

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK CANGKANG TELUR TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON NORMAL

Muhammad Afwan Ely¹, Vera Th C Siahaya², Musper David Soumokil³

tely176@gmail.com¹, verasiahaya6@gmail.com², musper230378@gmail.com³

Politeknik Negeri Ambon

ABSTRAK

Cangkang telur ayam di Jalan A. M. Sangadji, Kelurahan Honipopu, Kec. Sirimau, Kota Ambon Maluku, banyak ditemukan di tempat – tempat pembuatan kue atau pabrik roti. Dalam penelitian ini, dapat memanfaatkan serbuk cangkang telur ayam untuk penggunaan sebagian jumlah berat semen dalam proporsi campuran penyusun beton. Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan kadar presentase kuat tarik belah beton yang dapat mencapai nilai optimum dan menentukan keefektifan penggunaan serbuk cangkang telur sebagai pengganti sebagian semen. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. kemudian analisa data menggunakan pengujian analisa saringan agregat halus dan agregat kasar mengacu pada (SNI 03-1968-1990), pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat mengacu pada (BS 812), pemeriksaan kadar lumpur mengacu pada (SII 0052-80), pemeriksaan bobot isi agregat halus dan agregat kasar mengacu pada (ASTM C-33), pemeriksaan kadar air mengacu pada (SII 0052-80), komposisi campuran beton mengacu pada Mix Design Beton (SNI 03-2834-2000). Berdasarkan hasil pengujian beton normal tanpa serbuk cangkang telur memperoleh nilai kuat tarik belah beton sebesar 1,37 Mpa dan hasil pengujian dengan penambahan serbuk cangkang telur 2%, 4%, dan 6% menghasilkan kuat tarik belah beton sebesar 1,46 MPa, 1,84 MPa, dan 1,93 MPa.

Kata Kunci: Beton Normal, Serbuk Cangkang Telur Ayam, Kuat Tarik Belah.

ABSTRACT

Chicken eggshells on A. M. Sangadji Street, Honipopu Sub-district, Sirimau District, Ambon City, Maluku, are commonly found at cake or bread factories. In this study, chicken eggshell powder can be utilized as a partial replacement for cement by weight in the concrete mix composition. The purpose of this study is to determine the percentage of split tensile strength that can reach its optimum value and to evaluate the effectiveness of using eggshell powder as a partial substitute for cement. The method used in this research is the experimental method. The data analysis included testing the sieve analysis of fine and coarse aggregates referring to SNI 03-1968-1990, specific gravity and water absorption tests based on BS 812, mud content examination according to SII 0052-80, unit weight of fine and coarse aggregates according to ASTM C-33, moisture content testing referring to SII 0052-80, and the concrete mix design based on SNI 03-2834-2000. Based on the test results, normal concrete without eggshell powder achieved a splitting tensile strength of 1.37 MPa, while the results for concrete with the addition of 2%, 4%, and 6% eggshell powder showed splitting tensile strengths of 1.46 MPa, 1.84 MPa, and 1.93 MPa, respectively.

Keywords: Normal Concrete, Chicken Eggshell Powder, Splitting Tensile Strength.

PENDAHULUAN



Gambar 1 Cangkang Telur Ayam

Cangkang telur ayam di Jalan A. M. Sangadji, Kelurahan Honipopu, Kec. Sirimau, Kota Ambon Maluku, banyak ditemukan di tempat – tempat pembuatan kue atau pabrik roti. Cangkang telur ayam ini mempunyai kualitas cukup besar karena telur ayam banyak digunakan dalam kehidupan sehari – hari baik untuk pangan dan kuliner, pada tempat pembuatan kue. toko lily pada Jalan A. M. Sangadji, Kelurahan Honipopu, Kec. Sirimau, Kota Ambon Maluku, dapat dimanfaatkan sisa cangkang telur ayam dari sisa limbah pembuatan aneka kue, sehingga menghasilkan fungsi tersendiri untuk pemanfaatan sampah dari cangkang telur ayam tersebut. Limbah cangkang telur ayam pada Gambar 1 memiliki kandungan kalsium karbonat yang merupakan salah satu bahan penyusun Semen Portland sehingga bisa dimanfaatkan sebagai pengganti sebagian semen untuk membuat beton yang ramah terhadap lingkungan (Pohan & Rambe, 2022).

Cangkang telur ayam yang tidak terpakai ini diolah dan dihancurkan sehingga menghasilkan serbuk. Dalam penelitian ini, peneliti mencoba memanfaatkan serbuk cangkang telur ayam untuk menggantikan sebagian semen dalam proporsi campuran penyusun beton pada kadar presentase yang berbeda, dengan memperhatikan dari setiap pengaruh serbuk cangkang telur ayam yang digunakan. Sehingga melalui penelitian ini, akan diamati karakteristik beton yang dihasilkan

Ashariyanto. dkk, 2022. Dalam judul penelitiannya pengaplikasian serbuk cangkang telur sebagai bahan pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan beton berkesimpulan dari hasil perhitungan pengaruh penambahan kulit cangkang telur pada variasi 0%, 5%, 10%, 20%. Pada penelitian ini membuat campuran beton dengan serbuk cangkang telur dengan variasi terbaik yaitu 0%, dengan nilai kuat tekan beton sebesar 14.582 N/mm² (Mpa), sedangkan 5%, dengan nilai kuat tekan beton sebesar 15.44 N/mm² (Mpa), dan 10% , dengan nilai kuat tekan beton sebesar 16. 941 N/mm² (MPa). Dan 20% mengalami penurunan dengan nilai kuat tekan beton sebesar 10.829 N/mm² (MPa).

Dewi. dkk, 2020. Dalam Judul penelitiannya pengaruh penggunaan serbuk cangkang telur sebagai substitusi parsial semen terhadap nilai kuat tarik belah beton, berkesimpulan dari hasil penelitian beton parsial menggunakan cangkang telur dengan pemeriksaan rata – rata kuat tarik belah beton mengalami peningkatan pada presentase 2.5%, 2.78%, MPa. Dibandingkan dengan nilai kuat tarik belah beton normal besar 2.65 MPa atau mengalami kenaikan kekuatan 4.91% dari beton tanpa tambahan SCT.

Sinay. dkk, 2024. Dalam penelitiannya dengan judul analisa perbandingan biaya dan mutu beton menggunakan serbuk cangkang telur untuk mereduksi pemakaian semen, berkesimpulan Pada beton normal memberikan kuat tekan sebesar 25,76 MPa, Trial mix dengan cangkang telur 1% memberikan kuat tekan sebesar 22,80 MPa, Trial mix dengan cangkang telur 2% hari memberikan kuat tekan sebesar 20,43 MPa, Trial mix dengan cangkang telur 3% pada kuat tekan hancur memberikan kuat tekan sebesar 20,13 MPa, Trial mix dengan cangkang telur 4% pada kuat tekan memberikan kuat tekan 19,98 MPa. 2) Dari hasil pengujian ini semakin bertambahnya jumlah presentase cangkang telur ayam maka kuat tekan beton semakin menurun.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat penelitian dilaksanakan di laboratorium Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ambon. Lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 1 dibawah ini



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Pengumpulan dan pengolahan data yang diperoleh dari hasil pengamatan lapangan baik berupa Data Primer maupun Data Sekunder.

1) Data Primer

Data primer Adalah data yang didapat langsung dari hasil survey dilapangan, data primer yang didapat berupa dokumentasi dan hasil pengujian material.

2) Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapat langsung dari studi pustaka dan data yang diperoleh langsung dari Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Material Penyusun Beton

Sebelum membuat campuran beton, Anda harus memeriksa terlebih dahulu setiap bahan yang akan digunakan dalam campuran beton tersebut. Hasil pemeriksaan laboratorium tercantum pada tabel berikut :

1. Pemeriksaan Analisa Saringan

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui pembagian butiran agregat kasar dan butiran agregat halus dengan menggunakan ayakan. Dari hasil pemeriksaan analisa saringan di laboratorium Politeknik Negeri Ambon diperoleh hasil analisa saringan sebagai berikut :

a. agregat halus

Tabel 1 Analisa Saringan Agregat Halus

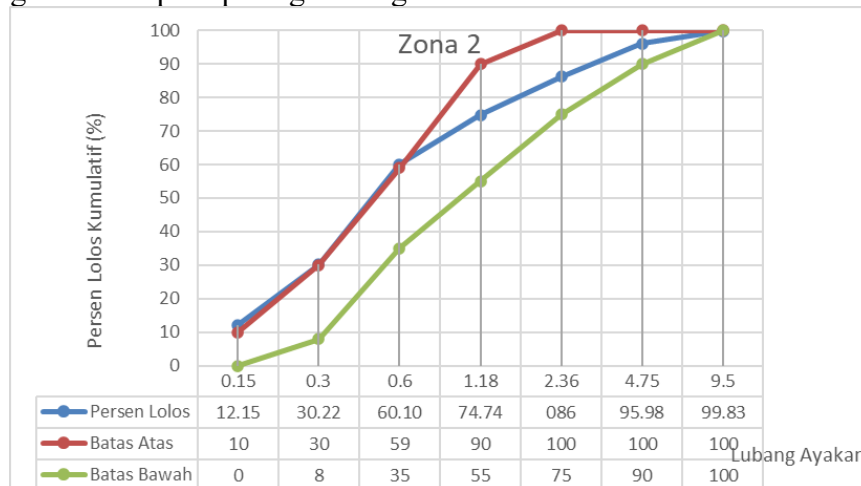
BERAT KERING = 1000.00 gr						
No Saringan	Berat Saringan	B. Saringan + Tertahan	Berat Tertahan (gr)	Persen Tertahan	Kumulatif Tertahan(%)	Lolos (%)
1	2	3	4=(3-2)	5	6=(5/brt krg oven 100%)	7=100 %-6
76,2 mm 3"	557,81	557,81	-	-	-	100,00
36,1 mm 1/2"	537,34	537,34	-	-	-	100,00
19,1 mm 3/4"	559,30	559,30	-	-	-	100,00
9,5 mm 3/8"	525,65	527,33	1,68	1,68	0,17	99,83
4,75 mm No 4	556,54	595,10	38,56	40,24	4,02	95,98
2,36 mm No 8	535,90	633,82	97,92	138,16	13,82	86,18
1,18 mm No16	491,01	605,37	114,44	252,52	25,25	74,75
600 m No 30	465,83	612,27	146,44	398,96	39,90	60,10
300 m N0 50	430,71	729,44	298,73	697,69	69,77	30,23
150 m No 100	381,51	562,20	180,69	878,38	87,84	12,16

75 m No.200	397,88	398,00	0,12	878,50	87,85	12,15
PAN	451,59	573,09	121,50	1,000.00	100,00	-
240,76						
Modulus Kehalusan (MK) = 240,76 :			100 =	2,41		

Sumber : Hasil penelitian, 2024

$$MK = \sum \%TERTAHAN \text{ KUMULATIF} / 100 = 240,76 / 100 = 2,41$$

Berdasarkan tabel 1 Agregat halus diatas diuji dan didapatkan nilai modulus kehalusan adalah 2,41. Nilai % lolos kumulatif tersebut, selanjutnya akan dimasukan kedalam grafik gradasi agregat halus seperti pada gambar grafik 1 dibawah ini :



Gambar 1 Grafik Hasil Pengujian Agregat Halus. Sumber : Hasil Analisis.

Dari tabel 1 analisa saringan agregat halus dibuat grafik pengujian agregat halus didapatkan pasir agak kasar dan lolos saringan no 8, seperti pada gambar 1. Dari gambar 1 dihasilkan tingkat gradasi baik dan persen tembus kumulatif sehingga dinyatakan pasir agak kasar termasuk pada zona 2, dilihat pada garis biru pada gambar 1.

a. agregat kasar

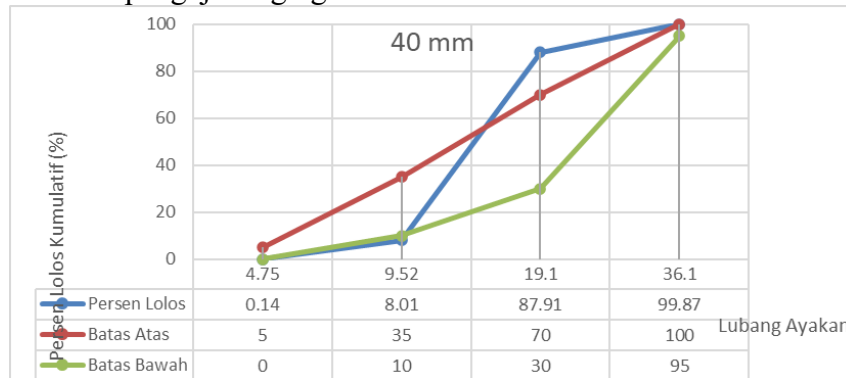
Tabel 2 Analisa saringan agregat kasar

Berat Kering =2000.00 gr						
No Saringan	Berat Saringan (%)	B.Saringan + Tertahan (gr)	Berat Tertahan (gr)	Persen Teritahan (%)	Kumulatif	
					Tertahan(%)	Lolos(%)
					6=(5/brt krg oven x 100%)	
1	2	3	4=(3-2)	5		7=100%-6
75 mm 3"	544,96	544,96	-	-	-	100,00
37,5 mm						
1 1/2"	537,34	539,87	2,53	2,53	0,13	99,87
19,1 mm						
3/4"	559,33	798,53	239,20	241,73	12,09	87,91
9,52 mm						
No 3/8"	534,33	2,132	1.598,15	1,839,88	91,99	8,01
4,75 mm						
No 4	453,13	510,49	157,36	1,997,24	99,86	0,14
2,36 mm						
No 8	541,85	543,61	1,76	1,999,00	99,95	0,05
PAN	426,70	427,70	1,00	2,000,00	100,00	-
204,07						
Modulus Kehalusan (MK)=			204,07 :	100 =	2,04	

Sumber : Hasil penelitian, 2024

$$MK = \sum \%TERTAHAN \text{ KUMULATIF} / 100 = 204.07 / 100 = 2.04$$

Berdasarkan tabel 2 diatas Analisa agregat kasar adalah 2,04. Nilai % lolos kumulatif tersebut, selanjutnya akan dimasukkan kedalam grafik gradasi agregat kasar seperti pada gambar grafik 2 hasil pengujian agregat kasar dibawah ini:



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Agregat Kasar. Sumber : Hasil Analisis

Dari tabel 2 analisa saringan agregat kasar dibuat grafik pengujian agregat kasar didapatkan persen berat butiran yang lewat ayakan no 20, seperti pada gambar 2. Dari gambar 4.2 dihasilkan tingkat gradasi baik dengan berat butiran maksimal 40 mm tembus kumulatif sehingga grafik tersebut termaksu pada zona 2, dilihat pada gambar 1.

2. Pemeriksaan Bobot Isi Agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui berapa banyak rongga udara yang terdapat pada agregat. Dari hasil pemeriksaan di laboratorium bahan Politeknik Negeri Ambon diperoleh bobot isi masing-masing material sebagai berikut :

Tabel 3 Bobot isi agregat Kasar
Laboratorium Uji Material Boton
Pengujian Bobot Isi Agregat kasar

Keadaan Lepas					
No	Uraian	Satuan	I	Nilai II	III
A	Berat Kontener	gr	9480	9480	9480
B	Berat Kontener+Material	gr	29770	30780	30720
C	Berat Material (C=B-A)	gr	20290	21300	21240
D	Volume Kontener	cm ³	15216,828	15216,828	15216,828
E	Bobot isi (C/D)	gr/cm ³	1,33	1,40	1,40
F	Bobot Isi Rata- Rata	gr/cm ³		1,38	
Keadaan Padat					
A	Berat Kontener	gr	9480	9480	9480
B	Berat Kontener +Material	gr	32210	32580	32760
C	Berat Material (C=B-A)	gr	22730	23100	23280
D	Volume Kontener	cm ³	15216,828	15216,828	15216,828
E	Bobot Isi (C/D)	gr/cm ³	1,49	1,52	1,53
F	Bobot Isi Rata- Rata	gr/cm ³		1,51	

Sumber : Hasil penelitian, 2024

- a. Perhitungan bobot isi agregat kasar sampel 1 keadaan lepas :

$$\begin{aligned}\text{Berat Volume Agregat} &= TV \\ &= 2029015216,828 \\ &= 1,33 \text{ gr/cm}^3\end{aligned}$$

Persamaan ini, berlaku juga untuk sampel 2 dan 3.

- b. Untuk mencari bobot isi rata-rata keadaan lepas adalah :

$$\begin{aligned}&= 1,33 + 1,40 + 1,403 \\ &= 1,376 \\ &= 1,38\end{aligned}$$

- c. Perhitungan bobot isi agregat kasar sampel 1 keadaan padat :

$$\begin{aligned}\text{Berat Volume Agregat} &= TV \\ &= 2273015216,828 \\ &= 1,49 \text{ Kg/cm}^3\end{aligned}$$

Persamaan tersebut berlaku juga untuk sampel 2 dan 3.

- d. Untuk mencari bobot isi rata-rata keadaan padat adalah :

$$\begin{aligned}&= 1,49 + 1,52 + 1,533 \\ &= 1,51\end{aligned}$$

Tabel 4 Bobot isi agregat Halus

No	Uraian	Satuan	Nilai		
			I	II	III
Keadaan Lepas					
A	Berat Kontener (A)	gr	6920	6920	6920
B	Berat Kontener +Material(B)	gr	17320	17260	30720
C	Berat Material (C=B-A)	gr	10400	10340	23800
D	Volume Kontener (D)	cm ³	13056,807	13056,807	13056,807
E	Bobot Isi (C/D)	gr/cm ³	0,80	0,79	1,82
F	Bobot Isi Rata- Rata	gr/cm ³		1,14	
Keadaan Padat					
A	Berat Kontener (A)	gr	6920	6920	6920
B	Berat Kontener + Matrial (B)	gr	19440	18700	38480
C	Berat Material (C=B-A)	gr	12520	11780	21560
D	Volume Kontener (D)	cm ³	13056,807	13056,807	13056,807
E	Bobot Isi (C/D)	gr/cm ³	0,96	0,90	1,87
F	Bobot Isi Rata- Rata	gr/cm ³		1,24	

Sumber : Hasil penelitian, 2024

- a. Perhitungan bobot isi agregat halus sampel 1 keadaan lepas :

$$\begin{aligned}\text{Berat Volume Agregat} &= TV \\ &= 1040013056,807 \\ &= 0,79 \text{ Kg/cm}^3\end{aligned}$$

Persamaan ini berlaku juga untuk sampel 2 dan 3.

- b. Untuk mencari bobot isi rata-rata keadaan lepas adalah :

$$= 0,80 + 0,79 + 1,823$$

$$= 1,136$$

$$= 1,14$$

c. Perhitungan bobot isi agregat halus sampel 1 keadaan padat :

$$\begin{aligned}\text{Berat Volume Agregat} &= TV \\ &= 1252013056,807 \\ &= 0,95 \text{ Kg/cm}^3\end{aligned}$$

Persamaan tersebut berlaku juga untuk sampel 2 dan 3.

d. Untuk mencari bobot isi rata-rata keadaan padat adalah :

$$\begin{aligned}&= 0,96 + 0,90 + 1,873 \\ &= 1,243 \\ &= 1,24\end{aligned}$$

Dari hasil uji kadar bobot isi diatas diperoleh hasil berat kadar agregat kasar sebesar 1,14 gr/cm³ dan bobot isi agregat halus 0,92 gr/cm³.

1. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka hasil berat jenis dan penyerapan agregat halus dapat dilihat pada tabel 4.5 dan 4.6.

Tabel 5 Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar

A. Berat Agregat Kondisi SSD	=	4,000.00	gr
B. Berat Material dalam Air	=	2,379.50	gr
C. Berat Material Kering Oven			gr
=		3,796.34	
Berat Jenis Bulk	= $C / (A - B)$	= 2,34	gr
Berat Jenis SSD	= $A / (A - B)$	= 2,47	gr
Berat Jenis Semu	= $C / (C - B)$	= 2,68	gr
Penyerapan	= $(A - C) / C (X 100\%)$	= 5,36	%

Sumber : Hasil penelitian, 2024

Dari hasil pengujian pada tabel 5 dapat di hitung dengan langkah berikut:

$$\begin{aligned}\text{Berat Jenis Bulk} &= C(A-B) \\ &= 3,796.34(4,000.00-2,379.50) = 2,34 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat Jenis SSD} &= A(A-B) \\ &= 4,000.00(4,000.00-2,379.50) = 2,47 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat Jenis Semu} &= C(C-B) \\ &= 3,796.34(3,796.34-2,379.50) = 2,68 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Penyerapan} &= (A-C)C \times 100 \% \\ &= (4,000.00- 3,796.34)3,796.34 \times 100\% = 5,36 \%\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh berat bulk agregat kasar sebesar 2,34 gr. Untuk berat jenis SSD 2,47 gr. Berat jenis semu 2,68 gr. Sedangkan untuk penyerapan agregat kasar 5,36 %.

Tabel 6 Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

A. Berat Agregat Kondisi SSD	=	500,00	gr
B. Berat Picnometer + Air	=	660,38	gr
C. Berat Material Dalam Air	=	940,08	gr
D. Berat Material Kering Oven	=	461,23	gr
Berat Jenis Bulk	= $D/(B + A - C)$	= 2,09	gr
Berat Jenis SSD.	= $A/(B + A - C)$	= 2,27	gr
Berat Jenis Semu	= $D/(B + D - C)$	= 2,54	gr
Penyerapan	= $(A - D) / D X 100$	= 8,42	%

Sumber : Hasil penelitian, 2024

Dari hasil pengujian pada tabel 6 dapat di hitung dengan langkah berikut:

$$\text{Berat Jenis Bulk} = D(B+A-C)$$

$$= 461,23(660,38+500,00-940,08) = 2,09 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Jenis SSD} = A(B+A-C)$$

$$= 500,00(660,38+500,00-940,08) = 2,27 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Jenis Semu} = D(B+D-C)$$

$$= 461,23 (660,38+461,3-940,08) = 2,54 \text{ gr}$$

$$\text{Penyerapan} = (A-D)D \times 100\%$$

$$= (500,00-461,23)461,23 \times 100 \% = 8,42 \%$$

Dari hasil perhitungan diatas di dapat nilai berat bulk agregat halus sebesar 2,09 gr. Untuk berat jenis SSD 2,27 gr. Berat jenis semu 2,54 gr. Sedangkan untuk penyerapan agregat kasar 8,42 %.

4. Pemeriksaan kadar lumpur & lempung agregat

Tabel 7 Pemeriksaan Kadar Lumpur & Lempung Agregat Kasar

A	Berat Agregat (semula)	1000,95 gr
B	Berat Cawan	163,22 gr
C	Berat Agregat Kering (semula) + Cawan	1164,17 gr
D	Berat Agregat Kering (akhir) + Cawan	1132,84 gr
E	Berat Agregat Kering Oven (akhir)	969,62 gr
Kadar lumpur & lempung = [(A-E /A)] x 100 %		3,13 %

Sumber : Hasil penelitian, 2024.

1. Hasil perhitungan pengujian kadar lumpur & lempung Agregat Kasar sebagai berikut :

$$\text{Kadar Lumpur} = A-EA \times 100$$

$$= (1000,95-969,62)1000,95 \times 100\%$$

$$= 3,13 \%$$

Berdasarkan Tabel 7 Nilai kadar lumpur yang di dapatkan sebesar 3,13%.

Tabel 8 Pemeriksaan Kadar Lumpur & Lempung Agregat Halus

A	Berat Agregat (semula)	1000.00 gr
B	Berat Cawan	167.76 gr
C	Berat Agregat Kering (semula) + Cawan	1167.76 gr
D	Berat Agregat Kering (akhir) + Cawan	1134.72 gr
E	Berat Agregat Kering Oven (akhir)	966.96 gr
Kadar lumpur & lempung = [(A-E /A)] x 100 %		3,30 %

Sumber : Hasil penelitian, 2024

2. Hasil perhitungan pengujian kadar lumpur & lempung Agregat Halus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Lumpur} = A-EA \times 100$$

$$= (1000,00-966,96)1000,00 \times 100\%$$

$$= 3,30 \%$$

Berdasarkan Tabel 8 Nilai kadar lumpur yang di dapatkan sebesar 3,30%.

5. Pemeriksaan Kadar Air Agregat

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka hasil pemeriksaan kadar air agregat halus dapat dilihat pada tabel 9 dan 10.

Tabel 9 kadar air agregat kasar

No	Uraian	Agregat Kasar		
		I	II	III
A	Berat Cawan	12,59 gr	12,49 gr	12,89 gr
B	Berat Cawan + Material Basah	61,40 gr	73,03 gr	55,05 gr
C	Berat Cawan + Material Kering Oven	61,11 gr	72,91 gr	53,71 gr
D	Berat Air D = (B - C)	0,29 gr	0,12 gr	0,34 gr
E	Berat Kering E = (C - A)	48,52 gr	60,42 gr	40,82 gr
F	Kadar Air = (D / E) X 100%	0,60 %	0,20 %	0,83 %
G	Kadar Air Rata-Rata		0,54 %	

Sumber : Hasil penelitian, 2024

Untuk hasil perhitungan kadar air agregat kasar dapat dihitung dengan langkah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 1. &= DE \times 100 \% \\
 &= 0,2948,52 \times 100 \% \\
 &= 0,60 \%
 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan kadar air rata-rata di hitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air} &= \text{percobaan I} + \text{percobaan II} + \text{percobaan III} \\
 &= 0,60 + 0,20 + 0,83 \\
 &= 0,54 \%
 \end{aligned}$$

Begitu pula untuk perhitungan selanjutnya dilakukan pada percobaan 2 dan 3.

Tabel 10 kadar Air Agregat Halus

No	Uraian	Agregat Halus		
		I	II	III
A	Berat Cawan	12,16 gr	12,76 gr	12,89 gr
B	Berat Cawan + Matrial Basah	50,98 gr	40,45 gr	52,82 gr
C	Berat Cawan + Material Kering Oven	47,78 gr	56,26 gr	49,39 gr
D	Berat Air $D = (B - C)$	3,20 gr	4,19 gr	3,43 gr
E	Berat Kering $E = (C - A)$	35,62 gr	43,50 gr	36,50 gr
F	Kadar Air $= (D / E) \times 100\%$	8,98 %	9,63 %	9,40 %
G	Kadar Air Rata-Rata		9,34 %	

Sumber : Hasil penelitian, 2024

Untuk hasil perhitungan kadar air agregat Halus dapat dihitung dengan langkah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 3) &= DE \times 100 \% \\
 4) &= DE \times 100 \% \\
 &= 3,2035,62 \times 100\% \\
 &= 8,98 \%
 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan kadar air rata-rata di hitung dengan rumus senagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar air} &= \text{perconaan I} + \text{percobaan II} + \text{percobaan III} \\
 &= 8,98 + 9,63 + 9,40 \\
 &= 9,34 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pemeriksaan kadar air pada tabel 4.10 diperoleh rata-rata kadar air agregat kasar sebesar 0,54% dan agregat halus sebesar 9,34%.

Pengujian material yang telah dilakukan, untuk setiap hasil yang didapatkan akan diketahui apakah material tersebut layak digunakan atau dapat memenuhi spesifikasi yang ada.

Hasil semua pengujian agregat halus dan agregat kasar dapat dilihat pada tabel 11 dan 12

Tabel 11 Hasil pengujian agregat halus

Jenis Sampel		Pasir Alami			
Sumber Sampel		Quarry Wai Sakula			
No.	Uraian Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi	Standart Acuan	Keterangan
1	Gradasi				
	- Zona Gradasi	Zona 2	Zona 1 - 4	SNI 03-2834-2000	Memenuhi
	- Modelus Kehalusan	2,41	1.5 – 3,8	SII 0052-80	Memenuhi
2	Berat Volume (gr/cm ³)		> 1,3	SNI 03-4840-1998	
	- Lepas	1,14			Memenuhi
	- Padat	1,24			Memenuhi

3	Berat Jenis dan Penyerapan		> 2,5%	SNI 1970:2008	
	- Berat Jenis Bulk	2,09			Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	2,27			Memenuhi
	- Berat Jenis Semu	2,54			Memenuhi
	- Penyerapan/Absorsi (%)	8,42	> 5%	SNI 1970:2008	Memenuhi
4	Kadar Air (%)	9,34	< 1%	SII 0052-80	Memenuhi
5	Kadar Lumpur (%)	3,30	< 5%	SK SNI S-04-1989-F	Memenuhi

Sumber : Hasil penelitian, 2024
Tabel 12 Hasil pengujian agregat kasar

Jenis Sampel		Batu Pecah Quarry Wai Sakula			
Sumber Sampel					
No.	Uraian Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi	Standart Acuan	Keterangan
1	Gradasi				
	- Zona Gradasi	UK. Max 40 mm	Max 10-40 mm	SNI 03-2834- 2000	Memenuhi
	- Modelus Kehalusan	2,40	1.5 – 3,8	SII 0052-80	Memenuhi
2	Berat Volume (gr/cm3)		> 1,3	SNI 03-4840-1998	
	- Lepas	1,38			Memenuhi
	- Padat	1,51			Memenuhi
3	Berat Jenis dan Penyerapan		> 2,3%	SNI 1970:2008	
	- Berat Jenis Bulk	2,34			Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	2,47			Memenuhi
	- Berat Jenis Semu	2,68			Memenuhi
	- Penyerapan/Absorsi (%)	5,36	> 5%	SNI 1970:2008	Memenuhi
4	Kadar Air (%)	0,54	< 1%	SII 0052-80	Memenuhi
5	Kadar Lumpur (%)	3,13	< 5%	SK SNI S-04-1989-F	Memenuhi

Sumber : Hasil penelitian, 2024

B. Rancangan Campuran Beton

1. Rancangan campuran beton fc 18 MPa

Sumber sampel : Quarry Wai Sakula

Jenis Sampel : Agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah $\frac{1}{2}$)

No	Uraian	Keterangan	Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan	Ditetapkan	18 MPa
2	Deviasi Standar	Diketahui	7 MPa
3	Nilai Tambahan (margin)	1,64 x (No.2)	11,5 MPa
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	(No.1+No.3)	29,5 MPa
5	Tipe semen	Ditetapkan	Tipe 1
6	Tipe agregat kasar Tipe agregat halus	Ditetapkan	Batu pecah Pasir alami
7	Faktor air semen (FAS)	Tabel 2.7 & Gambar 2.1	0,5
8	Faktor air semen (FAS) maksimum	Ditetapkan	0,6
9	Slump	Ditetapkan	6 cm
10	Ukuran butiran maks	Ditetapkan	4,00 cm
11	Kadar air bebas	Tabel 2.9	185
12	Kadar semen	(No 11/No 7)	370 kg

13	Kadar semen minimum	Tabel 2.8	325 kg
14	Kadar semen yang digunakan	No 12	370 kg
15	FAS yang disesuaikan	-	-
16	Zona gradasi agregat halus	Gambar 4.1	Zona 2
17	Presentase agregat halus dalam campuran	Dihitung	37 %
18	Berat jenis relatif agregat	Dihitung	2,4
19	Berat isi beton	Dihitung	2225 kg/m ³
20	Kadar agregat campuran	(No 19-No 14- No 11)	1670 kg
21	Kadar agregat halus	Dihitung	618 kg
22	Kadar agregat kasar	Dihitung	1052 kg

Sumber : Hasil penelitian, 2024

Berdasarkan hasil perhitungan perancangan campuran beton diperoleh bahan-bahan pokok untuk membuat m³ campuran beton f'c 18 MPa adalah :

- a. Semen = 370 kg
- b. Agregat halus = 618 kg
- c. Agregat kasar = 1052 kg
- d. Air = 185 Liter
2. Gradasi Campuran beton
- 3) Komposisi Beton Normal
 - a. Semen : 2,255 kg
 - b. Air : 1,127 liter
 - c. Agregat kasar : 6,411 kg
 - d. Agregat halus : 3,766 kg
3. Komposisi Serbuk Cangkang Telur
 8. Serbuk Cangkang Telur 2%

$$= 2,255 \times 2\%$$

$$= 45,1 \text{ gram}$$
 9. Serbuk Cangkang Telur 4%

$$= 2,255 \times 4\%$$

$$= 90 \text{ gram}$$
 10. Serbuk Cangkang Telur 6%

$$= 2,255 \times 6\%$$

$$= 135,3 \text{ gram.}$$

C. Analisis Kuat Tarik Belah Beton

Setelah perawatan benda uji maka benda uji tersebut diangkat dari bak perendaman untuk dikeringkan. Setelah dikeringkan, di timbang selanjutnya dilakukan pengujian kuat tarik belah beton pada umur hari yang ditentukan 28 hari. Benda uji menggunakan silinder yang berukuran 150 mm dan tinggi 300 mm, masing-masing variasi umur sebanyak 3 buah, di uji menggunakan alat Compression Testing machine di Lab politeknik Negeri Ambon untuk mendapatkan nilai kuat tarik belah beton.

Hasil perhitungan kuat tarik belah beton normal.

1. Benda uji I

$$P(N) = 100 \times 1000 = 100.000$$

$$\Pi = 3,14$$

$$L = 300 \text{ mm}$$

$$D = 150 \text{ mm}$$

$$T = 2 \times (\Pi : L + D)$$

$$= 2 \times (100.000 : 3,14 \times 300 \times 150)$$

$$= 1,42 \text{ Mpa}$$

2. Benda uji II

$$P (N) = 100 \times 1000 = 100.000$$

$$\Pi = 3,14$$

$$L = 300 \text{ mm}$$

$$D = 150 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} T &= 2 \times (\Pi : L + D) \\ &= 2 \times (100.000 : 3,14 \times 300 \times 150) \\ &= 1,42 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

3. Benda uji III

$$P (N) = 90 \times 1000 = 90.000$$

$$\Pi = 3,14$$

$$L = 300 \text{ mm}$$

$$D = 150 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} T &= 2 \times (\Pi : L + D) \\ &= 2 \times (90.000 : 3,14 \times 300 \times 150) \\ &= 1,27 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat tarik rata-rata} &= (1,42+1,42+1,27) : 3 \\ &= 1,37 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

6. Hasil perhitungan kuat tarik belah beton dengan bahan tambah serbuk cangkang telur sebesar 2%

Benda uji I

$$P (N) = 120 \times 1000 = 120.000$$

$$\Pi = 3,14$$

$$L = 300 \text{ mm}$$

$$D = 150 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} T &= 2 \times (\Pi : L + D) \\ &= 2 \times (120.000 : 3,14 \times 300 \times 150) \\ &= 1,70 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Benda uji II

$$P (N) = 100 \times 1000 = 100.000$$

$$\Pi = 3,14$$

$$L = 300 \text{ mm}$$

$$D = 150 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} T &= 2 \times (\Pi : L + D) \\ &= 2 \times (100.000 : 3,14 \times 300 \times 150) \\ &= 1,42 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Benda uji III

$$P (N) = 90 \times 1000 = 90.000$$

$$\Pi = 3,14$$

$$L = 300 \text{ mm}$$

$$D = 150 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} T &= 2 \times (\Pi : L + D) \\ &= 2 \times (90.000 : 3,14 \times 300 \times 150) \\ &= 1,27 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat tarik rata-rata} &= (1,70+1,42+1,27) : 3 \\ &= 1,46 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

7. Hasil perhitungan kuat tarik belah beton dengan bahan tambah serbuk cangkang telur sebesar 4%

Benda uji I

$$\begin{aligned}
P(N) &= 120 \times 1000 = 120.000 \\
\Pi &= 3,14 \\
L &= 300 \text{ mm} \\
D &= 150 \text{ mm} \\
T &= 2 \times (\Pi : L + D) \\
&= 2 \times (120.000 : 3,14 \times 300 \times 150) \\
&= 1,70 \text{ Mpa}
\end{aligned}$$

Benda uji II

$$\begin{aligned}
P(N) &= 130 \times 1000 = 130.000 \\
\Pi &= 3,14 \\
L &= 300 \text{ mm} \\
D &= 150 \text{ mm} \\
T &= 2 \times (\Pi : L + D) \\
&= 2 \times (130.000 : 3,14 \times 300 \times 150) \\
&= 1,84 \text{ Mpa}
\end{aligned}$$

Benda uji III

$$\begin{aligned}
P(N) &= 140 \times 1000 = 140.000 \\
\Pi &= 3,14 \\
L &= 300 \text{ mm} \\
D &= 150 \text{ mm} \\
T &= 2 \times (\Pi : L + D) \\
&= 2 \times (140.000 : 3,14 \times 300 \times 150) \\
&= 1,98 \text{ Mpa}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Kuat tarik rata-rata} &= (1,70 + 1,84 + 1,98) : 3 \\
&= 1,84 \text{ Mpa}
\end{aligned}$$

8. Hasil perhitungan kuat tarik belah beton dengan bahan tambah serbuk cangkang telur sebesar 6%

Benda uji I

$$\begin{aligned}
P(N) &= 140 \times 1000 = 140.000 \\
\Pi &= 3,14 \\
L &= 300 \text{ mm} \\
D &= 150 \text{ mm} \\
T &= 2 \times (\Pi : L + D) \\
&= 2 \times (140.000 : 3,14 \times 300 \times 150) \\
&= 1,98 \text{ Mpa}
\end{aligned}$$

Benda uji II

$$\begin{aligned}
P(N) &= 130 \times 1000 = 130.000 \\
\Pi &= 3,14 \\
L &= 300 \text{ mm} \\
D &= 150 \text{ mm} \\
T &= 2 \times (\Pi : L + D) \\
&= 2 \times (130.000 : 3,14 \times 300 \times 150) \\
&= 1,84 \text{ Mpa}
\end{aligned}$$

Benda uji III

$$\begin{aligned}
P(N) &= 140 \times 1000 = 140.000 \\
\Pi &= 3,14 \\
L &= 300 \text{ mm} \\
D &= 150 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T &= 2 \times (\Pi : L + D) \\
 &= 2 \times (140.000 : 3,14 \times 300 \times 150) \\
 &= 1,98 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

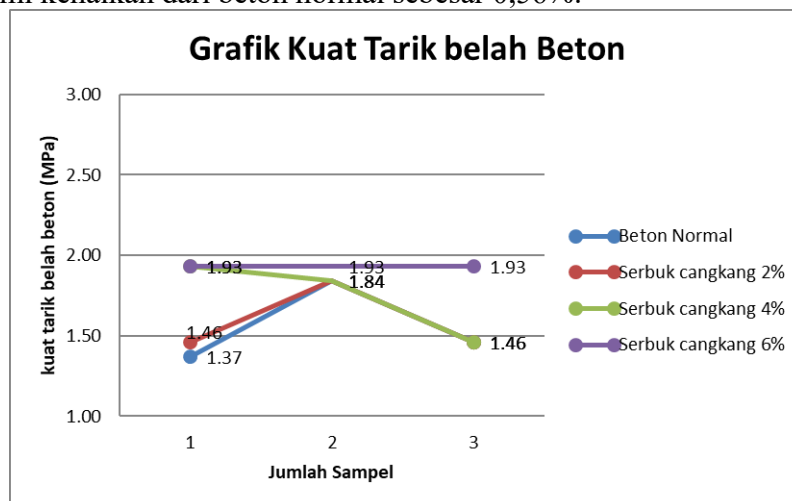
$$\begin{aligned}
 \text{Kuat tarik rata-rata} &= (1,98+1,84+1,98) : 3 \\
 &= 1,93 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Tabel 14. Data Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

No	Variasi Benda Uji	P	Π	L	D	T=2P/πLD	Kuat tarik rata-rata
		(N)		(mm)	(mm)	(MPa)	(MPa)
I	BN	100,000	3,14	300	150	1,42	1,37
II		100,000	3,14	300	150	1,42	
III		90,000	3,14	300	150	1,27	
I	SC 2%	120,000	3,14	300	150	1,70	1,46
II		100,000	3,14	300	150	1,42	
III		90,000	3,14	300	150	1,27	
I	SC 4%	120,000	3,14	300	150	1,70	1,84
II		130,000	3,14	300	150	1,84	
III		140,000	3,14	300	150	1,98	
I	SC 6%	140,000	3,14	300	150	1,98	1,93
II		130,000	3,14	300	150	1,84	
III		140,000	3,14	300	150	1,98	

Sumber : Hasil penelitian, 2024

Pada gambar 14, dapat di jelaskan bahwa pengujian pertama menghasilkan beton normal = 1,37 MPa, nilai kuat tarik belah ini merupakan nilai pembanding untuk presentase campuran serbuk cangkang telur sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton. percobaan ke 2 dengan presentase komposisi campuran serbuk cangkang telur 2% menghasilkan kuat tarik belah beton sebesar 1,46 MPa, nilai ini lebih tinggi dari nilai beton normal yang di gunakan sebagai pembanding yaitu sebesar beton normal = 1,37 MPa, di mana nilai tersebut mengalami kenaikan sebesar 0,9%. Percobaan ke 3 dengan menggunakan presentase komposisi campuran serbuk cangkang telur 4% menghasilkan kuat tarik belah beton sebesar 1,84 MPa, nilai ini lebih tinggi dari nilai beton normal yang di gunakan sebagai pembanding yaitu sebesar beton normal = 1,37 MPa, di mana nilai tersebut mengalami kenaikan sebesar 0,47%. pada pengujian ke 4 dengan menggunakan presentase komposisi campuran serbuk cangkang telur 6% menghasilkan kuat tarik belah sebesar 1,93 MPa, nilai tersebut merupakan nilai kuat tarik belah terbesar setelah kuat tarik belah beton normal dalam pengujian benda uji yang mengalami kenaikan dari beton normal sebesar 0,56%.



Gambar 3 Grafik Kuat tarik Belah Beton. Sumber : Hasil Analisis.

Terjadinya kenaikan kuat tarik belah beton terjadi karena serbuk yang menahan

keretakan pada saat adanya tekanan. Sehingga beton serbuk dapat menahan kuat tarik lebih besar dari pada beton tanpa serbuk. Dapat di lihat pada gambar di atas kuat tarik beton normal atau beton tanpa serbuk.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik belah beton pada umur 28 hari tanpa serbuk cangkang telur dan menggunakan presentase campuran serbuk cangkang telur pada kuat tarik belah beton maka dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Kadar presentase kuat tarik belah beton yang mencapai nilai optimum pada kadar presentase 2%, dengan nilai kuat tarik belah sebesar 1,46 MPa.
2. Beton yang menggunakan campuran serbuk cangkang telur teruji efektif terhadap penggunaan sebagian semen, dikarenakan penggunaan serbuk cangkang telur membuat peningkatan terhadap kekuatan beton.

Saran

Dari hasil penelitian yang di lakukan maka dapat di sarankan sebagai berikut :

- a. Pada penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan komposisi yang berbeda untuk lebih meningkatkan kekuatan pada beton dengan penambahan sebuk cangkang telur.
- b. Memperbanyak benda uji pervariasi pada penelitian selanjutnya agar data yang didapat lebih akurat.
- c. Penggunaan material harus diperhatikan juga karena dapat mempengaruhi kuat tarik belah beton..

DAFTAR PUSTAKA

- Antoni dan Nugraha, P, (2007). Teknologi Beton, C. V Andi Offset, Yogyakarta.
- Ashariyanto, Y., Diana, A. I. N., & Desharyanto, D. (2022). Pengaruh penggunaan Serbuk Kulit Cangkang Telur Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton, Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi), 4(2), 114-119.
- ASTM C125. "Spesifikasi standar beton dan agregat beton"
- ASTM C33. "Agregat Halus dan Agregat kasar"
- ASTM C494 / C494M, 2016. "Spesifikasi Standar Bahan Kimia Campuran untuk Beton"
- Dewi. Y., F. Z., Manalip, H., & Windah. R. S. (2020) Pengaruh Penggunaan Serbuk Kulit Cangkang Telur Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Nilai Kuat Tarik Belah Beton. Jurnal Statik, 8, (3).
- Hunggurami, E., Bolla, M, E., & Messakh. P. (2017) Perbandingan Desain Campuran Beton Normal Menggunakan SNI 03-2834-2000 Dan SNI 7656: 12. Jurnal Teknik Sipil, 4, (10).
- Mulyono, T., 2004. Teknologi beton, Edisi Kedua, Andi, Yogyakarta.
- Pohan, R. F., & Rambe, M. R. (2022). Beton Ramah Lingkungan Dengan Cangkang Telur sebagai Pengganti sebagian Semen. Journal Teknik Mesin, Elektro, Informatika, Kelautan, dan Sains. 2(1).
- PT. Additon Karya Sembada <https://additon.co.id> > Bahan- Bahan Tambah untuk Beton.
- Sahendra, R. (2021). Pemanfaatan Penambahan Serbuk Cangkang Telur Terhadap Kuat Tekan Beton. Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau.
- Samekto, W., 2001. Teknologi Beton, Edisi Kelima, Kanisius, Yogyakarta.
- SII 0052-80, Mutu dan Cara Uji Agregat Beton.
- Sinay, J. B., Sahusilawane, T., & Tuanakotta, A. (2024) Analisa Perbandingan Biaya Dan Mutu Beton Menggunakan Serbuk Cangkang Telur Untuk Mereduksi Pemakaian Semen. Journal Of Comprehensive Science, 3, (10).
- SNI 03-1974-1990, 1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2834-2000, 2000, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2847-2002, 2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangun Gedung, Badan

- Standarisasi Nasional.
- SNI 03-3449-2002, 2002, Tentang Tata Cara Rencana. Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-4808-1998, 1998, Tentang Batas Minimum Untuk Hasil Pengujian Berat Isi Kasar Maupun Halus, Badan Standarisasi Nasional.
- Tarantein, D., Sahusilawane, T., & Apalem, D. R. (2024). PENGARUH PENAMBAHAN PUTIH TELUR TERHADAP KUAT TEKAN BETON. *Journal Agregate*, 3(1),
- Van Gobel, F, M. 2017, Nilai Kuat Tekan beton Pada Slump Beton Tertentu.
- Wuwung, M. P., Windah, R S., & Mondoring, M. R. (2023). Uji Kuat Tekan Beton Dengan Memakai Serbuk Cangkang Telur Ayam Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus. *TEKNO*, 21(85), 1770-1714. Studi Eksperimental.