

## **Pengaruh Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) Sebagai Bahan Substitusi Semen pada Beton Mutu Tinggi**

**Nobertus Rombe Seru<sup>\*1</sup> Jonie Tanijaya<sup>\*2</sup>, Lisa Febriani<sup>\*3</sup>**

<sup>\*1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar  
Email [nobertusrombeser@gmail.com](mailto:nobertusrombeser@gmail.com)

<sup>\*2</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar  
Email [Jonie.tanijaya@gmail.com](mailto:Jonie.tanijaya@gmail.com)

<sup>\*3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar  
Email [lisa@ukipaulus.ac.id](mailto:lisa@ukipaulus.ac.id)

### **ABSTRAK**

Bahan penyusun utama dari pembuatan semen adalah calcium carbonate. Pada pencampuran beton bahan yang dapat digantikan sebagai bahan yang dapat dipakai sebagai pengganti sebagian semen adalah kalsium karbonat. Maksud tujuan dari penelitian ini ialah mengetahui kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton yang menggunakan kalsium karbonat sebagai bahan pengganti sebagian semen pada beton mutu tinggi. Metodologi penelitian dimulai dari pemeriksaan karakteristik agregat, kalsium karbonat, serta *mix design* (SNI 03-2834-200), pembuatan benda uji silinder dan balok. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pengaruh kekuatan beton pada umur 28 hari yang menggunakan kalsium karbonat sebagai substitusi semen pada penelitian menunjukkan bahwa persentase penurunan kuat tekan beton sebesar 1,70 %, kuat tarik belah sebesar 2,76 %, dan kuat lentur sebesar 17,95 %. Komposisi campuran beton dengan menggunakan kalsium karbonat sebagai substitusi semen menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase variasi kalsium karbonat akan mengurangi nilai mutu beton.

**Kata Kunci:** Beton mutu tinggi, kalsium karbonat, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur

### **ABSTRACT**

The main constituent of cement is calcium carbonate. In concrete mixing, a material that can be used as a substitute for partial cement is calcium carbonate. The purpose of this study is to determine the compressive strength, split tensile strength, and flexural strength of concrete using calcium carbonate as a substitute for partial cement in high quality concrete. The research methodology started from examining the characteristics of the aggregate, calcium carbonate, and mix design (SNI 03-2834-200), manufacturing of cylinder and beam specimens. The results show that the composition of the concrete mixture using calcium carbonate as a cement substitution indicates that the higher the percentage of variation in calcium carbonate will reduce the quality value of the concrete.

**Keywords:** High quality concrete, calcium carbonate, compressive strength, split tensile strength, flexural strength.

### **PENDAHULUAN**

Beton adalah campuran agregat kasar dan halus, menggunakan bahan pengikat berbentuk semen, dan air. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan semen adalah bahan yang mengandung kapur.

Dalam campuran beton kalsium karbonat digunakan sebagai bahan pengganti semen sebagian. Mutu beton pada umur awal beton memang tidak lebih tinggi, Pengaruh lain dari kalsium karbonat terhadap beton ialah dapat mengecilkan pori – pori sehingga dapat memperkuat daya lekat terhadap agregat. Efektivitas Kalsium Karbonat sebagai bahan aditif

campuran beton tersebut akan diuji pengaruhnya terhadap sifat-sifat fisik beton ini.

Beberapa penelitian sejenis yang menjadi referensi yaitu: Kajian Kuat Tekan Beton Dengan Kalsium Karbonat Sebagai Substitusi Sebagian *Portland Cement*, bertujuan untuk mengkaji kalsium karbonat sebagai pengganti semen sebagian pada beton. Presentase kadar  $\text{CaCO}_3$  yang digunakan 0%, 5%, 7,5%, dan 10%. Pada hasil uji *hammer* didapatkan nilai berturut-turut sebesar 15,98 MPa, 6,51 MPa, 14,48 MPa dan 17,74 MPa, sedangkan hasil pengujian kuat tekan didapatkan nilai secara berturut-turut sebesar 30,234 MPa, 5,519 MPa,

29,852 MPa dan 31,688 MPa [1], Efek Material Pengisi Kalsium Karbonat dan *Waste Marble Dust* Terhadap Sifat Mekanik Mortar, pada penelitian ini variasi bahan material pengisi ini yang digunakan yaitu 5%, 10% dan 15%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencampuran kalsium karbonat menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 64,47 MPa dan WMD sebesar 64,27 MPa. [2], Pengaruh Penggunaan Kalsium Karbonat Sebagai Substitusi Semen Pada Beton Dengan Pecahan Genteng, bahan aditif yang digunakan adalah kalsium karbonat sedangkan agregat kasar pecahan genteng dengan variasi persentase 0%, 5%, 10%, dan 15%. Nilai pada hasil penelitian diperoleh secara berturut-turut sebesar 22,43 MPa, 23,13MPa, 18,51 MPa, 18,51 MPa, 15,50 MPa. [3]

Salam penelitian ini dilakukan aplikasi kalsium karbonat sebagai substitusi semen, dengan menggunakan variasi 0%, 12, 15%, dan 18%. Dengan mutu rencana 42 MPa pada pengujian umur 28 hari.

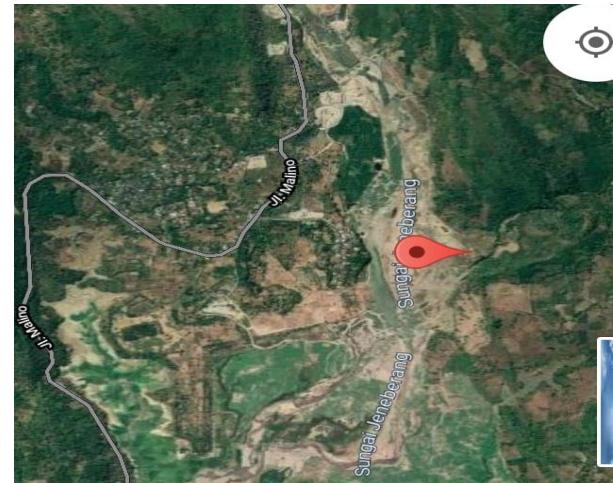
## METODE

Pengujian dilakukan di laboratorium struktur dan bahan Teknik Sipil UKI Paulus Makassar. Jenis pengujian eksperimental laboratorium berupa karakteristik agregat, kuat tekan, kuat Tarik beah, dan uji kuat lentur yang dimulai pada bulan juni 2020.

Kalsium karbonat yang digunakan berasal dari tambang batu kapur, yang berada di Kabupaten Pinrang, Provinsi Sulawesi selatan, dan tempat pengambilan Agregat halus dan Agregat kasar berasal dari sungai Jeneberang, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi selatan.



Gambar 1. Lokasi pengambilan material kapur  $\text{CaCO}_3$



Gambar 2. Lokasi pengambilan agregat kasar dan agregat halus

### 1. Pengujian Karakteristik Material

Agregat kasar yang akan digunakan harus dicek karakteristiknya sebelum digunakan sebagai benda uji untuk memastikan mutunya. Pengujian sifat agregat kasar didasarkan pada SNI.

Tabel 1. Spesifikasi karakteristik agregat halus

Karakteristik agregat halus	Interval batas	Pedoman
Kadar organik (warna)	<No.3	SNI 2816-2014
Kadar air (%)	3-5	SNI 03-1971-1990
Berat volume padat (kg/ltr)	>1,2	SNI 03-4804-1998
Berat volume gembur (kg/ltr)	>1,2	SNI 03-4804-1998
Penyerapan (%)	0,20-2,00	SNI 1970-2008
Berat jenis	1,6-3,2	SNI 1970-2008
Modulus kehalusan	2,20-3,10	SNI 03-1968-1990

Tabel 2. Spesifikasi karakteristik agregat kasar

Karakteristik agregat kasar	Interval batas	Pedoman
Kadar air (%)	0,5-2,0	SNI 03-1971-1990
Berat volume padat (kg/ltr)	1,40-1,90	SNI 03-4804-1998
Berat volume gembur (kg/ltr)	1,40-1,90	SNI 03-4804-1998
Penyerapan (%)	0,20-2,00	SNI 1969-2008
Berat jenis	1,6-3,2	SNI 1969-2008

Tabel 3. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar

Karakteristik	Hasil	Interval SNI	Keterangan
Kadar air (%)	0,705	0,50 - 2,0	Memenuhi
Berat volume padat (kg/ltr)	1,616	1,40 - 1,90	Memenuhi
Berat volume gembur (kg/ltr)	1,445	1,40 - 1,90	Memenuhi
Berat jenis (SSD)	2,625	1,60 - 3,20	Memenuhi
Penyerapan (%)	1,991	0,20 - 2,0	Memenuhi
Kadar lumpur (%)	0,66	0,2 - 1,00	Memenuhi

Tabel 4. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus

Karakteristik	Hasil	Interval SNI	Keterangan
Kadar organik (warna)	No. 1	<No.3	Memenuhi
Kadar air (%)	4,1	3 - 5	Memenuhi
Berat volume padat (kg/ltr)	1,355	1,40 - 1,90	Memenuhi
Berat volume gembur (kg/ltr)	1,228	1,20 - 1,90	Memenuhi
Penyerapan (%)	1,523	0,20 - 2,00	Memenuhi
Berat jenis	2,560	1,6 - 3,2	Memenuhi
Modulus kehalusan	2,279	2,20 - 3,10	Memenuhi
Kadar lumpur (%)	1,3	0,2 - 6,0	Memenuhi

## 2. Mix Design Metode SNI-03-2834-2000

Mix design yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode SNI-03-2834-2000 [4]. Dalam desain

ini peneliti mengembangkan rencana kualitas ( $f'_c$ ) 42 MPa. Oleh karena itu, desain campuran beton ini dapat dilihat pada lampiran ringkasan perhitungan mix design pada tabel 5.

Tabel 5. Komposisi campuran beton normal dengan metode SNI-03-2834-2000 untuk 1 m<sup>3</sup>

Variasi persentase CaCO <sub>3</sub>	Semen (kg)	CaCO <sub>3</sub> (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)	Air (ltr)	Sikament LN (ltr)
0%	609,44	0	774,09	1060,25	243,77	3,05

## 3. Trial Mix

Campuran percobaan dibuat untuk memeriksa bahwa komposisi yang dihitung memenuhi kuat tekan yang direncanakan dengan faktor 3 hari, dan apabila pengujian trial mix tidak mencapai kuat tekan yang telah direncanakan, maka kembali ke pemeriksaan karakteristik material. Bilamana kuat tekan rencana ( $f'_c$ ) telah terpenuhi maka bisa dilanjutkan ke pembuatan benda uji. Hasil pengujian Trial Mix adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{Beban maksimum (P)} &= 320000 \text{ N} \\
\text{Luas penampang (A)} &= \frac{1}{4} \pi d^2 \quad (1) \\
&= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 150^2 \\
&= 17662,5 \text{ mm}^2 \\
\text{Faktor umur} &= 0,4 \\
\text{Kuat Tekan Beton} &= \frac{P}{A} \quad (2) \\
&= \frac{320000}{17662,5}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 18,12 \text{ MPa} \\ \text{Konversi ke umur 28 hari} &= \frac{18,12}{0,4} \\ &= 45,29 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Jadi hasil *trial mix* telah memenuhi mutu beton yang direncanakan dimana mutu beton yang direncanakan 42 MPa, maka bisa dilanjutkan untuk pembuatan benda uji.

Tabel 6. Komposisi bahan campuran beton untuk 1 m<sup>3</sup>

Variasi persentase CaCO <sub>3</sub>	Semen (kg)	CaCO <sub>3</sub> (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)	Air (litr)	Sikament LN (litr)
0%	609,44	0	774,09	1060,25	243,77	3,05
12%	536,30	73,13	774,09	1060,25	243,77	3,05
15%	518,02	91,42	774,09	1060,25	243,77	3,05
18%	499,74	109,70	774,09	1060,25	243,77	3,05

## HASII DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Prosedur pengujian dilaksanakan berdasarkan (SNI1974-2011) [5]. Pada pengujian ini dilakukan pada umur 3,7,14, dan 28 hari.

Perhitungan hasil pengujian dapat dilihat pada perhitungan berikut:

- P. (bebannya maksimum) = 330 KN  
A (luas penampang) = 17671,459  
 $= \frac{330000}{17671,459}$   
= 18,68 Mpa
- P (bebannya maksimum) = 325 KN  
A (luas penampang) = 17671,459  
 $= \frac{325000}{17671,459}$   
= 18,40 Mpa
- P. (bebannya maksimum) = 340 KN  
A (luas penampang) = 17671,459  
 $= \frac{340000}{17671,459}$   
= 19,25 Mpa

Dengan menggunakan persamaan standar deviasi:

$$S_s = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{rt})^2}{(n-1)}} \quad (3)$$

Langkah 1, mencari nilai rata-rata

$$\begin{aligned} X_{rt} &= \frac{18,68 + 18,40 + 19,25}{3} \\ &= 18,78 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Langkah 2, mencari nilai standar deviasi:

### 4. Identifikasi dan Pembuatan Benda Uji

Desain dan jumlah benda uji adalah sebagai berikut

- Jenis benda uji yaitu silinder dengan jumlah sampel 60, dan balok dengan jumlah sampel 8.
- Perancangan beton dengan metode SNI 03-2834-2000. Adapun komposisi pembuatan benda uji dapat dilihat pada tabel 6.

$$\begin{aligned} &= \sqrt{\frac{(18,68-18,75)^2 + (18,40-18,75)^2 + (19,25-18,75)^2}{3-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,01+0,14+0,22}{2}} \\ &= 0,43 \end{aligned}$$

Untuk mengetahui kuat tekan rata-rata diperlukan ketersediaan data untuk menentukan standar deviasi benda uji (SNI 2847:2013, tabel 5.3.2.1).

Untuk f'c > 35 MPa, gunakan nilai terbesar

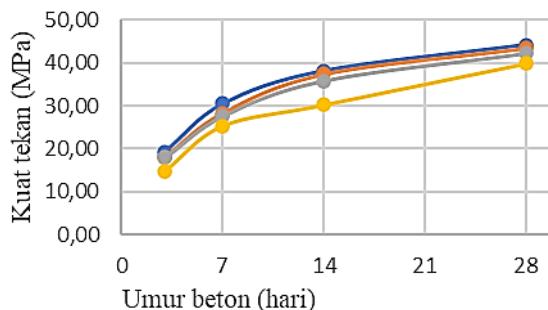
$$f'_{cr} = f'_c + 1,34 S_s \quad (4)$$

$$f'_{cr} = 0,90 f'_c + 2,33 S_s \quad (5)$$

$$f'_{cr} = 18,78 + (1,34 \times 0,43) = 19,36 \text{ MPa}$$

$$f'_{cr} = (0,90 \times 18,78) + (2,33 \times 0,43) = 17,91 \text{ MPa}$$

Dari kedua persamaan diatas didapat nilai terbesar sebesar 19,36 MPa,pada tabel 7 dapat dilihat hasil pengujian kuat tekan.



Gambar 3. Hubungan antara kuat tekan beton dengan umur beton

Berdasarkan grafik pada gambar 3 menunjukkan bahwa kuat tekan beton semakin menurun dengan meningkatnya persentase penggantian  $\text{CaCO}_3$ .

Tabel 7. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata

Umur beton (hari)	Variasi			
	0%	12%	15%	18%
3	19.36 MPa	18.14 MPa	17.97 MPa	14.74 MPa
7	30.49 MPa	28.29 MPa	27.61 MPa	25.25 MPa
14	38.14 MPa	37.38 MPa	35.84 MPa	30.17 MPa
28	44.19 MPa	43.44 MPa	42.21 MPa	39.83 MPa

### B. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Pada prosedur pengujian ini digunakan metode SNI 2491-2014 [6]. Hasil pengujian dapat dilihat pada perhitungan dibawah pada umur beton 28 hari:

$$P = 245 \text{ KN} = 250000 \text{ N}$$

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

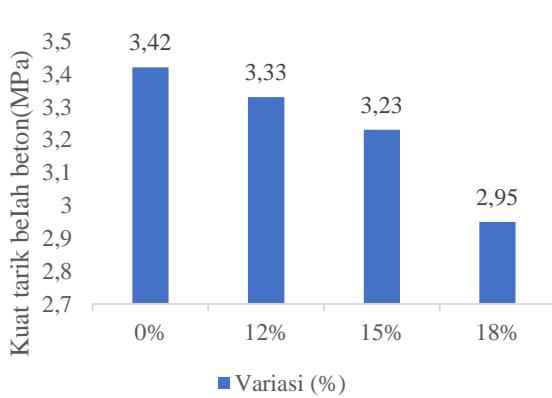
$$D = 150 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tarik Belah } (f_{ct}) &= \frac{2P}{\pi LD} \\ &= \frac{2 \times 245000}{3,14 \times 300 \times 150} \\ &= 3,47 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (6)$$

Pada Tabel 8 dapat dilihat hasil pengujian kuat tarik belah.

Tabel 8. Hasil pengujian kuat tarik belah rata-rata

Umur beton (hari)	Variasi			
	0%	12%	15%	18%
28	3.42 MPa	3.33 MPa	3.23 MPa	2.95 MPa



Gambar 4. Hubungan antara kuat tarik belah beton dengan variasi

Hasil diagram diatas hubungan antara kuat Tarik belah dengan variasi  $\text{CaCO}_3$ , menunjukkan setiap kenaikan persentase  $\text{CaCO}_3$  akan mengalami penurunan pada kuat tarik belah.

### C. Hasil Pengujian Kuat Lentur

Procedur yang dipakai dalam pengujian kuat lentur ini menggunakan metode SNI 4431-2011. Hasil penelitian dapat dilihat pada berhitungan berikut

Umur 28 Hari ( $\text{CaCO}_3$  0%):

$$P = 2,8 \text{ ton} = 28,437 \text{ KN} = 28437 \text{ N}$$

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

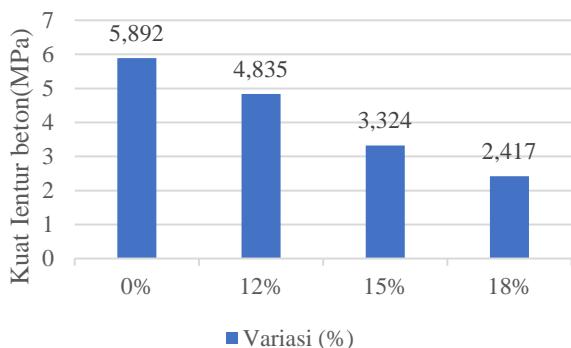
$$h = 150 \text{ mm}$$

$$L = 520 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat lentur } (f_r) &= \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2} \\ &= \frac{28437.520}{150.150^2} \\ &= 4,381 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (7)$$

Tabel 9. Kuat lentur beton dengan campuran  $\text{CaCO}_3$  berdasarkan umur beton

Variansi $\text{CaCO}_3$	Kuat lentur beton rata-rata (Mpa)
0%	5.892
12%	4.835
15%	3.324
18%	2.417



Gambar 5. Hubungan variasi dengan kuat lentur beton

Berdasarkan grafik pada gambar 5 diatas hubungan antara variasi substitusi  $\text{CaCO}_3$  dengan kuat lentur beton semakin menurun, dimana semakin meningkat variasi  $\text{CaCO}_3$  kuat lentur beton semakin menurun.

## KESIMPULAN

Pengaruh kekuatan beton yang menggunakan kalsium karbonat sebagai substitusi semen pada penelitian ini menunjukkan bahwa persentase penurunan kuat tekan beton sebesar 1,70 %, kuat tarik belah sebesar 2,76 %, dan kuat lentur sebesar 17,95 %.

Komposisi campuran beton dengan menggunakan kalsium karbonat sebagai substitusi semen menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase variasi kalsium karbonat akan mengurangi nilai mutu beton.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. D. Wijaya, 2013, "Kajian Kuat Tekan Beton Dengan Kalsium Karbonat Sebagai Substitusi Sebagian Portland Cement", Lumbung Pustaka UNY." <https://eprints.uny.ac.id/10382/> (accessed Dec. 12, 2020).
- [2]. G. F. Tanggu, G. T. Santoso, and D. Hardjito, 2018, "Efek Material Pengisi Kalsium Karbonat Dan Waste Marble Dust Terhadap Sifat Mekanik Mortar:", J. Dimensi Pratama Teknik Sipil, vol.7, no.1,
- [3]. F. M. Michael, 2016, "Pengaruh Penggunaan Kalsium Karbonat Sebagai Substitusi Semen Pada Beton Dengan Pecahan Genteng", - E-Journal Universitas Atma Jaya Yogyakarta." <http://e-journal.uajy.ac.id/10975/> (accessed Dec. 12, 2020).
- [4]. "Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal SNI 03-2834-2000.pdf."
- [5]. sni-1974-2011.pdf." Accessed: Jan. 25, 2021. [Online]. Available: <http://staffnew.uny.ac.id/upload/132256207/pendidikan/sni-1974-2011.pdf>.
- [6]. sni-2491-2014.pdf." Accessed: Jan. 25, 2021. [Online]. Available: <http://sni.litbang.pu.go.id/image/sni/isi/sni-2491-2014.pdf>.
- [7]. Antoni dan Paul Nugraha, 2007. "Teknologi Beton". C.V Andi Offset Penerbit, Yogyakarta.
- [8]. ASTM C-494 tipe F "Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete"
- [9]. Mulyono, Tri. 2004. "Teknologi Beton". Andi Penerbit, Yogyakarta.
- [10]. Supartono, 1998, "Beton Berkinerja Tinggi, Keunggulan dan Permasalahannya", Seminar HAKI, Jakarta.