

PEMANFAATAN LIMBAH KOTORAN HEWAN PADA CAMPURAN BETON DI TINJAU DARI KUAT TEKAN

Subaidillah Fansuri^{1,*}, Dwi Deshariyanto²), Nor Zainah³)

¹Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wiraraja, subaidillah.sd@gmail.com

²Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wiraraja, dwi@wiraraja.ac.id

³Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wiraraja, zainahnor@wiraraja.ac.id

ABSTRAK

Indonesia banyak sekali limbah – limbah kotoran hewan, limbah kotoran hewan ini mengakibatkan udara tercemar dan menjadi pusat penyebaran penyakit. Dikarenakan kotoran sapi ini memiliki kandungan silika yaitu 9,6% per kilogramnya, silika ini kandungan utama penyusun semen, maka penelitian menggunakan kotoran sapi sebagai bahan tambah campuran dalam pembuatan beton yang akan ditinjau dari kuat tekan dengan proporsi bahan tambah kotoran sapi 0%, 5%, 10% dan 15%. Penelitian ini dilakukan sebuah eksperimen beton normal dengan mutu beton 20 Mpa yang diberi bahan tambah limbah kotoran sapi dengan variasi 0%, 5%, 10% dan 15%. Menggunakan benda uji berbentuk kubus ukuran 15 x 15 x15 pada umur 28 hari dan akan diuji menggunakan benda uji, pengujian benda uji seperti pengujian slump, dan kuat tekan untuk memperoleh mutu beton dari sample penelitian. Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan beton yang berkualitas dan ekonomis sekaligus mencegah terjadinya pencemaran yang disebabkan oleh limbah kotoran hewan dengan memanfaatkan limbah tersebut

sebagai bahan tambah campuran pembuatan beton. Penelitian ini dengan proporsi bahan tambah abu kotoran sapi 0%, 5%, 10%, dan 15%. Hasil penelitian ini diperoleh kuat tekan rata – rata 14,592 Mpa untuk variasi 0%, 14.370 Mpa untuk variasi 5%, 10.22 Mpa untuk variasi 10%, dan 9.407 Mpa untuk variasi 15%.

Kata Kunci : Bahan tambah, kotoran sapi, beton

ABSTRACT

Indonesia has a lot of animal waste; this animal waste causes air pollution and becomes a center for the spread of disease. Because cow dung has a silica content of 9.6% per kilogram, silica is the main ingredient in cement, so the study uses cow dung as an additional ingredient in making concrete which will be reviewed from the compressive strength with the proportion of cow dung additives of 0%, 5%, 10% and 15%. This study conducted a normal concrete experiment with a concrete quality of 20 Mpa which was given additional cow dung waste with variations of 0%, 5%, 10% and 15%. Using a cube-shaped test object measuring 15 x 15 x15 at the age of 5 days and will be tested using test objects, testing test objects such as slump testing, and compressive strength to obtain the quality of concrete from the research sample. This study was conducted to produce quality and economical concrete while preventing pollution caused by animal waste by utilizing the waste as an additional ingredient in concrete making. This study used cow dung ash as an additional material of 0%, 5%, 10%, and 15%. The results of this study obtained an average compressive strength of 14.592 MPa for the 0% variation, 14.370 MPa for the 5% variation, 10.22 MPa for the 10% variation, and 9.407 MPa for the 15% variation.

Keyword : Additional materials, Cow dung, Concrete

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang jumlah penduduknya sangat padat. Masyarakat di Indonesia rata-rata mempunyai kesejahteraan hidup yang menengah, dikarenakan Indonesia adalah negara berkembang. Banyaknya jumlah masyarakat di Indonesia membuat kebutuhan fasilitas publik semakin meningkat. Perkembangan infrasutruktur adalah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kesejahteraan yang baik terhadap masyarakat Indonesia.

Perkembangan bidang kontruksi akhir-akhir ini sering mengalami kemajuan yang sangat pesat. Salah satunya material untuk konstruksi yaitu beton. Banyak penelitian yang dilakukan dalam pengembangan teknologi beton. Hal ini disebabkan beton adalah material dalam suatu pembangunan yang sering dipakai. Dipihak lain di beberapa wilayah Indonesia banyak sekali limbah kotoran hewan, meskipun bukan limbah pabrik, limbah ini sangat mengganggu pencemaran udara serta menjadi pusat penyebaran penyakit. Dikarenakan di wilayah tertentu banyak kotoran sapi maka penelitian ini akan menggunakan kotoran sapi sebagai bahan tambah campuran untuk beton. Alasan digunakan kotoran sapi ini, karena kotoran sapi mengandung silika yang tinggi 9,6% perkilonya, yang mana silika ini kandungan utama penyusun semen.

Beton adalah bahan bangunan komposit yang dibuat dari kombinasi dua agregat yaitu agregat kasar dan halus, yang dicampur semen dan air sebagai pemicu kimiawi. Di era ini beton sangat disukai dan juga sering digunakan dalam pembangunan infrastruktur di Indonesia, baik beton precast atau beton normal. Sifat beton yang sangat mudah dibentuk, mampu menahan beban yang berat, tahan api, serta biaya perawatan yang bisa dibilang kecil membuat semakin

banyak infrastruktur menggunakan beton sebagai struktur utama.

Perkembangan bidang kontruksi akhir-akhir ini sering mengalami kemajuan yang sangat pesat. Salah satunya material untuk konstruksi yaitu beton. Banyak penelitian yang dilakukan dalam pengembangan teknologi beton. Hal ini disebabkan beton adalah material dalam suatu pembangunan yang sering dipakai. Dipihak lain di beberapa wilayah Indonesia banyak sekali limbah kotoran hewan, meskipun bukan limbah pabrik, limbah ini sangat mengganggu pencemaran udara serta menjadi pusat penyebaran penyakit. Dikarenakan di wilayah tertentu banyak kotoran sapi maka penelitian ini akan menggunakan kotoran sapi sebagai bahan tambah campuran untuk beton. Alasan digunakan kotoran sapi ini, karena kotoran sapi mengandung silika yang tinggi 9,6% perkilonya, yang mana silika ini kandungan utama penyusun semen.

Pasir sebagai agregat halus dalam pembuatan beton semakin menipis sumber daya alamnya. Banyaknya pengambilan pasir secara besar - besaran akan menyebabkan masalah terhadap lingkungan, contohnya masuknya air laut kedalam permukaan tanah, perubahan pola arus laut dan masih banyak masalah yang akan ditimbulkan oleh hal ini.

1.1 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dilakukan pada penelitian ini sesuai latar belakang diatas adalah “Bagaimana pengaruh penambahan limbah kotoran sapi terhadap kuat tekan beton ?”

1.2 Tujuan Penulisan

Kegiatan penelitian ini dilakukan dengan tujuan:

1. Untuk mengetahui pengaruh limbah kotoran sapi sebagai bahan tambah terhadap kuat tekan pada beton.

2. Untuk mengetahui porsi campuran limbah kotoran sapi yang akan digunakan dalam pembuatan beton.
3. Untuk mengetahui kualitas beton terhadap penambahan limbah kotoran sapi.

1.3 Urgensi Penelitian

Adapun urgensi dari penelitian sebagai acuan dalam sebuah perencanaan atau referensi dalam hal perencanaan beton dengan ditambahkan kotoran sapi dan sebagai pemanfaatan limbah kotoran sapi, serta sebagai inovasi dan sumber literatur baru dalam pengembangan material dan teknologi beton selanjutnya untuk kebutuhan dunia kontruksi bangunan sipil

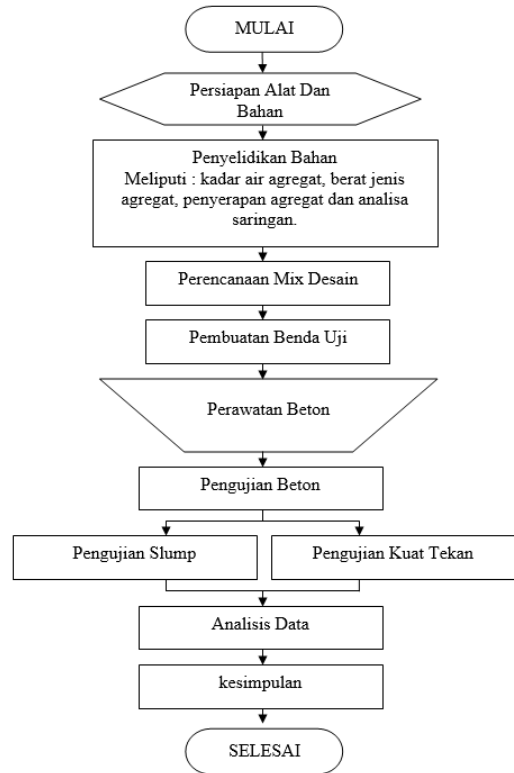
2. METODE PENELITIAN

Bersumber latar belakang, rumusan masalah serta tujuan penulisan yang sudah tertera diatas, metode yang digunakan pada penelitian inni ialah metode eksperimen. Menurut Sugiono (2011:72) metode eksperimen ialah suatu metode yang dipakai dalam suatu penelitian untuk mengetahui perlakuan, dampak, pengaruh pada subjek lain pada saat kondisi terkendali.

Penelitian ini dilakukan sebuah eksperimen beton normal dengan mutu beton 20 Mpa yang ditambah limbah kotoran hewan dengan variasi 0%, 5%, 10% dan 15% dari berat agregat halus, serta uji kuat tekannya menggunakan benda uji yang berbentuk kubus ukuran 15 x 15 x 15 pada umur 28 hari.

Penelitian ini menggunakan semen type 1 dikarenakan mampu digunakan pada keadaan normal dan tidak memerlukan persyaratan khusus. Agregat yang digunakan adalah pasir sebagai agregat halus dan kerikil sebagai agregat kasar seperti yang banyak diaplikasikan dalam pembuatan beton.

Adapun alur kegiatan yang nantinya akan dilakukan tercantum pada alur dibawah ini :



Gambar 1.
Diagram Alir Penelitian

SNI uji kuat tekan beton kubus umumnya mengacu pada SNI 03-1974-1990 (Metode pengujian kuat tekan beton) atau standar PBI 1971, yang menetapkan ukuran kubus standar 15x15x15 cm. Meskipun SNI terbaru (SNI 1974:2011) fokus pada silinder, pengujian kubus (K-xxx) masih umum digunakan di lapangan untuk mengevaluasi mutu beton karakteristik kg/cm

Berikut poin penting terkait uji kuat tekan beton kubus:

Ukuran Benda Uji: Standar yang digunakan adalah kubus berukuran

Prosedur Pengujian:

1. Benda uji dirawat (*curing*) selama umur yang ditentukan (biasanya 7, 14, atau 28 hari).
2. Sampel diletakkan pada mesin tekan (*Compression Testing Machine*).
3. Beban ditekan secara vertikal sampai benda uji pecah.

4. Mencatat beban maksimum yang menyebabkan beton hancur

Adapun ruang lingkup, populasi dan sample pada penelitian ini yaitu beton yang akan ditambah kotoran hewan menggunakan variasi 0%, 5%, 10% dan 15% dan populasi dalam penelitian ini adalah beton yang ditambah limbah kotoran sapi yang menggunakan variasi campuran 0% sampai 15%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Data

Hasil yang diperoleh, sebelumnya dilakukan pengujian analisis regresi linier sederhana harus dilakukan uji terlebih dahulu untuk mengetahui apakah data memenuhi persyaratan untuk dilakukan uji regresi linier sederhana. Pengujian yang dilakukan adalah asumsi klasik, uji asumsi klasik yang sering dilakukan yaitu uji heteroskedestitas dan uji linieritas. Pada penelitian ini memakai teknik analisis data berupa analisis regresi linier sederhana,

maka asumsi klasik yang digunakan hanya uji heteroskedestitas dan uji linieritas.

Dari pengujian ini kita mendapatkan nilai kadar air untuk pasir rata – rata sebesar 3,30%.

Berdasarkan hasil percobaan analisa saringan pasir dan grafik Hubungan Ayakan dengan % lolos Kumulatif Ayakan maka diperoleh daerah gradasi yaitu pada daerah gradasi Pasir (Sedang) No. 2 Zona II karena yang banyak berada di antara batas atas dan batas bawah daerah gradasi agregat berada di zona 2, dan di zona lain lebih banyak berada di luar batas atas dan batas bawah.

Berat jenis semu (apparent specific gravity) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.

Penyerapan adalah prosentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering. Dari hasil penelitian kami diperoleh berat jenis kering 2.594, berat jenis SSD 2.604, berat jenis semu 2.621, penyerapan 0.4%.

Tabel 1.

Data Pengujian Dan Perhitungan Kadar Air Pasir

PERCOBAAN NOMOR	1	2	Rata-rata
Berat pasir asli (W1)	500	500	500
Berat pasir oven (W2)	484	484	484
Kelembapan pasir (W1-W2)/W2x100%	3.30%	3.30%	3.3%

Berdasarkan hasil percobaan analisa saringan pasir dan grafik Hubungan Ayakan dengan % lolos Kumulatif Ayakan maka diperoleh daerah gradasi yaitu pada daerah gradasi Pasir (Sedang) No. 2 (Zona II) karena yang banyak berada di antara batas atas dan batas bawah daerah gradasi agregat berada di zona 2, dan di zona lain lebih banyak berada di luar batas atas dan batas bawah.

Kelembapan kerikil sangat di pengaruhi oleh selisih antara berat kerikil dengan berat kerikil oven. Semakin besar selisihnya maka kelembapannya semakin besar pula. Dari pengujian didapat nilai

kelembapan kerikil rata – rata sebesar 1.11%.

Penyerapan ialah prosentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering. Dari hasil pengujian diperoleh berat jenis kering 2.709, Berat jenis SSD 2.747, berat jenis semu 2.817, penyerapan 1.419%.

Berdasarkan hasil percobaan analisa saringan batu pecah dan grafik hubungan ayakan dengan % lolos kumulatif, diperoleh daerah gradasi adalah daerah gradasi kerikil ukuran maksimum 40 mm berdasarkan nilai % lolos kumulatif lebih banyak masuk pada

batas atas dan batas bawah pada gradasi kerikil ukuran maksimum 40 mm.

Hasil pengujian agregat terutama untuk analisa saringan pasir dan batu pecah digunakan dalam penentuan persen pasir dalam campuran beton menggunakan grafik persen pasir terhadap kadar total agregat

yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada formulir *mix design*. Dengan *slump* 30 – 60 mm, pada grafik persen pasir terhadap kadar total agregat didapat persen pasir terhadap kadar total agregat yaitu 35%.

Tabel 3.

Data Perhitungan Kebutuhan Limbah Kotoran Sapi Yang Dipakai Pada Setiap Campuran

% Abu	Pasir (Kg)	Kerikil (Kg)	Air (Kg)	Semen (Kg)	Abu (Kg)
0%	7.709	14.312	1.949	3.154	-
5%	7.709	14.312	1.949	3.154	0.158
10%	7.709	14.312	1.949	3.154	0.315
15%	7.709	14.312	1.949	3.154	0.473

Tabel 4.

Data Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Variasi 0 %

NO	Berat (Kg)	Umur (Hr)	Tekanan Hancur (P) (N)	Tegangan Hancur (N/mm ²)	Konfersi umur	Teg. Konfersi Umur
1	8055	28	350000	15.555	1	15.555
2	8190	28	250000	11.111	1	11.111
3	8180	28	385000	17.111	1	17.111

Tabel 5.

Data Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Variasi 5 %

NO	Berat (Kg)	Umur (Hr)	Tekanan Hancur (P) (N)	Tegangan Hancur (N/mm ²)	Konfersi umur	Teg. Konfersi Umur
1	8070	28	345000	15.333	1	15.333
2	7810	28	275000	12.222	1	12.222
3	7890	28	350000	15.556	1	15.556

Tabel 6.

Data Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Variasi 10 %

NO	Berat (Kg)	Umur (Hr)	Tekanan Hancur (P) (N)	Tegangan Hancur (N/mm ²)	Konfersi umur	Teg. Konfersi Umur
1	7802	28	255000	11.333	1	11.333
2	7555	28	185000	8.222	1	8.222
3	7610	28	250000	11.111	1	11.111

Tabel 7.

Data Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Variasi 15 %

NO	Berat (Kg)	Umur (Hr)	Tekanan Hancur (P) (N)	Tegangan Hancur (N/mm ²)	Konfersi umur	Teg. Konfersi Umur
1	7815	28	185000	8.222	1	8.222
2	7945	28	250000	11.111	1	11.111
3	7705	28	200000	8.889	1	8.889

Uji *slump* dilakukan setiap proses *mixing* atau pembuatan beton segar tiap variasi. Data uji nilai *slump* untuk variasi 0% didapat nilai rata – rata yang dilakukan pada tiga benda uji yaitu 6 cm. Untuk variasi 5% didapat nilai rata – rata uji *slump* yang dilakukan pada tiga benda uji adalah 5.33 cm. Nilai rata – rata uji *slump* untuk variasi 10% yang dilakukan pada tiga benda uji yaitu 4.66 cm. Selanjutnya nilai rata – rata uji *slump* untuk variasi 15% yang dilakukan pada tiga benda uji yaitu 5.33 cm. Berdasarkan uji *slump* yang dilakukan dari semua variasi (0%, 5%, 10% dan 15%), nilai penurunan *slump* berada di rentang penurunan nilai *slump* yang direncanakan diawal percobaan yaitu 30 – 60 mm. Maka dalam pelaksanaan pembuatan beton segar untuk benda uji, rata-rata nilai slump sesuai dengan nilai rencana *slump*.

Pengujian kuat tekan benda uji dilakukan pada umur 28 hari setelah pembuatan dan pencetakan benda uji. Setiap benda uji dilakukan perawatan/*curing* dengan melakukan perendaman.

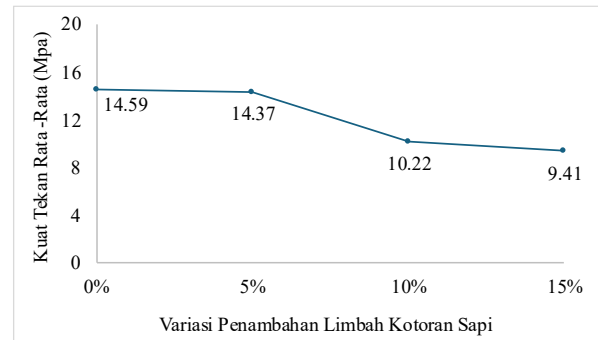
Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan didapatkan nilai tegangan hancur pada umur 28 hari variasi 0% pada benda uji 1 yaitu 15.555 Mpa, pada benda uji 2 yaitu 11.111 Mpa, dan benda uji 3 17.111 Mpa. didapatkan nilai rata-rata sebesar 14.592 Mpa.

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan didapatkan nilai tegangan

hancur pada umur 28 hari variasi 5% pada benda uji 1 yaitu 15.333 Mpa, pada benda uji 2 yaitu 12.222 Mpa, dan benda uji 3 15.556 Mpa.

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan didapatkan nilai tegangan hancur pada umur 28 hari variasi 10% pada benda uji 1 yaitu 11.333 Mpa, pada benda uji 2 yaitu 8.222 Mpa, dan benda uji 3 yaitu 11.111 Mpa, didapatkan nilai rata-rata sebesar 10.222 Mpa.

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan didapatkan nilai tegangan hancur pada umur 28 hari variasi 15% pada benda uji 1 yaitu 8.222 Mpa, pada benda uji 2 yaitu 11.11 Mpa, dan benda uji 3 adalah 8.89 Mpa, didapatkan nilai rata-rata sebesar 9.407 Mpa.



Gambar 2. Hubungan Variasi Penambahan Limbah Kotoran Sapi terhadap Kuat Tekan Rata-Rata

Tabel 8. Uji Normalitas Menggunakan Metode Shapiro Wilk

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
LIMBAH KOTORAN	.132	12	.200*	.955	12	.706
KUAT TEKAN	.188	12	.200*	.901	12	.163

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Tabel 9.
Uji Heteroskedastisitas Data Kuat Tekan Dengan Variasi Campuran Limbah Kotoran Sapi

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-420.660	282.447		-1.489	.167
	LIMBAH KOTORAN	.059	.036	.460	1.636	.133

a. Dependent Variable: Abs Res

Tabel 10.
Analisis Regresi dan Pengujian Hipotesis (Kuat Tekan)

Model Summary ^b									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.677 ^a	.459	.405	53.21819	.459	8.472	1	10	.016

a. Predictors: (Constant), HANCUR
b. Dependent Variable: MPA

Tabel 11.
Tabel Anova Hasil Analisis Regresi Kuat Tekan

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	23994.904	1	23994.904	8.472	.016 ^b
	Residual	28321.763	10	2832.176		
	Total	52316.667	11			

a. Dependent Variable: KUAT TEKAN
b. Predictors: (Constant), LIMBAH KOTORAN

Tabel 12.
Coefficients Hasil Analisis Regresi Kuat Tekan

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-1487.669	605.202		-2.458	.034
	LIMBAH KOTORAN	.223	.077	.677	2.911	.016

a. Dependent Variable: KUAT TEKAN

Hasil uji *Shapiro Wilk* pada tabel 8 diketahui bahwa kuat tekan ringan mendapatkan nilai sigifikansi lebih besar dari 0.05 (>0.05) maka disimpulkan bahwa residual berdistribusi normal.

Variasi 1, $0.70 > 0.05$

Variasi 2, $0.16 > 0.05$

Berdasarkan hasil tabel 9 didapat sebuah keterangan bahwa :

a. Jika nilai signifikansi > 0.05 , maka tidak terjadi heteroskedestisitas.

b. Jika nilai signifikansi < 0.05 , maka terjadi heteroskedestisitas.

Data pada tabel 9 dapat diketahui model regresi tidak terjadi heteroskedestisitas karena nilai signifikansi limbah kotoran sapi terhadap absolut resedual adalah $0.133 > 0.05$.

Berdasarkan tabel 10 dapat dianalisis bahwa hubungan antara variabel (X) dengan variabel (Y) adalah 0.677. Tidak memiliki arti positif dalam hubungan variasi campuran limbah kotoran sapi dan kuat tekan, maksudnya meskipun banyak variasi campuran limbah kotoran sapi maka ada pengaruh yang simultan terhadap nilai kuat tekan yang dihasilkan.

Tabel 11 dapat dianalisis apakah model regresi dapat digunakan untuk memprediksi nilai kuat tekan dipengaruhi oleh variasi campuran limbah kotoran sapi. Langkah pertama dilakukan membuat hipotesis dalam uraian kalimat. H_0 (tidak ada pengaruh yang simultan terhadap nilai kuat tekan yang dipengaruhi oleh variasi campuran limbah kotoran sapi) dan H_a (ada pengaruh yang simultan terhadap nilai kuat tekan yang dipengaruhi oleh variasi campuran limbah kotoran sapi). Berdasarkan perbandingan antara F hitung dan F tabel, jika F hitung \leq F tabel maka H_0 diterima akan tetapi jika F hitung $>$ F tabel maka H_0 ditolak. Selanjutnya berdasarkan nilai probabilitas, jika probabilitas (sig) $>$ α maka H_0 diterima dan jika (sig) $<$ α maka H_0 ditolak.

Tabel 11 menunjukkan nilai probabilitas (sig) adalah 0.016 dan nilai taraf signifikan adalah 0.05 kemudian langkah selanjutnya adalah membandingkan F hitung dan F tabel serta sig dan α . Dari tabel 10 diketahui nilai F hitung adalah 8.472 sedangkan nilai F tabel dapat dihitung dengan menggunakan rumus dan dapat dilihat di tabel F lampiran maka di dapat 4.96, maka F hitung = 8.472 $>$ F tabel 4.96 (H_0 ditolak) dan sig = 0.016 (H_a diterima).

Tabel 12 menunjukkan bahwa pengujian hipotesis penelitian dapat dilakukan dari tabel *coefficients* menunjukkan model persamaan regresi untuk memperkirakan nilai kuat tekan yang dipengaruhi oleh variasi campuran limbah kotoran sapi. Berdasarkan nilai signifikasi dari tabel *coefficients* di peroleh nilai signifikan sebesar 0.016 $<$ 0.05 sehingga

dapat disimpulkan bahwa variable (X) berpengaruh terhadap variabel (Y). berdasarkan nilai t diketahui nilai t hitung sebesar 2.911 $>$ t tabel 2.23, sehingga dapat disimpulkan bahwa variable (X) berpengaruh terhadap variable (Y).

$$\begin{aligned} T_{\text{tabel}} &= (a/2 : n-k-1) \\ &= (0.05/2) : 3-1-1) \\ &= (0,025 : 1) \\ &= 12.71 \end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Pengujian pasir hitam sebagai bahan utama pembuatan beton menghasilkan data kadar air rata-rata sebesar 3.3%, zona serbuk pasir adalah zona 2 dan berat jenis SSD rata – rata adalah 2.604 gr/cm³. Pengujian untuk agregat kasar batu pecah sebagai bahan pembuatan beton dalam penelitian ini menghasilkan kadar air rata – rata 1.11% , menghasilkan SSD rata – rata 2.745 gr/cm³, dan untuk analisa agregat kasar masuk ke dalam zona gradasi ukuran maksimum 40 mm.

Pengujian kuat tekan rata – rata untuk variasi 0% dalam penelitian ini di dapat hasil 14.592 Mpa, untuk kuat tekan rata rata variasi 5% di dapat hasil 14.370 Mpa, kuat tekan rata rata untuk variasi 10% didapat hasil 10.22 Mpa, dan untuk hasil pengujian kuat tekan rata - rata variasi 15% didapat hasil 9.407 Mpa.

Penambahkan limbah kotoran sapi dengan variasi 0%, 5%, 10% dan 15% memiliki pengaruh terhadap kuat tekan beton. Berdasarkan uji normalitas menggunakan metode *Shapiro Wilk* bisa disimpulkan bahwa residual berdistribusi normal karena nilai signifikan lebih besar dari 0.05. Berdasarkan uji heteroskedastisitas diketahui model regresi tidak terjadi heteroskidastisitas karena nilai signifikan lebih besar dari 0.05.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Andika, Y., & Dimalouw, J. (2022). Pengaruh Penggunaan Sikament[®] Ln Terhadap Pengurangan Jumlah

- Kadar Air Dan Kuat Tekan Beton. *Jurnal Karkasa*, 7(2), 54-61.
- Andika, Y., Lisawengen, T., & Mambrak, B. (2022). Pengaruh Plastimen Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Umur. *Jurnal Karkasa*, 8(2), 46-49.
- Andika, Y., Saputro, I., & Bonde, O. (2021). Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton Menggunakan Material Dari Kali Jodoh. *Jurnal Karkasa*, 7(1), 22-27.
- ASTM – Standart C33. (2003). Standard Specification for Concrete Aggregates, (ASTM C 33-03). West Conshohocken, PA, USA: ASTM International.
- D. Mahardika, R. P. Dewanti, and A. Subagyo, “Strategi Green Construction dalam Konstruksi Berkelanjutan Untuk Bangunan Gedung Ramah Lingkungan Dan Ekonomis di Indonesia,” *Metta J. Ilmu Multidisiplin*, vol. 5, no. 2, pp. 52–61, 2025.
- Fawaid & Qudsyi Ainul.(2020). Pengaruh Penambahan Kotoran Sapi sebagai Substitusi Semen terhadap Kuat Tekan Beton. Bogor: library of IPB University
- H. Imelda and M. H. Soejachmoen, “Determined Contribution (NDC),” *Indones. Res. Inst. Decarbonization*, p. 10, 2023.
- Hoerudin, D. (2021). Analisa kuat tekan beton K-400 dengan campuran material pengganti semen (slag cement). *Jurnal TESLINK: Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 3(1), 36–44.
- Munthe, Sonia Sonita. (2019). Pemanfaatan Limbah Pecahan Beton Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Terhadap Kuat Tarik Belah Dengan Fas 0,3 Dan 0,5. Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
- N. Bertoldo, T. Qureshi, D. Simpkins, A. Arrigoni, and G. Dotelli. (2023). “Concrete with Organic Waste Materials as Aggregate Replacement,” *Appl. Sci.*, vol. 14, no.1, p. 108.
- Putri, I. S. A., Sofia, D. A., & Kamal, M. I. H. (2022). Analisis Penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) Terhadap Kuat Tekan Beton. *SEMNASTERA (Seminar Nasional Teknologi Dan Riset Terapan)*, 4, 380–385
- R. R. S. Riwayati and R. Habibi. (2020). “Pengaruh Penambahan Zat Aditif Sika Viscocrete Terhadap Kuat Tekan Mutu Beton K-300 Umur 14 Hari,” *Jurnal Tekno Global*, vol. 9, no. 2.
- SNI 03 – 2834 – 2000 .2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Badan Standarisasi Nasional
- W. A. Prakayuda, A. Halim, and C. Aditya (2021), “Pengaruh Penambahan Damdex Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton,” *Bouwplank*, vol. 1, no. 2.



Copyright© by the authors. Licensee Jurnal Ilmiah MITSU, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike (CC BY-NC-SA 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Halaman ini sengaja dikosongkan