan kedua variabel tersebut termasuk tingkat hubungan korelasi rendah. Kontribusi yang diberikan oleh kedua variabel (X1, dan X2) terhadap variabel (Y) sebesar 0,044 atau 4,4%.

Tabel 8. Model summary analisis regresi linier berganda penyerapan

Model	Model Summary ^b			
	R	R Square	Adjusted R Square	Std. error of the estimate
1	,210 ^a	,044	-,030	1,464193

Change Statistics				
R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
,044	,598	1	13	,453

a. Predictors: (constant), kapur hidrolis

b. Dependent variable: penyerapan

Hal ini berarti variabel limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis mempengaruhi nilai penyerapan sebesar 4,4%. Nilai dari Std. Error of the Estimate

adalah sebesar 1,464. Hal ini menunjukkan penyimpangan antara persamaan regresi dengan nilai dependent rill sebesar 1,464.

Tabel 9 menunjukkan nilai F_{hitung} adalah 0,598, maka diperoleh F_{tabel} = F (0,05) (2, 15 - 2 - 1) = F (0,05) (2, 12) = 3,89. Maka F_{hitung} = 0,598 < F_{tabel} = 3,89 (Ho diterima). Nilai probabilitas (Sig.) adalah 0,453 dan untuk taraf signifikan (α) adalah 0,05. Maka Sig. = 0,453 > 0,05 (Ho diterima), sehingga dapat diambil keputusan bahwa model regresi linier berganda tidak dapat digunakan untuk memprediksi nilai penyerapan paving block dengan penambahan variasi limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis.

Tabel 9. Anova analisis regresi linier berganda penyerapan.

Model	Anova ^a				
	Sum of squares	Df	Mean square	F	Sig.
1 Regression	1,282	1	1,282	598	,453 ^t
Residual	27,870	13	2,144		
Total	29,152	14			

a. Dependent variable: penyerapan

b. Predictors: (constant), kapur hidrolis

Tabel 10. Coefficient (α) analisis regresi linier berganda kuat tekan.

Model	Coefficients ^a			T	Sig.
	Unstandardize d	Standardize d	Standardize ccoefficients		
1 Constant	11,670	,655		17,822	,000
Kapur hidrolis	-,041	,053	-,210	-,773	,453

a. Dependent variable: penyerapan

Berdasarkan Tabel 10 dapat dianalisis model persamaan regresi berganda dan ada tidaknya pengaruh variabel limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis secara simultan (bersama-sama) serta parsial (sendiri-sendiri) dan hipotesis probabilitas terhadap variabel penyerapan. Adapun model persamaan regresi berganda untuk memperkirakan nilai penyerapan yang dipengaruhi oleh limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis adalah sebagai Persamaan 3.

$$Y = 11,670 + X_1 + (-0,041) X_2$$

$$= 11,670 + 0 X_1 - 0,041 X_2 \quad (3)$$

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa

Kekuatan dan daya serapan air *paving block* dengan penambahan masing-masing variasi limbah abu batok kelapa dan kapur hidrolis dari volume semen pada variasi 0% (Perlakuan A), 5% (Perlakuan B), 10% (Perlakuan C), 15% (Perlakuan D), 20% (Perlakuan E) nilai kuat tekan rata-rata masing-masing sebesar 13,051 N/mm², 18,616 N/mm², 12,853 N/mm², 13,051 N/mm², 15,039 N/mm² dan nilai penyerapan air rata-rata masing-masing sebesar 12,241%, 10,751%, 10,411%, 12,595%, 10,286%. Untuk mutu bata beton, perlakuan A, C, D dan E diklasifikasikan dalam mutu C, sedangkan perlakuan B diklasifikasikan dalam mutu bata beton B. Berdasarkan hasil analisis data menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara penambahan variasi kapur hidrolis terhadap kuat tekan *paving block*. Hal yang sama berlaku terhadap data penyerapan air. Dengan hasil penyerapan yang melebihi nilai maksimum (10% pada mutu D), maka kuantitas air tanah yang terinfiltrasi semakin besar sehingga hasil penelitian ini memenuhi *paving block* dengan kuat tekan tinggi dan penyerapan tinggi. Kedepannya perlu dilakukan pengembangan fasilitas alat pembuatan *paving block* agar kontrol pemberian pressing *paving blocks* merata pada setiap perlakuan dan menghasilkan *paving block* mutu tinggi. Pada penelitian selanjutnya mungkin penggunaan bahan tambah berupa zat aditive (senyawa kimia) dimana cairan tersebut bisa menambah kekuatan pada *paving block*.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini khususnya kepada mahasiswa yang membantu jalannya pelaksanaan penelitian ini dan laboratorium Teknik Sipil Universitas Wiraraja yang telah memberikan pelayanan prima selama pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

Adh, G. K. A., & Deshariyanto, D. (2017). Pemanfaatan Serbuk Batu Pecah Untuk Campuran Paving Block Dengan Menggunakan Variasi Berat Tumbukan (Ditinjau Dari Kuat Tekan Dan Daya Serap Air). *Jurnal Ilmiah MITSU (Media Informasi Teknik Sipil Universitas Wiraraja)*, 5(2), 1-5.

Diana, A. I., & Fansuri, S. (2020). Pengaruh Penambahan Limbah Botol Plastik dan Variasi Fly Ash terhadap Penyerapan Paving Blok Ramah Lingkungan. *Rekayasa*, 13(1), 55-60.

Indonesia, S. N. (2008). SNI 03-1973- 2008 Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran Dan Kadar Udara Beton. *Badan Standarisasi Nasional (BSN)*. Jakarta.

Fansuri, S., & Diana, A. I. N. (2018). Karakteristik Komoditas Batu Kerikil Dan Pasir Hitam Untuk Bahan Bangunan Di Kabupaten Sumenep. *Jurnal Qua Teknika*, 8(2), 43-51.

Indonesia, S. N. (1996). SNI 03-0691-1996 tentang Bata Beton (Paving blok). *Jakarta: Badan Standarisasi Nasional*.

Indonesia, S. N. (2002). SNI 03-6827-2002 Metode Pengujian Waktu Ikut Awal Semen Portland dengan Menggunakan Alat Vicat untuk Pekerjaan Sipil. *Badan Standarisasi Nasional (BSN)*. Jakarta.

Indonesia, S. N. (2008). SNI 03-1973- 2008 Metode Pengujian Berat Jenis Semen. *Badan Standarisasi Nasional (BSN)*. Jakarta.

Kristiawan, A., & Suwandi, P. A. P. (2015). Pengaruh Penambahan Kapur dan Sabut Kelapa Terhadap Bobot dan Daya Serap Air Batako. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 1(1/November).

Larasati, D., Iswan, I., & Setyanto, S. (2016). Uji kuat tekan paving block menggunakan campuran tanah dan kapur dengan alat pemadat modifikasi. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 4(1), 11-22.

Mustaqim, M. I., Marliansyah, J., & Rahmi, A. (2017). Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Paving Block. *Jurnal Mahasiswa Teknik*, 3(1).

Purnawan, I., & Prabowo, A. (2018). Pengaruh penambahan limestone terhadap kuat tekan semen portland komposit. *Jurnal Rekayasa Proses*, 11(2), 86-93.

Shohib, N. H. (2017). *Perbandingan Kuat Tekan dan Serapan Air Paving Block Hydraulic dengan Variasi Bahan Tambah Kapur* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).

Statistik, B. P. (2019). *Sumenep Dalam Angka*. Sumenep: BPS Kabupaten Sumenep.

Suliyanto. (2011). *Ekonometrika teori dan aplikasi dengan SPSS*. Jakarta: Erlangga.

Tondok, N. R., Jonie, T., & Hendry, T. K. (2018). Pengaruh serbuk batu kapur sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton. *Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan 8 (RITEKTRA 8)*, (pp. 41-46).

Zuraidah, S., & Hastono, B. (2017). Serbuk Kapur Sebagai Cementitious Pada Mortar. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Madura*, 2(1), 27-31.