

ANALISIS PEMANFAATAN BAHAN LIMBAH RUMAH TANGGA SEBAGAI CAMPURAN BETON MUTU RENDAH

Sari Utama Dewi¹, Fery Hendi Jaya², Della Aviva Hermala³

Prodi Teknik Sipil Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai^{1,2,3}

E-mail : saridewi.dewi1981@gmail.com¹, feryhjaya@gmail.com², della_aviva@gmail.com³

ABSTRAK

Beton merupakan campuran berdasarkan berat dari komponen-komponen seperti agregat halus, agregat kasar, semen, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan untuk membentuk masa padat setelah pengerasan. Komposisi pada cangkang telur terdiri dari 98,2% kalsium karbonat, 0,9% magnesium, dan 0,9% fosfor. Bubuk cangkang telur mengandung beberapa senyawa yang sama dengan kandungan Semen Portland. Senyawanya adalah kalsium karbonat, magnesium dan besi. Hasil pengujian nilai kuat tekan beton umur 1 hari pada persentase variasi 0% (tanpa campuran serbuk cangkang telur) yaitu sebesar 6,53 Mpa, untuk nilai kuat tekan beton dengan persentase SCT 3% yaitu sebesar 4,11 Mpa, dan pada persentase SCT 6% yaitu sebesar 5,05 Mpa. Nilai kuat tekan beton umur 7 hari pada persentase variasi 0% (tanpa campuran serbuk cangkang telur) yaitu sebesar 13,39 Mpa, untuk nilai kuat tekan beton dengan persentase SCT 3% yaitu sebesar 12,38 Mpa, dan pada persentase SCT 6% yaitu sebesar 15,65 Mpa. beton umur 28 hari pada persentase variasi 0% (tanpa campuran serbuk cangkang telur) yaitu sebesar 14,38 Mpa, untuk nilai kuat tekan beton dengan persentase SCT 3% yaitu sebesar 16,82 Mpa, dan pada persentase SCT 6% yaitu sebesar 18,17 Mpa.

Kata Kunci : Beton, Kuat Tekan, Cangkang Telur.

PENDAHULUAN

Di Indonesia, beton adalah bahan konstruksi yang memiliki peranan penting dalam aspek pembangunan yang memiliki beberapa kelebihan yaitu mudah dibentuk, relatif murah, tahan api dan tahan terhadap korosi, perawatan dan pengerjaan lebih mudah. Beton juga memiliki kekurangan dan kelemahan yaitu saat perubahan suhu yang tinggi dalam waktu relatif singkat dapat menyebabkan retak beton dan struktural.

Bahan tambahan untuk campuran beton adalah bahan berupa bubuk atau cairan yang ditambahkan dalam campuran, bertujuan untuk mengubah sifat pada adukan dan betonnya (Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton, SK SNI S-18-1990-03).

Menurut SNI 03-6468-2000 mutu beton terdiri dari tiga kategori yaitu beton mutu rendah, mutu sedang, dan mutu tinggi. Terdapat dua bagian yang terbagi pada beton mutu rendah yaitu pertama memiliki kuat tekan 10 – 15 MPa dan umumnya digunakan sebagai lantai kerja, sedangkan bagian yang kedua memiliki kuat tekan 16-20 MPa pada umumnya digunakan untuk struktur tanpa tulangan seperti siklop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu.

Menurut data Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementan (2021) produksi telur ayam di Provinsi Lampung tahun 2021 mencapai 185.269,19 ton dan di Indonesia pada tahun 2021 mencapai 5.155.998 ton.

Menurut Hunton (2005) cangkang telur dilaporkan memiliki komposisi 97% kalsium karbonat. Rata-rata cangkang

telur mengandung 3% fosfor, 3% magnesium, kalium, natrium, seng, mangan, besi dan tembaga (Butcher dan Miles : 1990).

Komposisi pada cangkang telur terdiri dari 98,2% kalsium karbonat, 0,9% magnesium, dan 0,9% fosfor (Stadelman dan Catteril : 1973). Bubuk cangkang telur mengandung beberapa senyawa yang sama dengan kandungan Semen Portland. Senyawanya adalah kalsium karbonat, magnesium dan besi.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Beton

Beton adalah material bangunan yang terbuat dari campuran semen, air, dan agregat dengan perbandingan yang homogen. Terdapat 2 jenis agregat yang digunakan untuk membuat beton yaitu agregat halus dan agregat kasar. Agregat halus yang dipakai di sini ialah pasir. Sedangkan agregat kasarnya berupa batu split.

Karakteristik Beton

1. Beton mempunyai tegangan tekan yang tinggi.
2. Tegangan tarik yang dimiliki oleh beton sangat rendah.
3. Beton juga tidak bisa diterapkan pada konstruksi yang menahan momen lengkung.
4. Jika dipaksakan memikul gaya tarik, beton akan mengalami keretakan.
5. Kekuatan beton dipengaruhi oleh banyaknya air dan semen yang dipakai.
6. Beton akan mencapai kekuatan penuh setelah berumur 28 hari.
7. Beton adalah material murah yang bisa dimanfaatkan untuk menahan beban tekan.
8. Beton memiliki tingkat kekakuan yang tinggi.
9. Beton mempunyai daya ketahanan yang baik terhadap api.

Material Proporsi Beton

Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat kasar sekitar 60% - 75% . Pencampuran bahan – bahan tersebut menghasilkan suatu adukan yang mudah dicetak sesuai dengan bentuk yang diinginkan, karena adanya hidrasi semen oleh air maka adukan tersebut akan mengeras dan mempunyai kekuatan untuk memikul beban.

1. Semen

Semen dapat dibagi atas dua kelompok, yaitu:

- a. Semen non hidraulis adalah semen yang tidak dapat mengeras dalam air atau tidak stabil dalam air.
- b. Semen hidraulis adalah semen yang dapat mengeras dalam air menghasilkan padatan yang stabil dalam air.

Semen portland diklasifikasikan dalam lima tipe yaitu :

- a. Tipe I (*Ordinary Portland Cement*)
Semen *Portland*
- b. Tipe II (*Moderate sulfat resistance*)
Semen *Portland*
- c. Tipe III (*High Early Strength*)
Semen *Portland*
- d. Tipe IV (*Low Heat Of Hydration*)
Semen *Portland*
- e. Tipe V (*Sulfat Resistance Cement*)
Semen *Portland*

2. Agregat Kasar

Coarse Aggregate atau agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi dari bebatuan alami atau berupa batu pecah/belah yang dihasilkan dari industri pemecah batu, dengan bentuk ukurannya antara 4,76 mm — 150 mm. Agregat kasar ini dipakai secara bersama-sama dengan media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidraulik atau adukan.

Agregat kasar ini menjadi komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya. Sama seperti

halnya agregat halus, agregat kasar berdasarkan asalnya juga dibagi menjadi dua yaitu agregat alami yang diperoleh dari sumber alam dan agregat buatan yang diperoleh dari hasil industri pemecah batu.

Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F tentang Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, agregat kasar harus memenuhi persyaratan dan ketentuan seperti berikut ini:

- a. Butiran agregat kasar harus bertekstur keras dan tidak berpori, indeks kekerasan $< 5\%$.
- b. Agregat kasar harus bersifat kuat, tidak mudah pecah atau hancur.
- c. Agregat kasar tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06) lebih dari 1% dalam berat keringnya, jika melampaui 1% maka harus dicuci.
- d. Agregat kasar ini tidak boleh mengandung zat relatif alkali yang dapat merusak beton.
- e. Butiran agregat kasar yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20% dari berat agregat seluruhnya.
- f. Modulus halus butir atau angka kehalusan (fineness modulus) pada agregat kasar berkisar antara 6 – 7,1 dan dengan variasi butir sesuai standar gradasi.
- g. Ukuran butir agregat kasar maksimalnya tidak boleh melebihi dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 3/4 jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan, dan 1/3 tebal pelat beton.

3. Agregat Halus

Agregat Halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batuan besar menjadi butiran batuan yang berukuran kecil. Menurut PBI, placeholder memenuhi persyaratan berikut:

- a. Agregat harus terdiri dari partikel yang tajam, keras, permanen.
- b. Agregat halus tidak boleh mengandung lebih dari 5% lumpur menurut berat keringnya. Jika kadar lumpur melebihi 5% maka akan digunakan dalam campuran beton atau jika dapat digunakan secara langsung agregat harus dicuci, tetapi kekuatan beton akan berkurang 5%.
- c. Agregat halus tidak boleh banyak mengandung bahan organik (organisme) dan harus diverifikasi dengan uji warna ABRAMS-HARDER menggunakan larutan NaOH 3%.
- d. Modulus halus pasir tipis adalah 2.2-3.2.
- e. Modulus halus pasir kasar adalah 3,2-4,5.
- f. Agregat harus terdiri dari partikel dengan berbagai ukuran.

Agregat halus harus terdiri dari berbagai partikel dan susunannya pada saat pengayakan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Lebih dari 2% dari berat tetap pada saringan 4mm.
2. Berat sisa saringan 1 mm setidaknya 10%.
3. Massa residu pada saringan 0,025 adalah 80% hingga 95%.

4. Limbah Dapur (Cangkang Telur)

Banyaknya limbah dapur dalam industri rumah tangga, salah satu contohnya yaitu cangkang telur. Cangkang telur itu sendiri membutuhkan waktu untuk terurai selama 3 tahun, dapat terurai secara hayati. Cangkang telur adalah limbah mineral yang sedikit mudah larut. Produksi cangkang telur sangat berlimpah selama telur diproduksi secara terus-menerus di bidang peternakan dan tingginya permintaan masyarakat untuk kebutuhan pangan.

Adanya kesamaan terhadap komposisi senyawa cangkang telur dengan komposisi pada semen yaitu magnesium, besi dan kalsium karbonat.

Tabel 1. Kandungan Cangkang Telur

Mineral	% dari berat total	g/berat total
Kalsium (Ca)	37,30	2,30
Magnesium (Mg)	0,38	0,02
Fosfor (P)	0,35	0,02
Karbonat (CO ₃)	58,00	3,50
Mangan (Mn)	7	Ppm

Cangkang telur ayam diyakini dapat berguna bagi dunia teknik sipil dalam hal material beton, dapat menjadi *accelerator* yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan membantu dalam pengembangan kekuatan beton. Cangkang telur ayam diketahui memiliki kandungan CaCO₃ yang cukup tinggi. Kandungan utama dalam cangkang telur adalah kalsium, magnesium karbonat dan protein (Pliya dan Cree, 2015).

5. Air

Air adalah bahan dasar pembuatan beton. Berfungsi untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat.

Air yang diperlukan dipengaruhi faktor-faktor di bawah ini :

- Ukuran agregat maksimum : diameter membesar, maka kebutuhan air menurun.
- Bentuk butir : bentuk bulat, maka kebutuhan air menurun (batu pecah perlu banyak air).
- Gradasi agregat : gradasi baik, maka kebutuhan air menurun untuk kelecakan yang sama.
- Kotoran dalam agregat : makin banyak silt, tanah liat dan lumpur, maka kebutuhan air meningkat.
- Jumlah agregat halus (dibandingkan agregat kasar) : agregat halus lebih sedikit, maka kebutuhan air menurun. (Paul Nugraha 2007:74).

Slump Test

Slump Test adalah suatu pengujian empiris/metode untuk menentukan konsistensi/kekakuan dari campuran beton segar (*fresh concrete*) untuk menentukan tingkat *workability* nya.

Konsistensi dalam suatu campuran beton dapat menunjukkan berapa banyak air yang terkandung dalam beton segar. Dalam uji *slump* dapat menunjukkan apakah di dalam campuran beton kekurangan, kelebihan/sudah cukup air. Dalam suatu campuran beton segar kandungan air perlu diperhatikan karena menentukan tingkat *workability* nya. Campuran beton yang terlalu encer mengakibatkan mutu beton rendah dan lama untuk mengering, sebaliknya campuran beton yang terlalu kering mengakibatkan campuran tidak merata dan sulit untuk di cetak.

Berat Volume Beton

Berat volume beton merupakan perbandingan antara berat beton dengan volume. Berat volume beton berada dalam keadaan kering udara. Berat volume beton juga dipengaruhi oleh bentuk, gradasi, berat jenis, dan ukuran maksimum.

Perhitungan berat volume dengan rumus sebagai berikut :

$$\gamma_c = \frac{W}{V} \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Dimana :

Γ_c = Berat Volume Beton (kg/m³)

W = Berat Benda Uji (Kg)

V = Volume Beton (m³)

Tabel 2. Klasifikasi Berat Volume Beton

Jenis Beton	Berat Volume Beton (kg/m ³)
Beton Ultra Ringan	300 - 1100
Beton Ringan	1100 - 1600
Beton Ringan Struktural	1450 - 1900
Beton Normal	2100 - 2550
Beton Berat	2900 - 6100

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton menjadi sifat yang paling penting pada kualitas beton dibandingkan dengan sifat lainnya.

Kuat tekan merupakan kualitas dan parameter penentu kualitas. Beton ditentukan oleh agregat, rasio semen dan rasio jumlah air.

Nilai kuat tekan beton dihitung dengan rumus :

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Dimana :

$f'c$ = Kuat Tekan Beton (N/mm^2)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Penampang (mm^2)

METODE PENELITIAN

Tabel 3. Kebutuhan Benda Uji

KEBUTUHAN BENDA UJI	UMUR BETON YANG AKAN DI UJI		
	0	7	28
	HARI	HARI	HARI
Beton Tanpa Campuran	3 benda uji	3 benda uji	3 benda uji
Beton dengan campuran 3% serbuk cangkang telur	3 benda uji	3 benda uji	3 benda uji
Beton dengan campuran 6% serbuk cangkang telur	3 benda uji	3 benda uji	3 benda uji
TOTAL	9 benda uji	9 benda uji	9 benda uji
	27 benda uji		

Teknik Pengumpulan Data

1. Persiapan bahan dan alat.
2. Pemeriksaan bahan.
3. Pencampuran bahan.
4. *Slump Test*.

5. Cetak beton.
6. Pemeliharaan benda uji.
7. Pengujian Kuat Tekan Beton.
8. Hasil dan Pembahasan.

Metode Analisis

1. Pemeriksaan Kandungan Lumpur Dalam Pasir
2. Pemeriksaan Kadar Air Agregat
3. Analisis Saringan
4. Karakteristik Bahan Penyusun Beton
5. Metode Pengujian Nilai Slump Beton
6. Pembuatan Benda Uji
7. Metode Perawatan Benda Uji
8. Pengujian Kuat Tekan Beton

HASIL PENELITIAN

Pemeriksaan Bahan

1. Kadar Lumpur
 - a. Pasir : 4,6%
 - b. Split 10 – 20 : 0,18 %
2. Kadar Air
 - a. Pasir : 6,29%
 - b. Split 10 – 20 : 1,54 %
3. Unit Weight

Pasir : 1,358

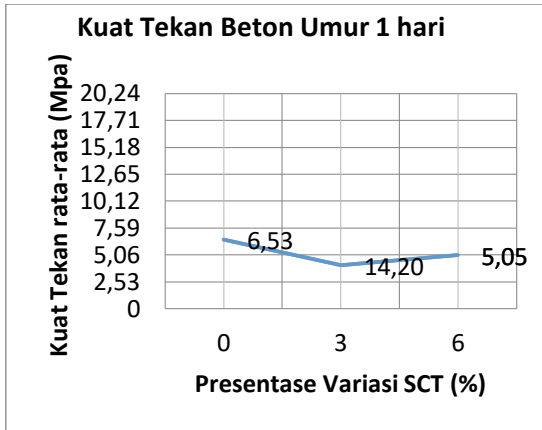
Split 10-20 : 1,440

Hasil Uji Kuat Tekan

Tabel 4. Hasil Pengujianji Kuat Tekan Rata-rata Beton Umur 1 hari

Perse ntase SCT (%)	Sa mp el	Berat Bend a Uji (kg)	Ha sil Uj i (K N)	Hasil Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
0	1	12,19	39	6,42	6,53
	2	12,39	40	6,58	
	3	12,64	40	6,58	
3	1	12,07	25	4,11	4,11
	2	11,96	21	3,46	
	3	12,26	29	4,77	
6	1	12,27	31	5,1	5,05
	2	12,46	32	5,27	
	3	12,26	29	4,77	

(Hasil Penelitian, 2022)

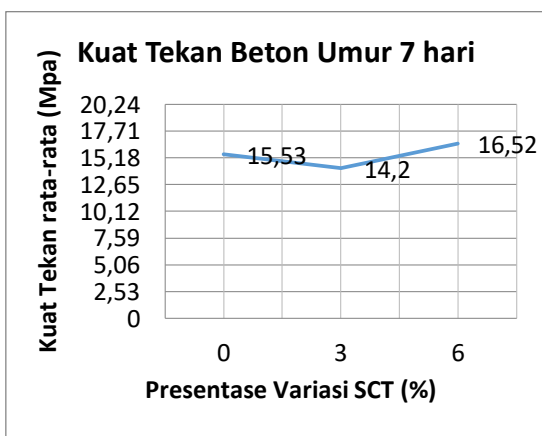


Gambar 1. Grafik kuat tekan beton umur 1 hari (Sumber: Hasil Olah Data Penelitian, 2022)

Tabel 5. Hasil Pengujianji Kuat Tekan Rata-rata Beton Umur 7 hari

Persentase SCT (%)	Sampe l	Berat Benda Uji (kg)	Hasil Uji Kuat Tekan (KN)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
0	1	12,50	179	15,59
	2	12,29	178	15,50
	3	12,29	178	15,50
3	1	12,04	182	15,85
	2	11,88	131	11,41
	3	11,94	176	15,33
6	1	12,22	196	17,07
	2	12,55	212	17,49
	3	12,39	214	15,00

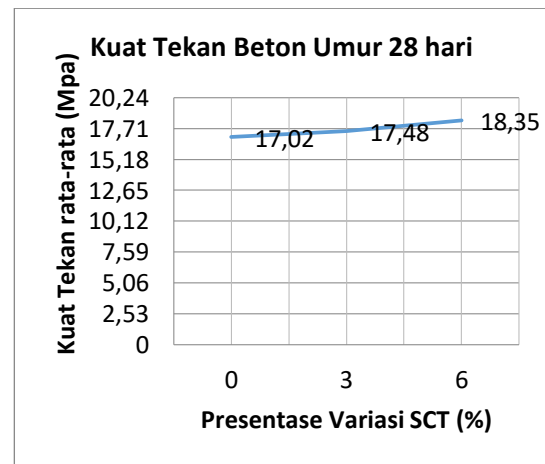
(Hasil Olah Data Penelitian, 2022)



Gambar 2. Grafik kuat tekan beton umur 7 hari (Sumber: Hasil Olah Data Penelitian, 2022)

Tabel 6. Hasil Pengujianji Kuat Tekan Rata-rata Beton Umur 28 hari

Persentase SCT (%)	Sampe l	Berat Benda Uji (kg)	Hasil Uji Kuat Tekan (KN)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
0	1	12,15	337	19,08
	2	12,01	245	13,87
	3	11,99	320	18,12
3	1	12,13	267	17,50
	2	12,17	306	17,32
	3	12,16	250	17,63
6	1	12,13	317	17,95
	2	12,03	309	18,46
	3	11,95	265	18,64

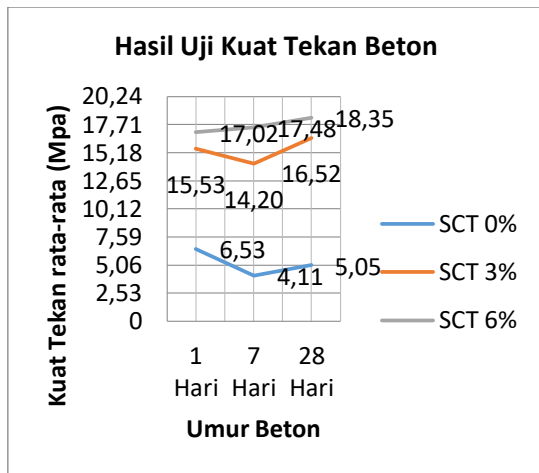


Gambar 3. Grafik kuat tekan beton umur 28 hari (Sumber: Hasil Olah Data Penelitian, 2022)

Tabel 7. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Umur Beton	Persentase Variasi SCT		
	0%	3%	6%
1 Hari	6,53	4,11	5,05
7 Hari	15,53	14,20	16,52
28 Hari	17,02	17,48	18,35

(Hasil Olah Data Penelitian, 2022)



Gambar 4. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Beton (Sumber: Hasil Olah Data Penelitian, 2022)

KESIMPULAN

1. Penambahan serbuk cangkang telur sangat berpengaruh untuk beton mutu rendah. Pada hasil kuat tekan beton umur 28 hari dapat melebihi rencana mutu yang ditentukan, yaitu lebih dari $f'c = 14,53$ Mpa.
2. Nilai slump pada beton mutu rendah dengan campuran serbuk cangkang telur mendapatkan hasil slump 85-100 mm
3. Kuat tekan beton dengan variasi persentase 0% di umur 1 hari yaitu 6,53 Mpa, umur 7 hari yaitu 15,53 Mpa, dan umur 28 hari 17,02 Mpa . Pada variasi persentase 3% di umur 1 hari yaitu 4,11 Mpa, umur 7 hari yaitu 14,20 Mpa, dan untuk umur 28 hari kuat tekan melebihi mutu beton yang di rencanakan yaitu sebesar 17,48 Mpa setara dengan K-205,06 begitu juga dengan variasi persentase 6% di umur 1 hari 5,05 Mpa, umur 7 hari dan 28 hari kuat tekannya hampir menyentuh nilai kuat tekan beton normal yaitu 16,52 Mpa dan 18,35 Mpa. Penambahan serbuk cangkang telur dengan hasil kuat tekan terbesar pada persentase 6% umur beton 28 hari sebesar 18,35 Mpa setara dengan K-221,08.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Febry Anto, Harmet Beton. 2020, Pelatihan Teknologi Limbah Cangkang Telur Pada Kuat Tekan Beton.
- Anonim. 2022. Semen. www.id.wikipedia.org/wiki/semen. Diakses 10 Mei 2022.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI S-04-1989-F. 1989. Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A. Bandung.
- Butcher, & Miles. 1990. Pengaruh Serbuk Cangkang Telur.
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2021. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2021. Jakarta.
- Frieda, Okta Meilawaty, Fadia Aqila H.A.B. 2018. Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Sebagai Pereduksi Semen dalam Campuran Beton Berpori Ramah Lingkungan (*Green Pervious Concrete*).
- Hunton. 2005. Kandungan Pada Cangkang Telur.
- Jackson. (1977:148). *The Quality of the Concrete in the Structure Depends on the Workmanship on Site*.
- Modul Teknologi Bahan. 2022. Laboratorium Teknik Sipil. Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai.
- Mudrock, L.J. dan Brook, K.M. 1991. Bahan dan praktek beton, Edisi keempat, Terjemahan oleh Stephanus Hindarko, Erlangga, Jakarta.
- Nawy, Edward G. 1998. Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar. Cetakan kedua, Bandung.
- Nawy. (1985:8). Interaksi Mekanisme dan Kimia.
- Neethu. P. M et al. 2016. *Study on Egg Shell Concrete*.
- Nugraha, Paul. (2007:74). Kebutuhan Air Menurun, Teknologi Beton. Yogyakarta.
- Permatasari, Sylvina, and Septyanto Kurniawan. "Analisis Kuat Tekan Beton Mutu K-250 Terhadap

Pengaruh Penambahan Batu Kapur Dari Desa Cantung Kecamatan Hampang Kabupaten Kotabaru." TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil 11.2 (2022): 87-94

PBI. Peraturan Beton Indonesia.

Sari Utama Dewi, Febri Prasetyo (2021), Analisa Penambahan *Bottom Ash* Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Belah Beton, JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering).Beton, JICE (*Journal of Infrastructural in Civil Engineering*)

SNI 03-1968-1990. Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar.

SNI 03-1971-1990. Metode Pengujian Kadar Air Agregat.

SNI 03-41-42-1996. Metode Pengujian Jumlah Bahan Dlam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200

SNI S-18-1990-03. 1990. Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton.

Stadelman, & Cotteril., 1973. Komposisi dari Kulit Telur.