

UJI KELAYAKAN MATERIAL BATU PECAH DESA MASALILI KECAMATAN KONTUNAGA KABUPATEN MUNA AGREGAT KASAR CAMPURAN BETON (STUDI KASUS: DESA MASALILI, KEC. KONTUNAGA, KABUPATEN MUNA)

Susi Karmila^{1*}, Romy S. E. Tamburaka², Wayan Mustika¹

¹ Program Studi D-III Teknik Sipil, Program Pendidikan Vokasi, Universitas Halu Oleo

² Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo

Koresponden*, Email: susikarmila29@gmail.com

Info Artikel	Abstract
Diajukan : 09 November 2021 Diperbaiki : 19 November 2021 Disetujui : 26 November 2021	<p><i>In Muna Regency, there are some kinds of mountain rocks, including in Masalili Village, Kontunaga District. There is a place where local people usually take crushed stone to be used as a material for making concrete. The area of land where the local people used to collect mountain stones was ± 1 hectares. Based on the description, the writer considers it necessary to conduct research in order to complete the final project by taking the title "Feasibility Test for Broken Stone Materials in Masalili Village, Kontunaga District, Muna Regency as Coarse Aggregates in Concrete Mixtures" with the formulation of the problem of how coarse aggregate characteristics (crushed stone) from Masalili Village, Kontunaga District, Muna Regency and what is the feasibility of coarse aggregate (crushed stone) from Masalili Village, Kontunaga District, Muna Regency, for concrete mixtures with $f'c$ 20 MPa. The purpose of this study was to determine the characteristics of coarse aggregate (crushed stone) from Masalili Village, Kontunaga District, Muna Regency and also to determine the feasibility of coarse aggregate (crushed stone) from Masalili Village, Kontunaga District, Muna Regency, for concrete mixtures with $f'c$ 20 MPa.</i></p> <p><i>In this study, the composition of the mixture was designed using a mixture of $f'c$ 20 MPa in the mix design method of the Department of Environment (DoE). The data sources used are primary and secondary data from literature or the internet.</i></p> <p><i>Based on laboratory tests, the results obtained moisture content 4,39%, 0,77% sludge content, 2,33 SSD specific gravity, 1,15 Gram / Cm^3 volume weight, 3,48% absorption, 40,50% wear. The results of the concrete compressive strength test that has been carried out reach an average quality of 8,73 MPa at 7 days old, 12,48 MPa at 14 days old, and 14,47 MPa at 28 days old. So the conclusion from the research that has been done is that the crushed stone of Masalili Village, Kontunaga District, Muna Regency is declared not suitable for use as coarse aggregate for concrete mixtures with $f'c$ 20 MPa quality.</i></p>

Key words : Crushed stone, Feasibility of material, Compressive strength, Concrete

Abstrak

Di Kabupaten Muna banyak terdapat batu gunung, tidak terkecuali di Desa Masalili, Kecamatan Kontunaga. Di daerah tersebut terdapat teMPat dimana masyarakat seteMPat biasa mengambil batu pecah untuk digunakan sebagai bahan pembuatan beton. Luas lahan dimana para penduduk seteMPat biasa mengambil batu gunung adalah ± 1 hektare. Maka berdasarkan dari uraian di atas sehingga penulis memandang perlu untuk melakukan penelitian dalam rangka penyelesaian tugas akhir dengan mengambil judul "Uji Kelayakan Material Batu Pecah Desa Masalili Kecamatan Kontunaga Kabupaten Muna Sebagai Agregat Kasar Campuran Beton" dengan rumusan masalah bagaimana karakteristik agregat kasar (batu pecah) asal Desa Masalili Kecamatan Kontunaga Kabupaten Muna dan bagaimana kelayakan agregat kasar (batu pecah) asal Desa Masalili Kecamatan Kontunaga Kabupaten Muna, untuk campuran beton dengan $f'c$ 20 MPa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik agregat kasar (batu pecah) asal Desa Masalili Kecamatan Kontunaga Kabupaten Muna dan juga untuk mengetahui kelayakan agregat kasar (batu pecah) asal Desa Masalili Kecamatan Kontunaga Kabupaten Muna, untuk campuran beton dengan $f'c$ 20 MPa.

Pada penelitian ini, komposisi campuran didesain dengan menggunakan campuran $f'c$ 20 MPa pada mix desain metode Departement of Environment (DoE). Adapun sumber data yang digunakan adalah data-data primer dan sekunder dari literatur atau internet.

Kata kunci : Batu pecah, Kelayakan material, Kuat tekan, Beton

Berdasarkan pengujian laboratorium yang dilakukan, diperoleh hasil kadar air 4,39 %, kadar lumpur 0,77 %, berat jenis SSD 2,33, berat volume 1,15 Gram/Cm³, absorbtion 3,48 %, keausan 40,50%. Dan hasil dari pengujian kuat tekan beton yang telah dilakukan mencapai mutu rata-rata 8,73 MPa diumur 7 hari, 12,48 MPa diumur 14 hari, dan 14,47 MPa diumur 28 hari. Maka kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan yaitu batu pecah Desa Masalili Kecamatan Kontunaga Kabupaten Muna dinyatakan tidak layak untuk digunakan sebagai agregat kasar untuk campuran beton dengan mutu f'c 20 MPa.

1. Pendahuluan

Beton merupakan suatu komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air serta beban tambahan lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk. Komposisi beton terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air dan rongga udara. Rongga udara mempunyai pengaruh terhadap kuat tekan beton. Makin besar volume rongga udara yang terdapat dalam beton maka kuat tekan beton akan semakin menurun dan sebaliknya. Campuran bahan-bahan pembentukan beton ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton segar yang mudah di kerjakan dan memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis. Dalam pembuatan beton, pemelihan akan bahan-bahan yang digunakan sangat penting terutama untuk memperoleh mutu beton dengan sifat-sifat khusus yang diinginkan untuk tujuan tertentu dengan cara yang paling ekonomis.

.Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun demikian peranan agregat pada beton sangatlah penting. Kandungan agregat dalam beton kira-kira mencapai 70%-75% dari volume beton.

2. Metode

2.1. Jenis – Jenis Agregat

Agregat terbagi menjadi dua jenis diantaranya yaitu :

a. Agregat halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai disintegrasi alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran terbesar 4.8 mm.

Agregat halus harus memenuhi ketentuan SNI 03-1750-1990 tentang mutu cara uji agregat beton. Beton kekuatan tinggi sebaiknya menggunakan agregat halus dengan modulus kehalusan 2,5 sampai dengan 3,2. Bila digunakan pasir buatan, adukan beton harus mencapai kelecakan yang sama dengan pasir alam.

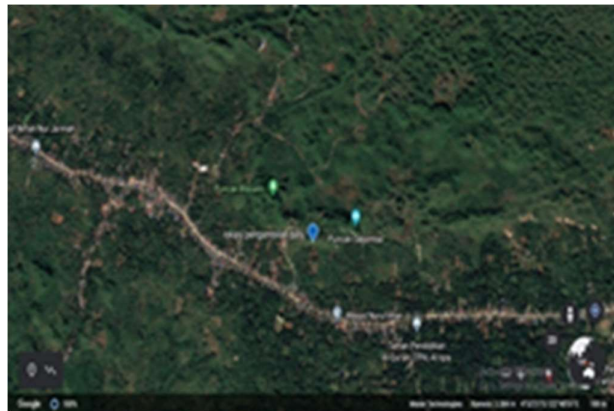
b. Agregat kasar

Agregat kasar berupa pecahan batu, pecahan kerikil atau kerikil alami dengan ukuran butiran minimal 5 mm dan

ukuran butiran maksimal 40 mm. ukuran maksimum dari beton bertulang diatur berdasarkan kebutuhan agregat tersebut harus dengan mudah dapat mengisi cetakan dan lolos dari celah-celah yang terdapat diantara batang-batang baja tulangan.

Agregat kasar yang digunakan adalah agregat normal yang sesuai dengan SNI 03-1750-1990 tentang mutu dan cara uji agregat beton. Ukuran nominal agregat maksimum 20 mm atau 25 mm, jika digunakan untuk membuat beton berkekuatan sampai 14,5 MPa, dan ukuran 10 mm dan 15mm, jika digunakan untuk beton berkekuatan lebih besar dari pada 26,4 MPa.

2.2. Lokasi Penelitian



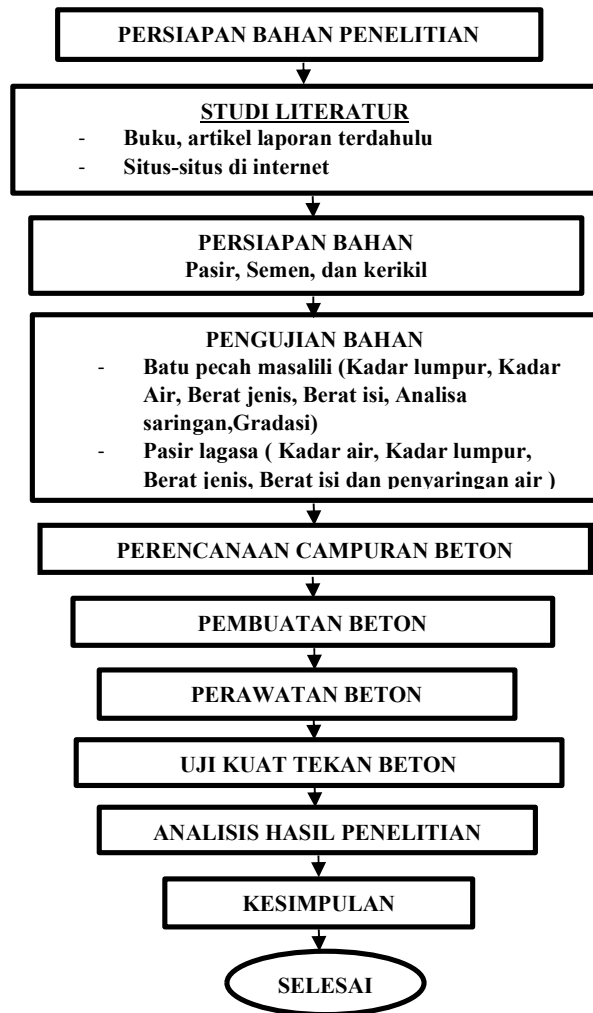
Gambar 1. Lokasi Penelitian

Sumber : Google Earth, 2020

2.3. Waktu Penelitian

Penelitian mulai dilaksanakan pada bulan September 2020, tepatnya di laboratorium Pengujian Bahan dan Konstruksi Teknik Sipil Fakultas Teknik Halu Oleo.

2.4. Tahapan penelitian



Gambar 2. Diagram Penelitian
Sumber : *Analisa Data, 2020*

2.5. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Teknik pengumpulan data didasarkan pada jenis data diambil yaitu :

a. Data Primer

Adapun data primer yang dapat kita peroleh disini yaitu dengan melakukan pengujian bahan material batu pecah tersebut di laboratorium berdasarkan kondisi batu pecah yang sebenarnya di lapangan.

b. Data sekunder

Data sekunder yaitu data yang kita dapatkan dari literatur atau internet lain yang berhubungan dengan penelitian.

2.6. Pengujian Material

Sebelum material dinyatakan layak digunakan terlebih dahulu material di uji berdasarkan tahapan sebagai berikut :

- Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar (SNI 03-1968-1990).
- Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat halus (SNI-03-1970-2008).
- Pengujian Berat jenis dan Penyerapan air Agregat Kasar SNI 03-1969-2008.
- Pengujian berat isi agregat kasar dan agregat halus (SNI 03-4804-1998).
- Pengujian kadar air agregat halus dan agregat kasar (SNI 03-1971-1990).
- Pemeriksaan bahan lewat saringan no.200 (kadar lumpur agregat halus dan agregat kasar).(SNI 03-4142-1996).
- Pengujian keausan agregat kasar dengan mesin los angeles (SNI-03-2417-2008).

2.7. Perencanaan Adukan Campuran (*Mix Design*)

Pada penelitian ini, komposisi campuran didesain dengan menggunakan campuran $f'c$ 20 MPa pada mix desain metode DoE.

2.8. Metode Perhitungan Mix Desain

- Meletakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris.
- Menjalankan mesin tekan dengan penambahan beban antara 2 saMPai 4 kg/cm² per-detik.
- Melakukan pembebanan saMPai benda uji menjadi hancur.
- Mencatat beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.
- Menggambar/mendokumentasikan bentuk kerusakan benda uji.
- Mencatat keadaan benda uji.
- Menghitung kuat tekan beton, yaitu besarnya beban persatuan luas.

Perhitungan Mix Design Beton Cara DOE :

$$M = k \times S \quad (1)$$

di mana :

M = Strength margin;

S = Standar deviasi;

k = Koefisien yang diambil.

k = 2,33 jika mungkin gagal 1%.

k = 1,96 jika mungkin gagal 2,5%.

k = 1,64 jika mungkin gagal 5%.

k = 1,28 jika mungkin gagal 10%.

$$f_m = F'c + (k \times s) \quad (2)$$

dimana :

f_m = Rencana tegangan rata-rata.

$F'c$ = Tegangan karakteristik.

$$\text{Berat agregat kasar} = \text{berat total agregat} - \text{berat pasir} \quad (3)$$

$$\text{Kadar Semen} = \frac{\text{Kebutuhan Air Bebas}}{\text{Perbandingan Air Bebas dan Semen}} \quad (4)$$

$$\text{Berat agregat total} = D - W_e - W_w \quad (5)$$

dimana :

D = Berat jenis beton basah.

W_e = Kadar semen.

W_w = Jumlah air bebas.

$$\text{Berat agregat halus} = \% \text{ pasir} \times \text{berat total agregat} \quad (6)$$

$$\text{BJ gabungan SSD} = a \times \text{BJ SSD pasir} + b + \text{BJ SSD kerikil} \quad (7)$$

dimana :

a = Presentase pasir.

b = Presentase kerikil.

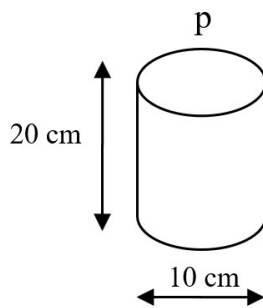
Kuat tekan beton dihitung berdasarkan besarnya beban persatuan luas, menurut persamaan berikut:

$$F'c = \frac{P}{A} \quad (8)$$

Keterangan : $F'c$ = Kuat tekan beton (Kg/cm^2)

P = Gaya tekan (Kg)

A = Luas (cm^2)



Gambar 3. Benda uji

Sumber : Analisa Data, 2020

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

Keterangan	Nilai	Satuan	Spek. SNI
Kadar Air	4,33	%	-
Kadar Lumpur	3,39	%	<5%
Berat Jenis SSD	2,48	%	-
Berat Volume	1,43	Gr/cm^3	-
Absorbtion	5,06	%	-
Presentase Penggabungan	38,0	%	-

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2020

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik agregat halus menunjukkan bahwa, hasil pengujian kadar air sebesar 4,33%, hasil pengujian kadar lumpur sebesar 3,39%, berat jenis sebesar 2.48%, berat volume sebesar 1.43%, *absorbtion* (penyerapan) sebesar 38,0 dan hasil analisa saringan agregat halus yaitu masuk dalam kategori pasir agak kasar (zona 2). Berdasarkan analisa saringan tersebut maka dapat diketahui jumlah persentase agregat halus dalam 1m^3 beton yaitu sebesar 0,94% terhadap agregat gabungan.

3.2. Pemeriksaan Agregat Kasar

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar:

Keterangan	Nilai	Satuan	Spek. SNI
Kadar Air	4,39	%	-
Kadar Lumpur	0,77	%	<1%
Berat Jenis SSD	2,33	%	-
Berat Volume	1,15	Gr/cm^3	-
Absorbtion	3,48	%	-
Keausan	40,50	%	>40%
Gradasi Maksimum	1,90	mm	-
Presentase Penggabungan	62,0	%	-

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2020

Salah satu syarat agregat kasar yaitu mampu menahan gesekan, nilai keausan agregat kasar <40%, berdasarkan SNI 03-2417-1991. Agregat kasar yang berasal dari Desa Masalili, Kecamatan Kontunaga, Kabupaten Muna, Provinsi Sulawesi Tenggara ini dinyatakan tidak layak berdasarkan standar nilai keausan yang ada, karena hasil keausan agregat sebesar 40,50%.

3.3. Hasil Pengujian Sifat Beton

Hasil pengujian Slump Test mengalami penurunan sebanyak 12.5 cm. Hasil pengujian Slump Test ini telah memenuhi standar SNI, dapat dilihat pada tabel 3.



Gambar 4. Slump Test Campuran Beton

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020

Tabel 3. Hasil Pengujian Slump Standar SNI

Pemakaian Beton (berdasarkan jenis struktur yang dibuat)	Maks (cm)	Min (cm)
Dinding, plat fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Plat, balok, kolom, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal (beton masa)	7,5	2,5

3.4. Kuat Tekan Beton

Sampel yang diuji berupa seilinder beton berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Jumlah sampel yang dibuat sebanyak 15 buah sampel untuk beton normal, total sampel yang diuji sebanyak 15 sampel. Pengujian dilakukan secara bertahap yaitu : 7, 14, dan 28 hari. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

No.	Tanggal Pembuatan Silinder	Tanggal Tes	Umur (hari)	Berat (Gram)	Pembacaan Kuat Tekan (Kg)	Pembacaan Kuat TEKAN (N)	luas penamp ang (mm)	Mpa
								(N/mm ²)
1	03/11/20 A	10/11/20 A	7	3448,9	6000	58800	7854,00	7,49
2	03/11/20 B	10/11/20 B	7	3431,1	6000	58800	7854,00	7,49
3	03/11/20 C	10/11/20 C	7	3977,2	7000	68600	7854,00	8,73
4	03/11/20 D	10/11/20 D	7	3393,2	9000	88200	7854,00	11,23
5	03/11/20 E	10/11/20 E	7	3419,3	7000	68600	7854,00	8,73
								8,73
6	03/11/20 A	17/11/20 A	14	3385,7	13000	127400	7854,00	16,22
7	03/11/20 B	17/11/20 B	14	3517,2	11000	107800	7854,00	13,73
8	03/11/20 C	17/11/20 C	14	3517,6	8000	78400	7854,00	9,98
9	03/11/20 B	10/11/20 B	14	3394,3	8000	78400	7854,00	9,98
10	03/11/20 E	17/11/2020 E	14	3439,5	10000	98000	7854,00	12,48
								12,48
11	03/11/20 A	1/11/20 A	28	3394,8	10000	98000	7854,00	12,48
12	03/11/20 B	1/11/20 B	28	3486,3	12000	117600	7854,00	14,97
13	03/11/20 C	1/11/20 C	28	3470,9	10000	98000	7854,00	12,48
14	03/11/20 D	1/11/20 D	28	3470,2	14000	137200	7854,00	17,47
15	03/11/20 E	1/11/2020 E	28	3053,8	12000	117600	7854,00	14,97
								14,47

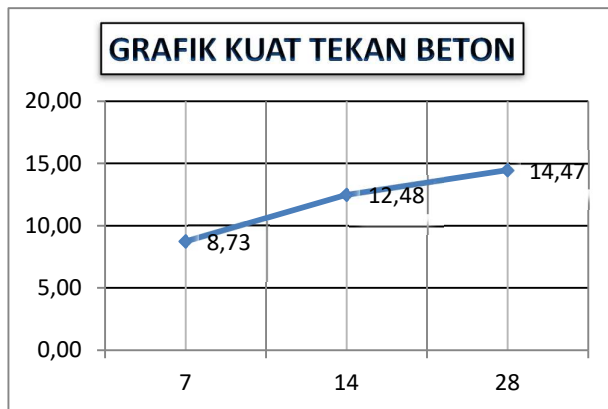
Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2020

Tabel 5 adalah hasil pengujian kuat tekan beton rata-rata pada umur 7 hari sebesar 8,73 MPa, umur 14 hari sebesar 12,48 MPa, umur 28 hari sebesar 14,47 MPa, nilai tersebut masih dalam nilai benda uji seilinder 10/20 cm. Berikut hasil pembacaan kuat tekan dengan menggunakan *Compression Testing Machine*. Gambar 6, 7, dan 8 yang ditampilkan adalah salah satu dari tiga benda uji.

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal
Fc'20 MPa

No.	Tgl Buat	Tgl Tes	Umur (hari)	MPa (N/mm ²)
1	03/11/20 A	10/11/20 A	7	8,73
2	03/11/20 A	17/11/20 A	14	12,48
3	03/11/20 A	1/11/20 A	28	14,47

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium, 2020



Gambar 5. Grafik Kuat Tekan Beton
Sumber : Data Hasil Perhitungan, 2020

Berdasarkan gambar 5 hasil pengujian kuat tekan yang telah dilakukan dapat dilihat perkembangan kuat tekan yang diuji berdasarkan umur yang telah ditentukan, pada umur 7 hari kekuatan beton mencapai 8,73 MPa, umur 14 hari sebesar 12,48 MPa, pada umur 28 hari kekuatan beton mencapai 14,47 MPa. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan batu pecah desa Masalili tidak memenuhi kuat tekan rencana yaitu 20 MPa.

Berdasarkan Gambar 6 hasil pembacaan kuat desak pada umur 7 hari menunjukkan bahwa *sampel* dapat menahan beban sebesar 88200 N.

Pada umur 14 hari kuat tekan yang dihasilkan sebesar 127400 N, seperti yang tercantum pada gambar 7.

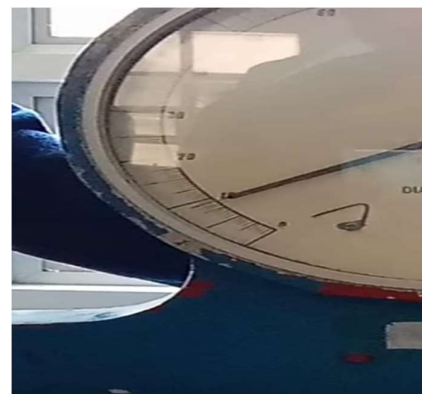
Gambar 8 Menunjukkan pembacaan kuat tekan beton normal sebesar 137200 N. Berdasarkan mutu beton yang direncanakan beton dapat memenuhi mutu yang direncanakan yaitu 14,47 MPa.



Gambar 6. Pembacaan Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari
Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2020



Gambar 7. Pembacaan Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari
Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2020



Gambar 8. Pembacaan Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari
Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium, 2020

4. Kesimpulan

- a. Batu pecah yang berasal dari desa Masalili Kecamatan Kontunaga, setelah dilakukan pengujian di Laboratorium Teknik Universitas Halu Oleo tidak memenuhi standar karakteristik dan tidak layak digunakan untuk material agregat kasar.
- b. Hasil yang didapatkan nilai kuat tekan pada penggunaan agregat kasar batu pecah Masalili, memiliki kuat tekan pada umur 7 hari 8,73 MPa, 8 hari 12,73, dan 28 hari 14,47 MPa. Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan batu pecah desa Masalili tidak memenuhi kuat tekan rencana yaitu 20 MPa.

Referensi

- [1] Adityo Aer, Anggie. Marthin D.J. Sumajouw., dan Ronny E. Pandaleke. 2014. "Pengaruh Variasi Kadar *Superplasticizer* terhadap Nilai Slum Beton *Geopolymer*" dalam Jurnal Sipil Statik. Manado. Universitas Sam Ratulangi.
- [2] Aswad, N. H., and Soeparyanto, T. S. 2014. Penggunaan Pecahan Botol Kaca Sebagai Agregat Kasar Pada Campuran Beton. *STABILITA|| Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2(1), 101-108.
- [3] Bahar, Suardiet. all. 2004. *Pedoman Pekerjaan Beton*. Biro Engineering. Jakarta.
- [4] Gumalang, Stevanny. S.E. Wallah., dan M.D.J Sumajouw. 2016. "Pengaruh Kadar Air Dan *Superplasticizer* pada Kekuatan dan Keleccakan Beton *Geopolymer* Memadat Sendiri Berbasis Abu Terbang" dalam Jurnal Ilmiah Media *Engineering*.
- [5] Herdianto Rahamudin, Rio. Hieryco Manalip., Mielke Mondoringin. 2016. "Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) dan Abu Sekam Padi sebagai Subtitusi Parsial Semen" dalam Jurnal Sipil Statik. Manado. Universitas Sam Ratulangi.
- [6] M. M. Pade, Maria et. all. 2013. "Pemeriksaan Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Beragregat Kasar Batu Ringan Ape dari Kepulauan Talud" dalam Jurnal Sipil Statik. Manado. Universitas Sam Ratulangi
- [7] Nuhun, R. S., Ahmad, S. N., Welendo, L., and Soeparyanto, T. S., " The Effect of Sediment Powder Addition on Compressive Strength, Sodium Sulfate Resistance, and Water Absorption in Paving Block", *International Journal of Applied Engineering Research (IJAER)*, vol. 13, no. 21, p. 15060 - 15067, 2018.
- [8] Pelaksanaan Pekerjaan Beton untuk Jalan Jembatan. Departemen Pekerjaan Umum
- [9] SNI. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung.
- [10] SNI.03-1968-1990. *Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar*.
- [11] SNI.03-1970-1990 *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*.
- [12] SNI.03-1969-1990 *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*.
- [13] SNI.03-4804-1998 *Metode Pengujian Berat Isi Dan Rongga Udara*
- [14] SNI.03-1971-1990 *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*
- [15] SNI.03-4142-1996 *Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat*
- [16] SNI.03-2417-1991 *Metode Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*.
- [17] Sulha, and U. Sarita, "Overview The Local Barrow Material Of Nickel Slag Mixture As An Aggregate Foundation Layer." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 622, no. 1, p. 012037, Nov. 2021.
- [18] Wangsadinata, Wiratma et. All. 1971. *Penjelasan dan Pembahasan mengenai Peraturan Beton Indonesia*. Bandung. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Direktorat Jendral Cipta Karya Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- [19] Wangsadinata, Wiratman et. all. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Bandung. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Direktorat Jendral Ciptakarya Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.

Halaman ini sengaja dikosongkan