

# ANALISIS KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN SUBSTITUSI AGREGAT PASIR LAUT DAN BATU PECAH BATU GUNUNG DESA LAKAPERERA SULAWESI TENGGARA

Maria Evangeline Wake (Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar, [eflinwake@gmail.com](mailto:eflinwake@gmail.com))

Mursalim (Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar, [mursalimmuddin62@gmail.com](mailto:mursalimmuddin62@gmail.com))

Hendry Tanoto Kalangi (Universitas Atma Jaya Makassar, Makassar, [hkalangi73@gmail.com](mailto:hkalangi73@gmail.com))

Received: 02 Juni 2025, Revised: 04 Juni 2025, Accepted: 24 Juni 2025

## ABSTRAK

Lakapera merupakan salah satu desa pada Kecamatan Gu, Kabupaten Buton Tengah, Sulawesi Tenggara. Masyarakat Desa Lakapera Provinsi Sulawesi Tenggara, sering menggunakan agregat yang berasal dari laut dan gunung yang terdapat di desa tersebut. Hal ini dikarenakan tidak adanya Sungai di Desa Lakapera yang mengakibatkan penggunaan agregat pasir laut dan batu pecah batu gunung dijadikan sebagai material Pembangunan. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang kondisi karakteristik agregat dari Desa Lakapera yang dapat digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan beton dan guna memperoleh berapa kuat tekan beton yang dihasilkan. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental, dengan benda uji berupa kubus berukuran 15 x 15 x 15cm, dan silinder berukuran 15 x 30cm. Pembuatan proses benda uji, dibuat dengan mengganti sebagian agregat lokal menggunakan pasir laut dan batu pecah batu Gunung Desa Lakapera Sulawesi Tenggara, dengan persentase campuran 5%, 15%, dan 30% pada hari umur beton 7, 14, 21, dan 28 hari. Dari hasil penelitian, karakteristik material semua agregat, aman dipakai sebagai bahan beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan yang diperoleh terjadi penurunan dengan persentase sebesar 2,20% benda uji (70:30%), dari kuat tekan rencana awal 18,7MPa, pada pengujian umur beton 28 hari. Diperoleh kuat tekan beton menggunakan bahan campuran 0%, 5%, 15%, dan 30% umur beton 28 hari adalah sebesar 19,50MPa dengan persentase 104,28% (Benda Uji 100:0%), 18,75MPa atau sebesar 100,29% (Benda Uji 95:5%), 18,47MPa atau sebesar 98,79% (Benda Uji 85:15%), dan kuat tekan 18,2MPa atau sebesar 97,80% (Benda Uji 70:30%) dari kuat tekan rencana.

Kata kunci: pasir laut, batu pecah batu gunung, Desa Lakapera, kuat tekan beton

## ABSTRACT

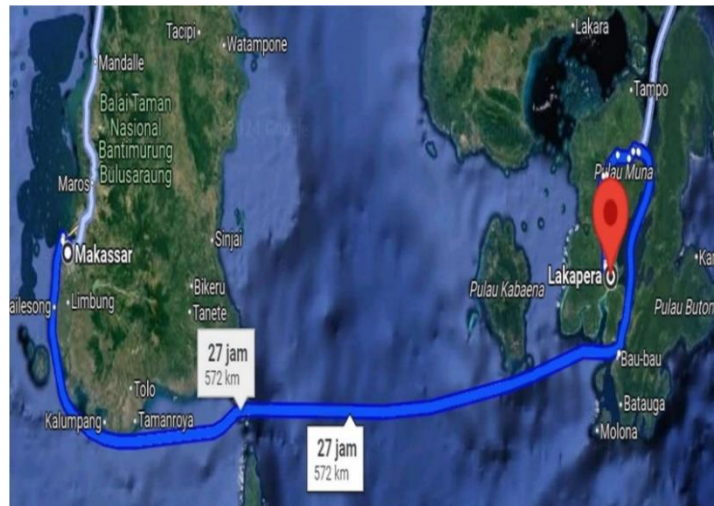
*Lakapera is one of the villages in Gu District, Central Buton Regency, Southeast Sulawesi. The people of Lakapera Village, Southeast Sulawesi Province, often use aggregates from the sea and mountains found in the village. This is due to the absence of a river in Lakapera Village which results in the use of sea sand aggregate and crafted stone of mountain stones as building materials. The purpose of this research is to provide information about the condition of aggregate characteristics from Lakapera Village that can be used as a mixture material in making concrete and to obtain how strong it is produced. The test piece process was made by replacing part of the local aggregate using sea sand and crushed stone from Mount Lakapera Village with a mixture percentage of 5%, 15%, and 30% on the 7, 14, 21, and 28 days of concrete age. Based on the result, the material characteristics of all aggregates are safe to use as concrete materials. The results showed that the compressive strength obtained decreased by a percentage of 2,20% of the test specimen (70:30%), from the initial compressive strength of 18,7MPa, in the 28 day concrete age test. The compressive strength of concrete using mixed materials 0%, 5%, 15%, and 30% at the 28-day age concrete was 19,50MPa with a percentage of 104,28% (Test specimen 100:0%), 18,75MPa or 100,29% (Test specimen 95:5%), 18,47MPa or 98,79% (Test specimen 85:15%), and compressive strength of 18,28MPa or 97,80% (Test specimen 70:30%) of the planned compressive strength.*

*Keywords: sea sand, crafted stone mountain stone, Lakapera Village, concrete compressive strength*

## PENDAHULUAN

Beton adalah salah satu komponen struktur yang sangat menentukan kekuatan dari struktur tersebut. Bahan dasar beton terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar dan air yang mudah diperoleh. Agregat menempati 60-70% dari total volume beton, sehingga kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap

kualitas beton. Berbagai usaha telah dilakukan untuk meningkatkan performa beton guna mendapatkan beton yang kuat dan *workable*, yaitu beton yang dapat memenuhi kekuatan yang diinginkan, kebutuhan semen seminim mungkin, dan proses pengerjaan yang mudah. Agregat yang banyak digunakan karena sifat ekonomisnya adalah pasir dan batu split. Butiran batu pecah yang berbeda-beda dapat mempengaruhi kuat tekan beton yang direncanakan. Ukuran agregat yang digunakan juga harus bergradasi sedemikian rupa sehingga massa beton yang dihasilkan dapat utuh dan padat, serta agregat yang butirannya kecil dapat dijadikan sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat yang butirannya besar. Sifat ini nantinya mempunyai pengaruh terhadap perilaku dari beton terhadap kekuatan beton yang sudah mengeras. Lakapera merupakan salah satu desa pada kecamatan Gu, Kabupaten Buton Tengah, Sulawesi Tenggara. Masyarakat Desa Lakapera Provinsi Sulawesi Tenggara, sering menggunakan agregat yang berasal dari laut dan gunung yang terdapat di desa tersebut. Lokasi pengambilan sampel benda uji agregat pasir laut dan batu pecah batu gunung untuk dilakukannya penelitian ini berlokasi di Desa Lakapera Sulawesi Tenggara. Desa Lakapera Kecamatan Gu, Kabupaten Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara memiliki jarak tempuh menuju Kota Makassar sejauh 572 km.



**Gambar 1.** Lokasi Pengambilan Agregat Yang Diuji

### Kualitas Mutu Beton

Menurut SNI.03-2847-2002 tentang Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, beton harus dirancang sedemikian rupa hingga menghasilkan kuat tekan sesuai dengan aturan-aturan dalam tata cara dan tidak boleh kurang daripada 17,5MPa. Beton struktural merupakan beton yang didesain untuk dijadikan sebagai bagian dari struktur bangunan agar dapat memikul beban yang bekerja pada bangunan itu sendiri. Selain itu, beton dapat dikategorikan memenuhi syarat evaluasi dan penerimaan beton yang disyaratkan oleh SNI.03-2847-2002 tentang Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung jika setiap nilai rata-rata dari tiga uji kuat tekan yang berurutan mempunyai nilai yang sama atau lebih besar dari  $f_c$  dan tidak ada nilai uji kuat tekan yang dihitung sebagai nilai rata-rata dari dua hasil uji contoh silinder mempunyai nilai di bawah  $f_c$  melebihi 3,5MPa.

Maka berdasarkan SNI.03-2847-2002 dimana beton tidak boleh kurang dari 17,5MPa untuk struktur beton bangunan gedung, sehingga dipilih kuat tekan beton 18,7MPa pada penggunaan plat lantai struktur beton bangunan gedung.

### Pengujian Karakteristik Material

Pengujian material bermaksud untuk mendapatkan sifat atau karakteristik dari material yang dimanfaatkan untuk pencampuran beton. Pada penelitian ini dilakukan test terhadap material pembentukan beton yaitu agregat halus dan agregat kasar. Berikut adalah tabel spesifikasi karakteristik material:

**Tabel 1.** Spesifikasi Karakteristik Agregat Halus

No.	Karakteristik	Interval	Metode Pengujian (ASTM)
1	Kadar Air	3 – 5%	C.566
2	Kadar Lumpur	<5%	C.117
3	Berat Volume	1,4 – 1,9 gr/cm <sup>3</sup>	C.29
4	Modulus Kehalusan	1,5 – 3,8	SK SNI S 04-1989-F
5	Berat Jenis	1,6 – 3,2	C.128
6	Penyerapan	0,2 – 2%	C.128
7	Kadar Organik	No. 1 – 4	C.40

(Sumber: ASTM)

**Tabel 2.** Spesifikasi Karakteristik Agregat Kasar

No.	Karakteristik	Interval	Metode Pengujian (ASTM)
1	Kadar Air	0,5 – 2%	C.566
2	Kadar Lumpur	0,2 – 1%	C.117
3	Berat Volume	1,4 – 1,7gr/cm <sup>3</sup>	C.29
4	Berat Jenis	1,6 – 3,2	C.127
5	Penyerapan	0,2 – 4%	C.127
6	Modulus Kehalusan	5,5 – 8,5	C.136

(Sumber: ASTM)

### Prosedur Uji Kuat Tekan

Menurut SNI 03-1974-1990, kuat tekan suatu beban beton adalah intensitas beban permukaan yang membuat suatu entitas uji beton hancur bila membebani dengan gaya tekan standar yang dibentuk oleh suatu tekanan tegangan maksimum. Kuat tekan tiap silinder dan kubus diatur oleh tegangan tekan maksimum ( $f_c$ ) yang tercapai, dengan umur benda uji mencapai 28 hari sebagai hasil tekanan mesin selama pengujian. Adapun tahapan proses kuat tekan beton berikut ini:

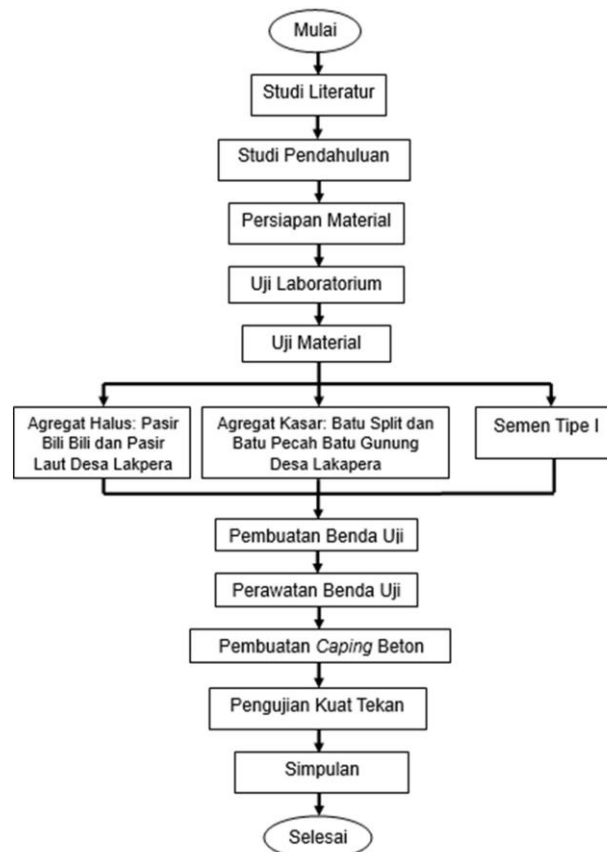
- Mengeluarkan silinder dan kubus beton dalam perendaman, kemudian keringkan silinder dan kubus beton sebelum di uji Menimbang dan mengukur silinder dan kubus beton
- Meletakkan silinder dan kubus beton pada *Compressing Testing Machine*
- Jalankan mesin dan catat beban maksimum yang terjadi
- Lakukan prosedur yang sama untuk sampel lainnya.

### Penentuan Persentase Campuran

Pemilihan persentase campuran agregat beton bertujuan untuk mencapai kekuatan, *workability* (kemudahan pengerjaan), dan durabilitas (keawetan) beton yang optimal. Persentase yang tepat akan menghasilkan beton yang padat, kuat, dan tahan lama sesuai dengan kebutuhan konstruksi.

Maka melalui pengujian laboratorium dan uji coba di lapangan untuk menentukan proporsi yang paling efektif dalam menghasilkan beton dengan sifat yang diinginkan, dihasilkan persentase campuran 5%, 15%, dan 30% berdasarkan kombinasi pasir laut dan batu gunung dalam campuran beton, dengan memperhatikan beberapa faktor seperti jenis proyek, mutu beton yang diinginkan, dan ketersediaan material.

## METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 3. Kerangka Pikir Penelitian

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode eksperimental hasil dari pengujian laboratorium. Secara keseluruhan penelitian yang dijalankan mencakup pemeriksaan karakteristik material, pembuatan benda uji, *slump test*, perawatan benda uji, dan pengujian kuat tekan beton.

#### Agregat halus dan kasar yang digunakan

Menggunakan pasir laut (PL) yang berasal dari Desa Lakapera Sulawesi Tenggara dikarenakan tidak ada sungai di Desa Lakapera, dan pasir Bili Bili (PB) yang terdapat di toko bahan bangunan di Kota Makassar. Persentase agregat halus 100%PB:0%PL, 95%PB:5%PL, 85%PB: 15%PL, 70%PB:30%PL. Penggunaan pasir laut bagi para penambang pasir diharuskan mendapat izin dari Dinas Pertambangan dan Lingkungan Hidup, yang ditujukan untuk memastikan bahwa lokasi penambangan pasir tidak akan berdampak pada terganggunya keseimbangan lingkungan dan merusak ekosistem yang ada (Agus, 2024) sedangkan untuk agregat kasar menggunakan batu pecah batu gunung dari Desa Lakapera Sulawesi Tenggara dan batu split lokal.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Hasil Pengujian Agregat

Tabel 3 sampai dengan Tabel 6 menunjukkan hasil pengujian baik untuk agregat halus maupun untuk agregat kasar. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa seluruh agregat baik agregat halus maupun agregat kasar telah memenuhi standar yang digunakan.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus (Pasir Bili-Bili)

No.	Karakteristik	Standar Uji	Hasil	Keterangan
1	Kadar Air	3 – 5%	4,33%	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	<5%	4,04%	Memenuhi
3	Berat Volume	1,4 – 1,9gr/cm <sup>3</sup>	1,5gr/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
4	Modulus Kehalusan	1,5 – 3,8	3,0	Memenuhi
5	Berat Jenis	1,6 – 3,2	2,52	Memenuhi
6	Penyerapan	0,2 – 2%	1,63%	Memenuhi

7	Kadar Organik	No. 1 – 4	No.1	Memenuhi
---	---------------	-----------	------	----------

(Sumber: Hasil Uji Laboratorium)

**Tabel 4.** Data Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus (Pasir Laut Desa Lakapera)

No.	Karakteristik	Standar Uji	Hasil	Keterangan
1	Kadar Air	3 – 5%	1,53%	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	<5%	1,56%	Memenuhi
3	Berat Volume	1,4 – 1,9gr/cm <sup>3</sup>	1,42gr/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
4	Modulus Kehalusan	1,5 – 3,8	3,56	Memenuhi
5	Berat Jenis	1,6 – 3,2	2,55	Memenuhi
6	Penyerapan	0,2 – 2%	1,70%	Memenuhi
7	Kadar Organik	No. 1 – 4	No. 1	Memenuhi

(Sumber: Hasil Uji Laboratorium)

**Tabel 5.** Data Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar Batu Split

No.	Karakteristik	Standar Uji	Hasil	Keterangan
1	Kadar Air	0,5 – 2%	1,07%	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	0,2 – 1%	0,94%	Memenuhi
3	Berat Volume	1,4 – 1,7gr/cm <sup>3</sup>	1,47gr/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
4	Berat Jenis	1,6 – 3,2	2,71	Memenuhi
5	Penyerapan	0,2 – 4%	1,73%	Memenuhi
6	Modulus Kehalusan	5,5 – 8,5	7,51	Memenuhi

(Sumber: Hasil Uji Laboratorium)

**Tabel 6.** Data Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar (Batu Pecah Batu Gunung Desa Lakapera)

No.	Karakteristik	Standar Uji	Hasil	Keterangan
1	Kadar Air	0,5 – 2%	0,77%	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	0,2 – 1%	0,91%	Memenuhi
3	Berat Volume	1,4 – 1,7gr/cm <sup>3</sup>	1,41gr/cm <sup>3</sup>	Memenuhi
4	Berat Jenis	1,6 – 3,2	2,61	Memenuhi
5	Penyerapan	0,2 – 4%	1,84%	Memenuhi
6	Modulus Kehalusan	5,5 – 8,5	8,19	Memenuhi

(Sumber: Hasil Uji Laboratorium)

### Pengujian Kadar Garam

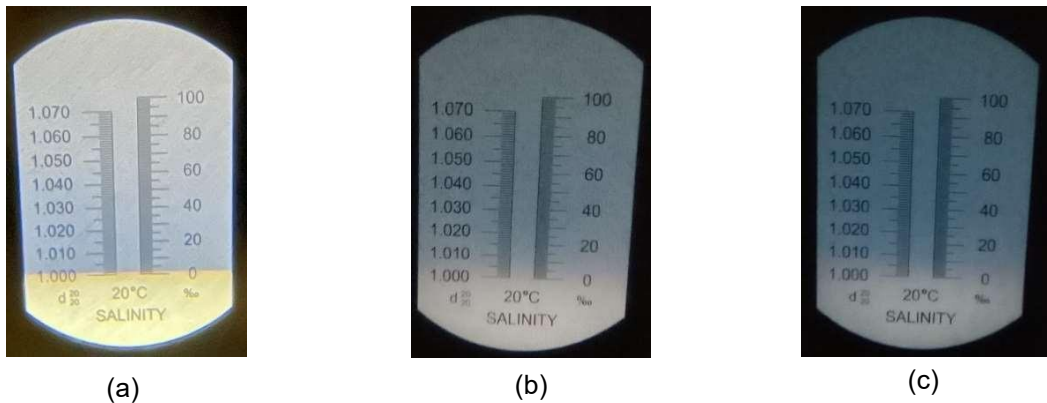
Salah satu penyebab menurunnya kuat tekan agregat Desa Lakapera yang dihasilkan adalah kadar garam yang terkandung dalam pasir laut. Semakin banyak kadar garam maka semakin menurun kuat tekan yang terjadi. Batas kadar garam pada penggunaan pasir laut adalah 1% (menurut British Code CP 110:1972). Pengujian kadar garam menggunakan alat refractometer. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.

**Tabel 7.** Pengujian Kadar Garam Pasir Laut

KODE	PARAMETER	NILAI			SATUAN	KETERANGAN
		I	II	III		
A	Kadar Garam	4	4,5	5	‰	-
B	Kadar Garam Rata-Rata	0,45			%	$B = \frac{I + II + III}{3} \times 0,1$

(Sumber: Hasil uji Laboratorium)

Catatan: 1 Permil (‰) = 0,1% (Persen)



Gambar 4. Hasil pengujian kadar garam (a) Sampel 1, (b) Sampel 2, (c) Sampel 3.

**Hasil Perhitungan Mix Design**

Berikut ini perhitungan menghitung *mix design* menurut SNI 03-2834-2000:

1. Data karakteristik rancangan *mix design* beton lokal yang digunakan (diperoleh melalui hasil pengujian laboratorium):
  - a. Mutu Beton desain ( $f'c$ ): 18,7 MPa
  - b. Nilai *Slump test* (pelat lantai): 100mm
  - c. Berat jenis semen tonasa (tipe I): 2,91
  - d. Ukuran maksimal agregat kasar: 19mm
  - e. Berat volume agregat kasar: 1.476,03kg/m<sup>3</sup>
  - f. Kadar air agregat kasar: 1,07%
  - g. Kadar air agregat halus: 4,33%
  - h. Berat jenis (SSD) agregat halus: 2,52
  - i. Berat jenis (SSD) agregat kasar: 2,71
  - j. Penyerapan air agregat kasar: 1,73%
  - k. Penyerapan air agregat halus: 1,63%
  - l. Modulus kehalusan agregat halus: 3,00
  
2. Menentukan standar deviasi untuk kuat tekan rata-rata yang disyaratkan. Dalam hal ini untuk jumlah 12 benda uji per 1x pengecoran dengan tingkat pengendalian mutu pekerjaan kategori "Cukup", maka standar deviasi yang diperoleh adalah:  
 $SD = 1,232 \times 5,6 = 6,89 = 7$  MPaSehingga untuk kuat tekan rata-rata ( $f'cr$ ) didapatkan sebagai berikut:  
 $f'cr = f'c + M = f'cr + 1,64 \times SD = 18,7 + (1,64 \times 7)$  MPa  
 $f'cr = 30$  MPa

Nilai  $f'cr$  nantinya digunakan untuk menentukan nilai Fas (Faktor Air Semen).

**Tabel 8.** Standar Deviasi Benda Uji Jika Jumlah Pengujian < 30 Sampel.

Jumlah Pengujian (Buah)	Faktor Modifikasi Standar (SD)
12	1,232
15	1,16
20	1,08
25	1,03
≥30	1,00

(Sumber: SNI 7656-2012)

Nilai faktor modifikasi standar (SD) 1,232 untuk 12 benda uji, diperoleh dengan cara:

$$SD_{12 \text{ Benda Uji}} = 1,16 + (0,024 \times 3) = 1,16 + 0,072$$

$$SD_{12 \text{ Benda Uji}} = 1,232$$

**Tabel 9.** Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan Standar Deviasi

Kategori Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	Standar Deviasi (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7
Tanpa Kendali	8,4

(Sumber: SNI 03-2834-2000)

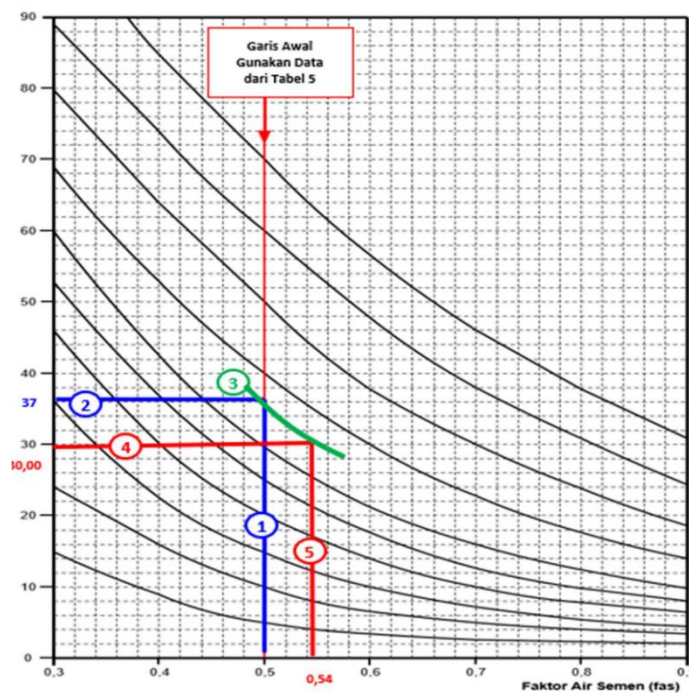
3. Pemilihan Fas (faktor air semen)

Diperoleh dari pemilihan grafik 1 pada Gambar 4. Berdasarkan jenis agregat kasar tipe batu pecah dengan nilai 0,5 dan  $f'c$  tabel 37 MPa (umur 28 hari), dan nilai  $f'cr = 30$  Mpa sehingga didapatkan Fas melalui perpotongan garis  $f'cr$  dan  $f'c$  tabel adalah 0,54. Grafik hubungan kuat tekan dan faktor air semen dapat dilihat pada Gambar 4. Penggunaan  $f'c$  sebesar 37Mpa dikarenakan pemilihan semen merupakan semen portland tipe I (semen tanpa persyaratan khusus dalam penggunaan umum), kategori agregat kasar (batu pecah) dengan umur uji beton 28 hari dan bentuk benda uji Silinder.

**Tabel 10.** Perkiraan Kuat Tekan Beton (MPa) dengan nilai Fas = 0,5

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kuat Tekan Pada Umur (Hari)				Bentuk Benda Uji
		3	7	28	91	
Semen portland tipe I,II, dan V (tahan sulfat)	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen portland tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

(Sumber: SNI 03-2834-2000)



(Sumber: SNI 03-2834-2000)

**Gambar 4.** Grafik Hubungan Kuat Tekan Dan Faktor Air Semen

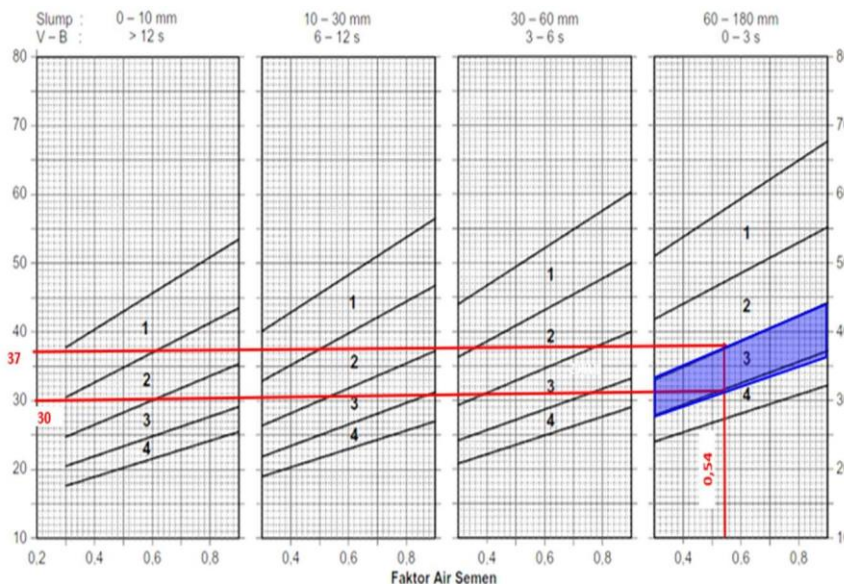
4. Penetapan nilai *slump*  
*Slump test* yang dianjurkan pada pekerjaan plat lantai adalah 25-100mm (SNI 7656-2012). Data yang dipakai pada saat pengecoran di lapangan adalah 100mm (Data masuk persyaratan).
5. Menentukan ukuran butir agregat maksimum: 19mm
6. Perkiraan air pencampuran (Untuk agregat maksimum 19mm dan *slump* 100mm), diperoleh data: Kebutuhan air: 195 – 225kg/m<sup>3</sup>  
 Maka, kadar air bebas menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W'c = \frac{2}{3}Wh + \frac{1}{3}Wk = \frac{2}{3}(195) + \frac{1}{3}(225) = 205kg/m^3$$

Penetapan kadar semen:

$$C = \frac{W'c}{Fas} = \frac{205}{0,54} = 380kg/m^3$$

7. Penetapan persentase air  
 Berdasarkan susunan butir agregat halus dari analisa saringan gabungan pasir Bili Bili, didapatkan bahwa pasir Bili Bili masuk dalam zona III sehingga persentase pasir melalui grafik pada Gambar 5 maka diperoleh hasil 33,5% (berdasarkan rata-rata batas atas dan batas bawah).  
 Untuk persen agregat kasar batu pecah adalah 100% - 33,5% = 66,5%.



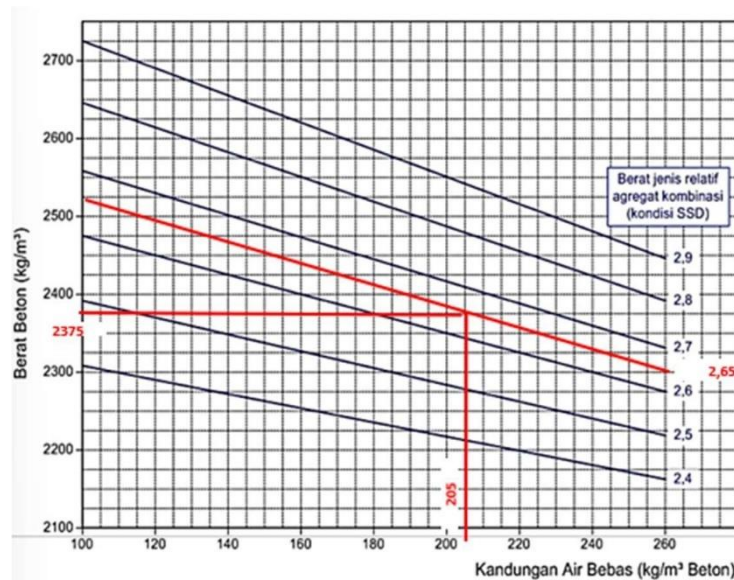
(Sumber: SNI 03-2834-2000)

**Gambar 5.** Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Untuk Ukuran Butir Maksimum 19mm

8. Perhitungan berat jenis relatif agregat (berat jenis agregat gabungan).  
 $Bj_{gab} = 33,5\% \times 2,52 + 66,5\% \times 2,71 = 2,65$
9. Perhitungan berat volume beton  
 Melalui grafik Hubungan kandungan air, berat jenis agregat, dan berat isi beton (Gambar 6), diperoleh berat volume beton ( $\gamma_c$ ) 2.375kg/m<sup>3</sup>.
10. Perhitungan kadar agregat gabungan  
 Berat yang sudah diketahui:  
 Berat volume beton : 2.375kg/m<sup>3</sup>  
 Berat semen : 380kg/m<sup>3</sup>  
 Berat air : 205kg/m<sup>3</sup>  


---

 Berat agregat gabungan (Bgab) : 1.790kg/m<sup>3</sup>  
 Jadi, kadar agregat gabungan:  
 Berat pasir (%h x Bgab) : 600kg/m<sup>3</sup>  
 Berat kerikil (%k x Bgab) : 1.191kg/m<sup>3</sup>



(Sumber: SNI 03-2834-2000)

**Gambar 6.** Grafik Hubungan Kandungan Air, Berat Jenis Agregat Campuran dan Berat Isi Beton Normal

11. Perhitungan Perbandingan Berat dan Volume Absolut dalam 1m<sup>3</sup> Beton. Berdasarkan volume absolut dengan kadar udara sebesar 2% didapatkan hasil volume absolut sebagai berikut:

$$\text{Volume air} = \frac{205}{1000} = 0,205m^3$$

$$\text{Volume semen} = \frac{380}{2910} = 0,130m^3$$

$$\text{Volume absolut agregat kasar} = \frac{1191}{2710} = 0,439m^3$$

$$\text{Volume udara terperangkap} = \frac{2}{100 \times 1} = 0,02m^3$$

Total volume padat bahan selain agregat halus = 0,795m<sup>3</sup>

Volume agregat halus dibutuhkan: 1 - 0,795 = 0,205m<sup>3</sup>

Berat agregat halus yang dibutuhkan: 0,205 × 2.520 = 517,1kg/m<sup>3</sup>

**Tabel 11.** Perbandingan Berat Campuran Antara Perkiraan Massa Beton Dan Atas Dasar Volume Absolut

Berat Material (Kg/m <sup>3</sup> )	Perbandingan Berdasarkan	
	Berat	Volume Absolut
Air	205	205
Semen	380	380
Agregat kasar (kondisi lapangan)	1.191	1.191
Agregat halus (kondisi lapangan)	600	517

12. Kebutuhan campuran beton dalam 1m<sup>3</sup> beton  
Setelah tahap 1 – 12 telah selesai maka didapatkan jumlah kebutuhan campuran beton untuk kebutuhan 1m<sup>3</sup>. Data yang dipakai dalam *mix design* adalah berdasarkan perbandingan berat, hal ini dikarenakan tingkat keakuratan perhitungan lebih baik dari volume absolut. Berikut rancangannya:

**Tabel 12.** Berat Untuk 1m<sup>3</sup> Beton Sebelum Koreksi Kandungan Air

Berat Material (kg/m <sup>3</sup> )	Perbandingan Berdasarkan Berat	
	Berat (kg)	Proporsi Campuran
Air	205	0,54
Semen	380	1,00

Agregat kasar (kondisi lapangan)	1.190	3,14
Agregat halus (kondisi lapangan)	600	1,58
Total Campuran / m <sup>3</sup>	2.375	6,26

13. Koreksi kandungan air

a. Agregat kasar:  $1.191\text{kg} + 1,07\% \times 1.191\text{kg} = 1.203\text{kg}$

b. Agregat halus:  $600\text{kg} + 4,33\% \times 600\text{kg} = 626\text{kg}$

c. Kebutuhan perkiraan air yang ditambahkan:

$$205\text{kg} - (1,07 - 1,73)\% \times 1.191\text{kg} - (4,33 - 1,63)\% \times 600\text{kg} = 197\text{kg}$$

Perkiraan berat campuran berdasarkan koreksi kandungan air, sebagai berikut:

**Tabel 13.** Berat 1m<sup>3</sup> Beton Setelah Koreksi Kandungan Air

Berat Material (kg/m <sup>3</sup> )	Perbandingan Berdasarkan Berat	
	Berat (kg)	Proporsi Campuran
Air	197	0,54
Semen	364	1,00
Agregat kasar (kondisi lapangan)	1.203	3,30
Agregat halus (kondisi lapangan)	626	1,72
Total campuran / m <sup>3</sup>	2.390	6,56

d. Untuk beton normal agregat Desa Lakapera Sulawesi Tenggara

Langkah perhitungan mix design sama dengan lokal, dan berikut hasil berat 1m<sup>3</sup> beton setelah koreksi kandungan air berdasarkan perbandingan berat.

**Tabel 14.** Berat Untuk 1m<sup>3</sup> Beton Setelah Koreksi Kandungan Air

Berat Material (kg/m <sup>3</sup> )	Perbandingan Berdasarkan Berat	
	Berat (kg)	Proporsi Campuran
Air (berat bersih)	212	0,54
Semen	393	1,00
Agregat kasar (batu pecah kering)	1.058	2,69
Agregat halus (pasir kering)	741	1,88
Total Campuran / m <sup>3</sup>	2.404	6,11

e. Komposisi Campuran Benda Uji

**Tabel 15.** Rekapitulasi Komposisi Campuran Beton Benda Uji, Untuk 4x Pengecoran

Material (kg)	Kode Uji			
	100:0%	95:5%	85:15%	70:30%
Air	11,38	11,42	11,51	11,65
Semen	21,09	21,15	21,32	21,58
Batu Split	69,68	65,74	58,10	46,97
Pasir Bili Bili	36,23	34,71	31,62	26,74
Batu Pecah (Batu Gunung)	0,00	3,46	10,25	20,13
Pasir Laut	0,00	1,83	5,58	11,46
Jumlah	138,41	138,31	138,39	138,52

f. Jumlah benda uji

**Tabel 16.** Jumlah Benda Uji

Kode Uji	Umur beton			
	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari

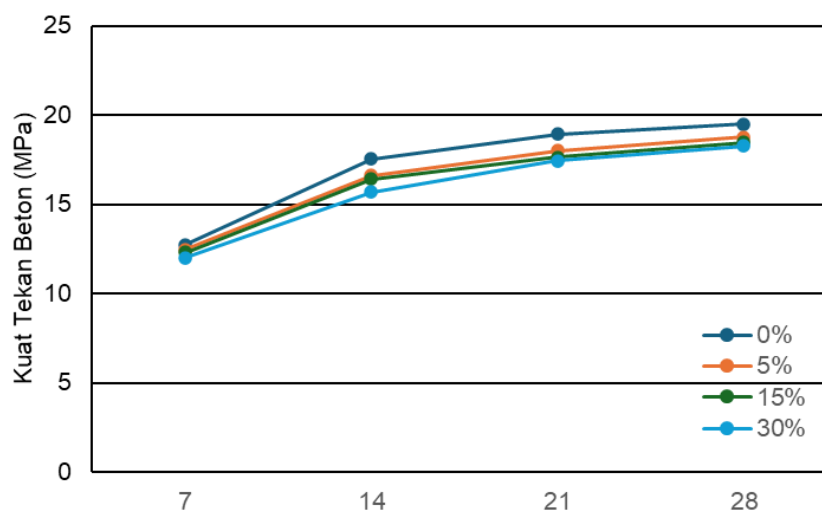
100:0%	3	3	3	3
95:5%	3	3	3	3
85:15%	3	3	3	3
70:30%	3	3	3	3
Jumlah	48			

## HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

Tabel 17 menunjukkan hasil pengujian kuat tekan beton dengan variasi pasir laut (PL) dan pasir Bili-Bili (PB). Berdasarkan hasil yang didapatkan, persentase 0% pasir laut dan 100% pasir Bili-Bili memiliki kuat tekan tertinggi untuk seluruh umur beton (7, 14, 21 dan 28 hari). Hal ini menunjukkan bahwa pasir Bili-Bili masih memiliki karakteristik yang lebih baik jika dibandingkan pasir laut yang digunakan dalam hal menghasilkan kuat tekan beton. Untuk persentase 5%, 15% dan 30%, kuat tekan beton yang dihasilkan relatif mirip untuk seluruh umur beton. Hal ini dapat dilihat jelas pada Gambar 7 yang menunjukkan grafik hubungan kuat tekan beton dengan umur beton pada berbagai perbandingan variasi agregat halus yang digunakan.

**Tabel 17.** Rekapitulasi Data Rata-Rata Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Umur Beton (Hari)	Hasil Kuat Tekan Beton Dengan Persentase Campuran Pasir Laut Dan Batu Pecah Batu Gunung (MPa)			
	0%	5%	15%	30%
7	12,74	12,46	12,31	12,01
14	17,54	16,61	16,42	15,67
21	18,94	18,00	17,63	17,44
28	19,5	18,75	18,47	18,28



**Gambar 7.** Grafik Hubungan Kuat Tekan Berdasarkan Umur Beton Dengan Persentase Kadar Pasir Laut dan Batu Pecah Batu Gunung (0%,5%,15%,dan 30%)

Pada Gambar 7, grafik hubungan kuat tekan berdasarkan umur beton dengan persentase kadar pasir laut dan batu pecah batu gunung Desa Lakapera Sulawesi Tenggara (0%,5%,15%,dan 30%), dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan / reduksi persentase sebesar 2,20% benda uji (70:30%) pengujian beton umur 28 hari, dengan kuat tekan rencana 18,7MPa. Diperoleh kuat tekan beton menggunakan material lokal sebesar 19,5MPa dengan persentase 104,28% dari kuat tekan rencana, pada kadar 5% menghasilkan kuat tekan 18,75MPa atau sebesar 100,29% dari kuat tekan rencana, pada kadar 15% menghasilkan kuat tekan 18,47MPa atau sebesar 98,79% dari kuat tekan rencana, dan pada kadar 30% menghasilkan kuat tekan 18,28MPa atau sebesar 97,80% dari kuat tekan rencana.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisis perhitungan dan data pengujian dalam penelitian yang sudah selesai dilakukan, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian karakteristik agregat untuk material Desa Lakapera Sulawesi Tenggara diperoleh nilai pada pengujian kadar air sebesar 1,53% (pasir laut), dan 0,77% (batu pecah batu

- gunung), pada pengujian berat jenis dan penyerapan sebesar 2,55, 1,70% (pasir laut), dan 2,61, 1,84% (batu pecah batu gunung), pada pengujian kadar lumpur sebesar 1,57% (pasir laut), dan 0,91% (batu pecah batu gunung), pada pengujian kadar garam (pasir laut) sebesar 0,47%, pada pengujian analisa saringan pasir laut diperoleh modulus kehalusan sebesar 3,56 dan modulus kehalusan batu pecah batu gunung sebesar 8,19, pada pengujian kadar organik berada pada Nomor 1, dan pada pengujian berat volume pasir laut sebesar  $1.419\text{kg/m}^3$  dan agregat kasar batu pecah batu gunung sebesar  $1.420\text{kg/m}^3$ .
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan yang diperoleh terjadi penurunan dengan persentase sebesar 2,20% benda uji (70:30%), dari kuat tekan rencana awal 18,7MPa, pada pengujian umur beton 28 hari. Diperoleh kuat tekan beton menggunakan bahan campuran 0%,5%,15%, dan 30% umur beton 28 hari adalah sebesar 19,50MPa dengan persentase 104,28% (Benda Uji 100:0%), 18,75MPa atau sebesar 100,29% (Benda Uji 95:5%), 18,47MPa atau sebesar 98,79% (Benda Uji 85:15%), dan kuat tekan 18,2MPa atau sebesar 97,80% (Benda Uji 70:30%) dari kuat tekan rencana.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus. 2024. *Buton Selatan Tertibkan Penambang Pasir Pantai*. (Online), (<https://sultra.antaranews.com/berita/277492/buton-selatan-tertibkan-penambang-pasir-pantai>, diakses 26 Mei 2024).
- Angga, Rachmadi, R.T., Rusfiandi, W., Ryanti, E. (2014). *Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Halus Pasir Pantai Jawa Dan Agregat Kasar Batu Pecah Di Kabupaten Sambas Kalimantan Barat*. Skripsi diterbitkan. Pontianak: Politeknik Negeri Pontianak.
- ASTM. (n.d.). *Standard test method for material finer than 75- $\mu\text{m}$  (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing* (ASTM C117). ASTM International.
- ASTM. (n.d.). *Standard test method for relative density (specific gravity) and absorption of coarse aggregate* (ASTM C127). ASTM International.
- ASTM. (n.d.). *Standard test method for relative density (specific gravity) and absorption of fine aggregate* (ASTM C128). ASTM International.
- ASTM. (n.d.). *Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates* (ASTM C136). ASTM International.
- ASTM. (n.d.). *Standard test method for bulk density ("unit weight") and voids in aggregate* (ASTM C29). ASTM International.
- ASTM. (1986). *Standard test method for static modulus of elasticity and Poisson's ratio of concrete in compression* (ASTM C33-86). ASTM International.
- ASTM. (n.d.). *Standard test method for organic impurities in fine aggregates for concrete* (ASTM C40). ASTM International.
- ASTM. (n.d.). *Standard test method for resistance of overglaze decorations to attack by detergents* (ASTM C556). ASTM International.
- Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa. (2020). *Kamus Besar Bahasa Indonesia* (Edisi ke-6). Balai Pustaka.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 1969-2008: Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 1972-2008: Metode pengujian slump beton normal*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *SNI 7656:2012: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. Jakarta: BSN.
- British Code CP 110:1972. 1972. *Code of Practice for the Structural Use of Concrete Part 1: Design, Materials, and Workmanship*. Inggris.
- Departemen P.U, 2002. *SNI.03-2847-2002 (Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung)*. LPMB: Bandung.