

PENGUJIAN AGREGAT SUNGAI MAMASA TABANG TERHADAP KUAT TEKAN BETON

(Aggregate Testing Of Mamasa Tabang River Against Concrete Compressive Strength)

Arwias^{1*)}, Erdawaty²⁾, dan Zulharnah³⁾

Arwias, Universitas Fajar

Erdawaty, Universitas Fajar

Zulharnah, Universitas Fajar

arwiaslibak19@gmail.com

refayerdaway@gmail.com

zulhzmzhhasanramli@yahoo.co.id

ABSTRAK

Salah satu sumber daya alam Kabupaten Mamasa yang sangat melimpah adalah batu dan pasir. Hal itu di sebabkan karena Kabupaten Mamasa secara geografis terletak di pegunungan yang berbatu serta dialiri sungai besar hingga terkecil yang menampung banyak batu dari yang terkecil hingga ukuran yang besar begitu pula dengan pasir yang bentuk dan teksturnya bervariasi. Untuk mengetahui karakteristik agregat sungai Mamasa Tabang serta hasil uji kuat tekan yang dihasilkan beton dengan menggunakan agregat sungai Mamasa Tabang maka dilakukanla pengujian ini. Penelitian dilakukan selama \pm 3 bulan yaitu Juli s/d September 2022 mulai dari pengambilan sampel di sungai Mamasa Tabang hingga pengujian sampel. alat pengujian yaitu timbangan, oven, ayakan,vibrating sieve, kerucut abrams, mixer/molen, silinder, bak perendaman ,mesin kuat tekan. Sedangkan alat penunjang pekerjaan yaitu;kuas, baki,sekop,kanebo,penggaris, piknometer dan corong. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu; agregat kasar, agregat halus, semen porlan dan air. Pengujian dilakukan beberapa kali yakni pengujian agregat dan pembuatan sampel berupa silinder dengan variasi hari 7,14 dan 28 hari serta menetapkan kuat tekan beton sebesar 25 Mpa dan nilai slump testnya 8 - 12 cm. Dari hasil pengujian yang dilakukan, untuk agregat dari sungai Mamasa Tabang memenuhi spesifikasi serta memenuhi kuat tekan rencana ($f'c$) 25 MPa atau setara K300 yang dihitung dengan metode SNI.Adapun nilai rata-rata kuat beton berturut-turut dari umur 7,14 dan 28 hari yang diperoleh dari penelitian ini adalah: Beton umur 7 hari = Fc' 11,38 setara K 215; beton umur 14 hari Fc' 16.50 setara dengan K230; beton umur 28 hari Fc' 25.10 Mpa setara K308.12.

Kata kunci: *Agregat,Sungai Mamasa Tabang, beton, Fc' , Mpa.*

ABSTRACT

One of the natural resources of Mamasa Regency that is very abundant is stone and sand. This is because Mamasa Regency is geographically located in rocky mountains and is fed by large to smallest rivers that hold many rocks from the smallest to the largest size as well as sand whose shapes and textures vary. To determine the characteristics of the Mamasa Tabang river aggregate and the results of the compressive strength test produced by concrete using the Mamasa Tabang river aggregate, this test was carried out. The study was conducted for ± 3 months, from July to September 2022 starting from sampling in the Mamasa Tabang river to sample testing. Testing equipment namely scales, ovens, sieves, vibrating sieve, abrasives cones, mixers / molens, cylinders, immersion tubs, strong presses machines. While the supporting tools for the work are brushes, trays, shovels, kanebos, rulers, picnometers and funnels. The materials used in this study are; coarse aggregate, fine aggregate, portland cement and water. The test was carried out several times, namely testing aggregates and making samples in the form of cylinders with variations in days of 7.14 and 28 days and determining the compressive strength of concrete by 25 Mpa and the slump test value was 8 - 12 cm. From the results of the tests carried out, the aggregate from the Mamasa Tabang river meets the specifications and meets the plan compressive strength ($f'c$) of 25 MPa or K300 equivalent calculated by the SNI method. The average values of concrete strength in succession from the age of 7.14 and 28 days obtained from this study are: Concrete age 7 days = $Fc'11.38$ equivalent to K 215; concrete age 14 days $Fc'16.50$ equivalent to K230; concrete age 28 days $Fc' 25.10$ Mpa equivalent K308.12.

Keywords: Aggregate, Mamasa Tabang River, concrete, Fc' , Mpa.

PENDAHULUAN

Dalam dunia konstruksi saat ini, jalan sangat mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap terjaminnya stabilitas politik, ekonomi, dan budaya agar terciptanya masyarakat yang adil dan makmur. Pembangunan konstruksi jalan saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat. Saat ini berbagai jenis jalan sedang dibangun, termasuk perkerasan kaku dan perkerasan lentur. permukaan kaku pada jalan saat ini merupakan salah satu pilihan perkerasan karena konstruksi yang menggunakan beton dalam pembangunannya lebih kuat, awet dan perawatan dan bertahan lama.

Batu sungai adalah bongkahan batu di sungai yang ukurannya cenderung bervariasi. Salah satu bahan bangunan yang sekarang banyak digunakan sebagai agregat dalam campuran konstruksi adalah batu kali. Setiap proyek infrastruktur di setiap daerah semakin banyak dikerjakan, sehingga bahan untuk pembangunan, khususnya infrastruktur jalan semakin dibutuhkan. Bahan-bahan dari Kabupaten Mamasa selama ini banyak digunakan dalam pembangunan infrastruktur jalan. Dimana salah satu sumber daya alam Kabupaten Mamasa yang sangat melimpah adalah batu dan pasir. Dikarenakan Kabupaten Mamasa secara geografis terletak di pegunungan yang berbatu serta dialiri sungai-sungai besar hingga terkecil yang menampung banyak batu dari yang terkecil hingga ukuran yang paling besar begitu pula dengan pasir yang bentuk dan teksturnya bervariasi.

Dalam dunia perkerasan beton memiliki fungsi sebagai elemen yang sangat penting dalam pembangunan konstruksi rigid pavement. Penelitian terhadap beton banyak dilakukan oleh para ahli konstruksi termasuk penggunaan agregat sungai sebagai agregat. Maka dari itu diharapkan dapat menjadi bahan utama untuk agregat batu pecah (cipping) begitu halnya pasir, sehingga pemanfaatan agregat sungai di kabupaten Mamasa Tabang tersebut lebih optimal. Maka melihat masalah tersebut, ingin membahasnya dalam bentuk penelitian dengan judul : **“Pengujian Agregat Sungai Mamasa Tabang Terhadap Kuat Tekan Beton”**

Rumusan Masalah

Rumus masalah pada tugas akhir ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik agregat agregat sungai Mamasa Tabang?
2. Bagaimana kuat tekan yang di hasilkan beton dengan menggunakan agregat sungai Mamasa Tabang ?

Tujuan Penelitian

Tujuan tugas akhir sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui karakteristik agregat sungai Mamasa Tabang.
2. Untuk Mengetahui hasil uji kuat tekan yang dihasilkan beton dengan menggunakan agregat sungai Mamasa Tabang.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan selama \pm 3 bulan yaitu Juli s/d September 2022 mulai dari lokasi pengambilan sampel di sungai Mamasa Tabang hingga pengujian serta pembuatan sampel di laboratorium Teknik Sipil Universitas Fajar Makassar Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No.101, Karampuang, Panakukang Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231, Indonesia. Sampai pada pengujian sampel beton yang kemudian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil PNUP Makassar.

Peralatan

- a. Alat pengujian Timbangan Benda uji ,Oven untuk pengeringan pasir dan kerikil.Ayakan/ayakan Lubang ,Vibrating sieve (Shieve Shaker) ,Kerucut Abrams. Mesin Pencampur Bahan (Mixer/Molen) Molen ,Cetakan benda uji berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm.,Bak Perendaman dan Mesin Pengujian Kekuatan tarik tekan dan split.
- b. Alat Penunjang Pekerjaan ,Kuas, kmbaki,Sekop,Kanebo,Penggaris, Piknometer, dan Corong

Bahan Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Agregat Kasar, Agregat Halus, Semen Porlan dan Air

Metode Pengumpulan Data

Proses dalam memperoleh data sebagai bahan utama dalam penelitian ini, akan digunakan dua metode pengumpulan data sebagai berikut:

- a. Studi pustaka, untuk memperoleh data sekunder dengan membaca buku, artikel ilmiah sebagai landasan teori dalam menuju kesempurnaan penelitian ini.
- b. Pemeriksaan sampel dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan primer yang akan digunakan dalam menganalisa hasil dari penelitian yang dilaksanakan.

Metode eksperimen sungguhan (*True-Eksperimental Reseacrch*) digunakan dalam penelitian ini dengan mengadakan kegiatan percobaan di laboratorium. Aspal diproduksi dengan menggunakan jenis agregat langsung dari stonecrusher dan bitumen yang sama. Selanjutnya dilakukan observasi untuk mengetahui nilai karakteristik Marshall.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian di laboratorium, dengan mengacu pada:

- a. Standar Nasional Indonesia (SNI),
- b. Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018

Prosedur Pelaksanaan Penelitian

- a. Tahap Persiapan/Studi Literature

Pada tahap persiapan ini dimulai dengan pengumpulan berupa data-data yang didapatkan dari hasil pengujian sebelumnya yang telah dilakukan oleh peneliti serta data dari buku-buku dan jurnal-jurnal.

- b. Tahap persiapan alat dan bahan

Sebelum kegiatan penelitian dilaksanakan hal yang perlu dilakukan terlebih dahulu yaitu mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Dalam kegiatan ini meliputi: kegiatan survey lokasi untuk pengambilan bahan material yang akan digunakan, pengangkutan bahan penelitian dari lokasi pengambilan ke laboratorium.

- c. Tahap pengujian karakteristik

Tujuan dari kegiatan ini untuk mengetahui sifat bahan yang akan digunakan dalam campuran aspal, apakah bahan yang akan digunakan telah memiliki karakteristik yang memenuhi ketentuan yang akan digunakan. Metode pengujian yang akan digunakan dalam penelitian ini mengikuti standar umum bina marga.

- d. Mix Design

Perencanaan campuran beton dengan berdasarkan SNI 03-2834-1993 atau cara DOE untuk mendapatkan komposisi material penyusunan beton, serta menentukan kuat tekan yang hendak ingin dicapai pada umur 28 hari.

Pengujian Material

Pada penelitian ini, agregat yang digunakan untuk campuran harus diperiksa karakteristiknya terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai benda uji untuk menjamin kualitas mutunya. Berikut dibawah ini terdapat spesifikasi karakteristik agregat halus dan agregat kasar pada table III.1 dan tabel III.2.

Tabel III.1 Spesifikasi Agregat Halus

No.	Karakteristik Agregat Halus	Interval Batas	Pedoman
1	Kadar Lumpur, %	0,20 - 5,00	SNI 03-4142-1996
2	Kadar Organik,	<No.3	SNI 03-2816-1992
3	Kadar Air, %	2.00 - 5,00	<u>5</u> SNI 03-1971-1990
4	Berat Volume Padat, kg/ltr	<No.3	SNI 03-4804-1998
5	Berat Volume Gembur, kg/ltr	2.00 - 5,00	<u>5</u> SNI 03-1971-1990
6	Penyerapan, %	1,40-1,90	SNI 03-4804-1998
7	Berat Jenis (SSD)	2.00 - 5,00	SNI 1970-2008
8	Modulus Kehalusan	1,40-1,90	SNI ASTM C 136:2012

Tabel III.2. Spesifikasi Agregat Kasar

No.	Karakteristik Agregat Halus	Interval Batas	Pedoman
1	Kadar Lumpur, %	0,20-1,00	SNI 03-4142-1996
2	Kadar Air, %	0,50 - 2,00	<u>5</u> SNI 03-1971-1990
3	Berat Volume	1,40-1,90	SNI 03-4804-1998
4	Penyerapan, %	1,40-1,90	SNI 1969-2008
5	Berat Jenis (SSD)	1,60-3,20	SNI 1060-2008
6	Modulus Kehalusan	5,50-8,50	SNI ASTM 036:2012

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

Karakteristik Agregat

Pengujian karakter material agregat kasar dan agregat halus dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Teknik, Universitas Fajar Makassar yang meliputi pemeriksaan analisa saringan, pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, pemeriksaan berat volume, pemeriksaan kadar lumpur dan pemeriksaan kadar air, pengujian agregat didasarkan pada standar spesifikasi SNI. Berikut dibawah ini adalah hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus dan agregat kasar pada tabel IV.1 dan IV.2 .

1. Agregat Halus

Tabel IV. 1. “Hasil pemeriksaan karakteristik agregat halus”

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Satuan	Keterangan
1	Kadar Lumpur	1.51	0.20 - 5.00	%	Memenuhi
2	Kadar Air	3.77	2.00 - 5.00	%	Memenuhi
3	Berat Volume	1.56	1,40 - 1.90	Kg/ltr	Memenuhi
4	Penyerapan	1.83	1.40 - 1.90	%	Memenuhi
5	Berat Jenis	2.52	2.00 - 5.00	-	Memenuhi
6	Modulus Kehalusan	2.12	1.40 - 1.90	-	Agak Kasar
7	Analisa Saringan	-	-	-	(Tabel)

Tabel IV. 2. Analisa Saringan Agregat Halus

Nomor Saringan	Berat Tertahan (gram)	(%) Tertahan	(%) Kumulatif Tertahan	(%) Kumulatif Lolos
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
No.4"	0	0.00	0.00	100.00
No. 8"	30.76	1.61	1.61	98.39
No. 16"	780.9	41.00	42.61	57.39
No. 50"	560	29.40	72.02	27.98
No. 100"	446	23.42	95.43	4.57
PAN	87	4.57	100.00	0.00
TOTAL	1904.66	100.00	0.00	-
Modulus Kehalusan	Σ (% Kumulatif Tertahan # No.100 s/d # Maksimum)			2.12
	100			

(sumber: data hasil laboratorium)



Gambar IV. 1. Gradasi Saringan Agregat Halus

Pada Gambar IV.1 merupakan Grafik yang menunjukkan bahwa Agregat (pasir) sungai Mamasa Tabang dapat dikatakan lolos sesuai spesifikasi.

2. Agregat Kasar

Tabel IV. 3. Karakteristik Agregat Kasar

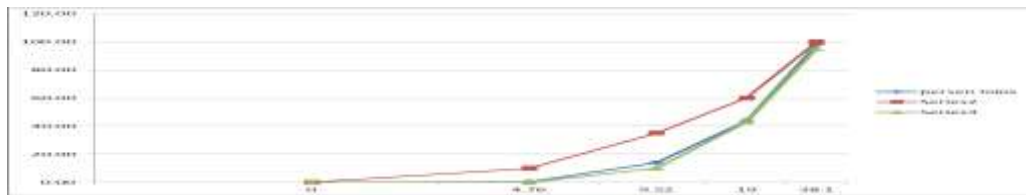
No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Satuan	Keterangan
1	Kadar Lumpur	0.66	0.20 - 1.00	%	Memenuhi
2	Kadar Air	1.78	0.50 - 2.00	%	Memenuhi
3	Berat Volume	1.89	1.40 - 1.90	Kg/ltr	Memenuhi
4	Penyerapan	1.5	1.40 - 1.90	%	Memenuhi
5	Berat Jenis	2.65	1.60 - 3.20	-	Memenuhi
6	Modulus Kehalusan	2.44	5.50 - 8.50	-	agak halus
7	Analisa Saringan	-	-	-	(Tabel)

(sumber: Data laboratorium)

Tabel IV. 4. Analisa Saringan Agregat Kasar

Nomor Saringan	Berat Tertahan (gram)	(%) Tertahan	(%) Kumulatif Tertahan	(%) Kumulatif Lolos
	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	21.07	2.11	2.11	97.89
3/4"	538.67	54.03	56.14	43.86
3/8"	299.00	29.99	86.13	13.87
No. 4"	136.00	13.64	99.77	0.23
PAN	2.30	0.23	100.00	0.00
TOTAL	997.04	100.00	344.15	-
Modulus Kehalusan	Σ (% Kumulatif Tertahan # No.100 s/d # Maksimum)			2.44
	100			

(Sumber : Data Laboratoroum)



Gambar IV. 2. Grafik Gradasi Saringan Agregat Kasar Lolos Sona 20 mm

Gambar IV.2 merupakan Grafik yang menunjukkan bahwa agregat sungai Mamasa Tabang masi dikategorikan lolos spesifikasi saringan Agregat kasar. Kita dapat lihat pada titik setiap garis dalam grafiknybelum melewati garis batas spesifikasi baik batas atas maupun batas bawah dimana modulus kehalusannya 1.76 serta syarat persentase gradasi pada spesifikasi yang ditetapkan berada pada 20mm.

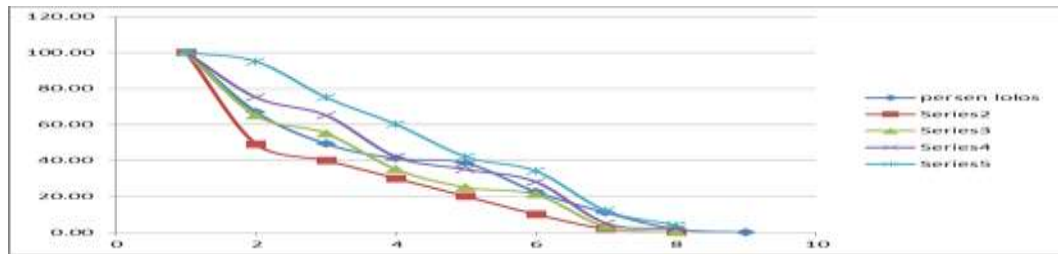
a. Gradasi Gabungan Agregat

Gradasi penggabungan agregat diperoleh berdasarkan pengujian karakteristik agregat yang dapat dilihat pada Gambar IV.7 .

Tabel IV. 5. Analisa saringan gradasi gabungan agregat

No. Saringan	Ukuran Saringan	Persentase Lolos		Persentase Gabungan (%)		Jumlah Gabungan
		Pasir (Ya)	Batu Pecah (Yb)	Ya	Yb	
				41	59	
1 ½"	38.1	100.00	100.00	41.00	59.00	100.00
¾"	19	100.00	43.86	41.00	25.88	66.88
3/8"	9.52	100.00	13.87	41.00	8.18	49.18
No. 4	4.75	100.00	0.23	41.00	0.14	41.14
No. 8	2.36	98.39	0.00	40.34	0.00	40.34
No. 16	1.18	57.39	0.00	23.53	0.00	23.53
No. 50	0.30	27.98	0.00	11.47	0.00	11.47
No.100	0.15	4.57	0	1.87	0.00	1.87
PAN	0	0.00	0.00	-	0.00	0.00

(sumber: data laboratorium)



Gambar IV. 3. Grafik Persentase Analisa Gabungan Agregat Menurut Spesifikasi

Pada analisa Agregat gabungan kali ini, di lihat dari pen jelasan sebelumnya bahwa yang dipakai adalah butiran maksimal 20 mm maka dapat disimpulkan bahwa pengganungan agregat serta komposisi agregat yang dibutuhkan adalah pada lobang saringan 20 mm. Adapun komposisi agregat yang disyaratkan pada tabel gradasi diatas adalah; pasir 41% dan batu pecah sebagai agregat kasar adalah 59% dari hasil agregat didapatkan.

b. Mix Design

Mix Design yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode Standar Nasional Indonesia (SNI). Dalam *mix design* ini peneliti merancang mutu rencana (f_c) sebesar 25 MPa .

Table IV. 6. Komposisi Kebutuhan bahan campuran beton

No	Material	Berat (kg/m ³)
1	Semen Portland	436 kg/m ³
2	Air	205 kg/m ³
3	Agregat halus	728,57 kg/m ³
4	Agregat Kasar	1861,05 kg/m ³

(sumber SNI 7394-2008)

c. Pengujian Slump Test

Tujuan dari slump test adalah untuk mengetahui kelecakan (workability) dari beton. Istilah "kelecakan adukan beton" mengacu pada ukuran yang berasal dari kesulitan-kesulitan campuran untuk tujuan ditempatkan dalam adukan, diangkat, dituang, dan kemudian diletakkan di atas pemisahan bahan

pembuatan beton (segregation), yaitu 10 cm. Tingkat kelecakan tersebut di atas dipengaruhi oleh komposisi fisik cangkang kemping dan cangkang kemping itu sendiri.

Tabel IV. 7. Berat Beton Segar

No	Umur Benda Uji	Nilai Slump (cm)	Berat beton (Kg)	Volume (m3)	Berat Beton Segar (kg/m3)
1	7	10	12.47	0,0053	2352,83
2					
3					
4	14		12.47		2352,83
5					
6					
7	28		12.47		2352,83
8					
9					

d. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

SNI 1974-2011 digunakan sebagai pedoman dalam proses pengujian. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari untuk mengetahui kekuatan beton saat mengalami tekandalam satuan kN.

Tabel IV.8 .Hasil Pengujian Kuat Aktual ($f'c$) Beton Umur7 hari,14 hari, dan 28 hari

No	TANGGAL		UMUR (HARI)	BERAT (Kg)	UKURAN BENDA UJI		LUAS PENAMPANG (mm)	BEBAN MAKSIM		KUAT TEKANPADA UMUR UJI(Mpa)	RATA RATA KUAT TEKAN (Mpa)	RASIO KUAT TEKAN	STANDAR KUAT TEKAN YANG INGIN DI CAPAI (25 FC)						
	COR	UJI			TINGGI (mm)	DIAMETER (mm)		(KN)	(N)										
1	20/08/2022	28/08/2022	7	11.38	300	150	17662.5	297.8	297800	16.86058033	17.50790281	0.65	16.25						
2				11.51				309.3	309300	17.51167728									
3				11.79				320.6	320600	18.15145081									
4	20/08/2022	06/09/2022	14	11.43				300	150	17662.5	338.3	338300	19.15357396	18.74781788	0.88	22			
5				11.8							325.1	325100	18.40622788						
6				11.85							330	330000	18.6836518						
7	20/08/2022	19/09/2022	28	12.23							300	150	17662.5	445	445000	25.19462137	25.10214673	1	25
8				12.15										430.1	430100	24.35102619			
9				12.3										455	455000	25.76079264			

Pembahasan

Dari hasil pengujian yang dilakukan, untuk agregat dari sungai Mamasa Tabang memenuhi spesifikasi serta memenuhi kuat tekan rencana ($f'c$) 25 MPa atau setara K300 yang dihitung dengan metode SNI. Adapun nilai rata-rata kuat beton berturut-turut dari umur 7,14 dan 28 hari yang diperoleh dari penelitian ini adalah: Beton umur 7 hari = $Fc'11,38$ setara K 215; beton umur 14 hari $Fc'16.50$ setara dengan K230; beton umur 28 hari $Fc' 25.10$ Mpa setara K308.12.



Gambar IV. 4.Diagram Kuat tekan Beton rata-rata

Berdasarkan gambar IV.4 diatas, dapat dijelaskan bahwa pengaruh penggunaan agregat sungai Mamasa Tabang terhadap pengaruhnya pada kuat tekan beton semakin meningkat yaitu semakin bertambah umur beton maka nilai kuat tekannya semakin besar yaitu 25.10 >25 Mpa yang di targetkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitoan, maka saya tarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian karakteristik agregat sungai Mamasa Tabang tersebut menunjukkan secara umum memenuhi sifat karakteristik agregat dan syarat digunakan sebagai material beton.
2. Hasil kuat tekan karakteristik diperoleh 25.10 >25 mpa yang disyaratkan.

Saran

Berdasarkan pannelitian yang telah dilakukan, maka diajukan beberapa saran sebagai berikut :

1. Perlu ketelitian yang baik dalam proses pengujian karakteristik, begitu pula dalam proses penakaran dan oenimbangan agregat serta campuran lainnya.
2. Dalam proses pembuatan benda uji diharpkan berhati-hati dalam melakuakan pencampuran bahan. Sebaiknya pencampuran dilakukan dengan tahapan yang tepat, “untuk itu urutan bahan dimasukkan dalam mesin pengaduk yaitu air secukupnya, agregat kasar dan pasir serta tambahan air” sesuai dengan mix design sampai nilai slump yang ditentukan memenuhi sayarat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Antoni dan Nugraha, 2007, Teknologi Beton, Andi Offest: Yogyakarta
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- [3] Dendi, Nadaf Mantja. (2020). ”Pengaruh Agregat Sungai Battang Terhadap Kekuatan Beton”. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar

- [4] Departemen Pekerjaan Umum. (SNI 03-1968-1990 (SK SNI M-08-1989 F)) Metode pengujian analisa saringan Agregat Halus dan Kasar
- [5] Departemen Pekerjaan Umum. (SNI 03-1970-1990 F(SK SNI M-10-1989 F)).Metode apengujian Kadar Air Agregat
- [6] Ellen, Kristin Pangloli. (2022). "Pemanfaatan Agregat Sungai Mata Allo Enrekang Sebagai Campuran Beton". Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar.
- [7] Erdawaty. (2021)." Kapasitas Dukung Kolom Beton Granular Asphalt Buton Aktivasi Alkalin Pada Tanah Lunak
- [8] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat DIREKTORAT JENDRAL BINAMARGA (2018) *Sepsifikasi Umum Untuk Pekerjaan Kontruksi Jalan dan Jembatan*.ac.id
- [9] Pt. Semen Tonasa, *Spesifikasi semen portland*, sementonasa.ac.id