

Pemanfaatan Agregat Sungai Mata Allo Enrekang Sebagai Campuran Beton

Ellen Kristin Pangloli ^{*1}, Herman Parung ^{*2}, Junus Mara ^{*3}

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia ellenkristinp@gmail.com

^{*2,3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia hermanparung@gmail.com dan marajunus@gmail.com

Corresponding Author: ellenkristinp@gmail.com

Abstrak

Sungai Mata Allo merupakan salah satu sungai yang terletak di Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan. Merupakan salah satu sungai yang memiliki sumber material berupa agregat sungai yang cukup melimpah yang telah digunakan oleh masyarakat setempat sebagai bahan pembuatan beton dalam pembangunan konstruksi berskala kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan kekuatan beton berdasarkan uji kuat tekan beton, kuat tarik belah, kuat lentur dan modulus elastisitas pada campuran beton mutu normal berdasarkan variasi Faktor Air Semen (FAS) yaitu Variasi 0,49, 0,52 dan 0,55 dimana Variasi dengan kuat tekan tertinggi digunakan untuk pengujian selanjutnya. Metode perancangan *Mix Design* yang digunakan yaitu metode *American Concrete Institute (ACI)* dengan mutu beton rencana 25 Mpa. Dari hasil penelitian diperoleh nilai kuat tertinggi pada Variasi FAS 0,49 dengan nilai rata-rata kuat tekan dapat dilihat pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari berturut-turut dengan kuat tekan 16,977 Mpa, 23,301 Mpa, 25,276 Mpa dan 26,691 Mpa. Dari hasil penelitian yang dilakukan, karakteristik yang dihasilkan dari sungai Mata Allo tersebut memenuhi standar spesifikasi SNI untuk dijadikan sebagai bahan campuran beton.

Kata kunci: Kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur, modulus elastisitas.

Abstract

Mata Allo River is located in Enrekang, South Sulawesi. a river that has a fairly abundant source of aggregate material that has been used by the local community as a concrete-making material in the construction of small-scale construction. This study aims to determine the development of concrete strength based on concrete compressive strength, split tensile strength, flexural strength and modulus of elasticity in normal quality concrete mixtures based on variations in the Water Cement Factor (FAS), namely Variations 0,49, 0,52 and 0,55 where the variation with the highest compressive strength is used to further testing. The Mix Design method used is the American Concrete Institute (ACI) method with a design concrete quality of 25 MPa. From the results of the study, the highest strength value was found in the FAS variation of 0,49 with an average compressive strength of 7 days, 14 days, 21 days and 28 days, respectively, with a compressive strength of 16,977 MPa, 23,301 MPa, 25,276 MPa and 26,691 MPa. The results of the research carried out, the characteristics produced from the Mata Allo river meet the SNI specification standard to be used as a concrete mixture.

Keywords: *Compressive strength, split tensile strength, flexural strength, modulus of elasticity.*

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan kemajuan pembangunan pekerjaan konstruksi, maka kebutuhan akan material pembuatan beton juga semakin meningkat. Sungai Mata Allo yang berada di Kecamatan Enrekang merupakan salah satu daerah yang memiliki sumber material berupa agregat sungai yang cukup melimpah. Meskipun belum dapat dipastikan sebagai bahan konstruksi yang memenuhi Standar Nasional Indonesia dan memenuhi mutu beton yang baik pada pembangunan konstruksi daerah setempat agregat Sungai Mata Allo telah digunakan masyarakat setempat sebagai bahan pembangunan konstruksi berskala kecil.

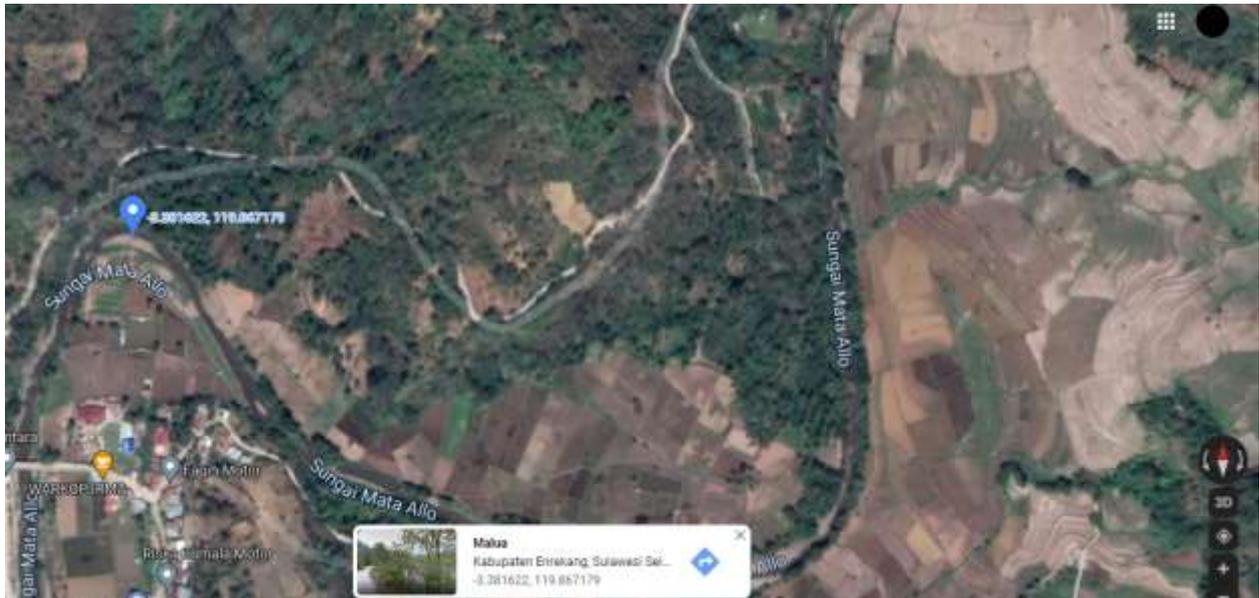
Beton adalah suatu bahan campuran yang terdiri dari bahan antara lain kerikil, pasir, semen dan air. Kualitas suatu beton dipengaruhi oleh unsur penyusun dasar beton, bahan tambahan, pembuatan dan alat yang digunakan [1], Bahan penyusun beton yakni agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir) merupakan bahan yang paling banyak digunakan dalam penyusunan campuran pada beton. Agregat kasar adalah agregat yang berasal dari batu-batuan alam maupun buatan sedangkan agregat halus (pasir) adalah apabila agregat tersebut dapat melewati uji saringan ukuran 5 mm [2], Semen adalah suatu material dari beton yang berfungsi sebagai bahan pengikat dari beton itu sendiri, dimana semen ini ada dua jenis yaitu semen non-hidrolik dan semen hidrolik (kapur hidrolik, semen *pozzolan*, semen terak, semen alam, semen *Portland*, semen alumina dan semen putih) [3], Air merupakan unsur penting dalam pembuatan beton. Air berfungsi untuk hidrasi semen dan mengubah campuran beton menjadi pasta [4], *Water Cement Ratio (WCR)* atau lebih dikenal dengan Faktor Air Semen (FAS) adalah faktor perbandingan antara jumlah air terhadap jumlah semen pada campuran beton [5], semakin rendah Faktor Air Semen (FAS) maka kekuatan beton yang dihasilkan akan semakin tinggi, sebaliknya semakin tinggi FAS maka kekuatan beton yang dihasilkan akan semakin rendah [6], Campuran beton dengan FAS kecil membutuhkan pasta semen yang lebih banyak dibandingkan campuran beton dengan FAS yang besar [7], Nilai FAS yang kecil mengakibatkan air yang terletak di antara bagian-bagian semen lebih sedikit dan interval antar butiran semen menjadi lebih pendek [8], Penggunaan FAS yang terlalu tinggi membuat pasta semen menjadi sangat cair dan meninggalkan agregat sehingga menghasilkan endapan di dasar yang mengakibatkan menurunnya porositas [9], Pada dasarnya, nilai FAS yang diterapkan dalam pembuatan beton normal maupun pembuatan beton mutu tinggi yaitu nilai FAS optimum [10], Sifat dasar beton yaitu lemah terhadap tegangan tarik namun kuat terhadap tegangan tekan. Kuat tekan beton sendiri dipengaruhi oleh jenis bahan penyusun. Jika bahan penyusun beton bagus dan solid maka akan menghasilkan beton dengan kuat tekan tinggi [11].

Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perkembangan kekuatan beton mulai dari 7 hari sampai dengan 28 hari dan untuk mengetahui kekuatan beton dengan uji kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur dan modulus elastisitas beton dengan menggunakan agregat sungai Mata Allo sebagai bahan campuran beton berdasarkan variasi FAS 0,49, 0,52, dan 0,55 dimana FAS yang tertinggi pada pengujian kuat tekan akan digunakan untuk pengujian berikutnya.

METODOLOGI

1. Lokasi Pengambilan Material

Pengambilan Agregat Kasar dan Halus yang akan diuji berasal dari Sungai Mata Allo, Kabupaten Enrekang, Provinsi Sulawesi Selatan.



Gambar 1 Lokasi pengambilan agregat

2. Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu melakukan pemeriksaan karakteristik agregat yang akan digunakan dengan tujuan untuk mengetahui agregat kasar dan agregat halus telah memenuhi spesifikasi yang ditetapkan dalam bahan pencampuran beton, dapat dilihat pada tabel 1 dan 2 dibawah ini.

Tabel 1 Spesifikasi Pengujian Karakteristik Agregat Halus

No.	Karakteristik Agregat Halus	Interval Batas	Pedoman
1	Kadar air, %	3-5	SNI 03-1971:2011
2	Penyerapan, %	0,20-2,00	SNI 1970:2008
3	Berat volume gembur, kg/ltr	0,20-2,00	SNI 03-4804:1998
4	Kadar lumpur, %	0,2-6	SNI 03-4142:1996
5	Kadar organik, warna	>3	SNI 2816:2014
6	Modulus keausan, %	2,20-3,10	SNI-ASTM-C136-2021
7	Berat volume padat, kg/ltr	1,40-1,90	SNI 03-4804:1998
8	Berat Jenis (SSD), %	1,6-3,10	SNI 1970:2008

Tabel 2 Spesifikasi Pengujian karakteristik agregat Kasar

No.	Karakteristik Agregat Kasar	Interval Batas	Pedoman
1	Berat jenis (SSD)	1,60-3,20	SNI 1969-2008
2	Keausan	<40%	SNI 2417-2008
3	Kadar lumpur, %	0,2-1,0	SNI 03-4142-1996
4	Kadar air, %	0,5-2,0	SNI 03-1971-2011
5	Berat volume gembur, kg/ltr	1,40-1,90	SNI 03-4804-1998
6	Penyerapan	0,20-2,00	SNI 1969-2008
7	Berat volume padat, kg/ltr	1,40-1,90	SNI 03-4804-1998

3. Jumlah benda uji

Jumlah benda uji dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3 Jumlah Benda Uji pada Kuat Tekan

No	Kode	Jenis Beton	Umur Benda Uji	Bentuk Benda Uji	Faktor Air Semen		
					Jumlah Sampel		
					0,49	0,52	0,55
1	EBKT	Beton Normal	7 hari	Silinder 15 x 30	3	3	3
2	EBKT	Beton Normal	14 hari	Silinder 15x 30	3	3	3
3	EBKT	Beton Normal	21 hari	Silinder 15 x 30	3	3	3
4	EBKT	Beton Normal	28 hari	Silinder 15 x 30	3	3	3

Tabel 4 Jumlah Benda Uji pada Kuat Belah, Kuat Lentur dan Modulus Elastisitas

No	Kode	Jenis Beton	Umur Benda Uji	Bentuk Benda Uji	Faktor Air Semen
					Jumlah Sampel
					0,49
1	BKTB	Beton Normal	28 hari	Silinder 15 x 30	3
2	EBKL	Beton Normal	28 hari	Balok 60 x 15 x 15	3
3	EBME	Modulus Elastisitas	28 hari	Silinder 15 x 30	3

Dari tabel 3 dan tabel 4, dapat diketahui bahwa proses pembuatan benda uji dapat dilakukan jika hasil yang didapatkan melalui *Trial Mix* telah memenuhi maupun mendekati mutu beton yang direncanakan. Nilai Faktor Air Semen (FAS) yang digunakan untuk pengujian kuat tekan yaitu 0,49, 0,52 dan 0,5. Untuk pengujian kuat tarik belah, kuat tarik lentur, dan modulus elastisitas diambil FAS dengan kuat tekan tertinggi yaitu FAS 0,49.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Material

a. Agregat Halus

Berikut hasil penelitian karakteristik agregat halus:

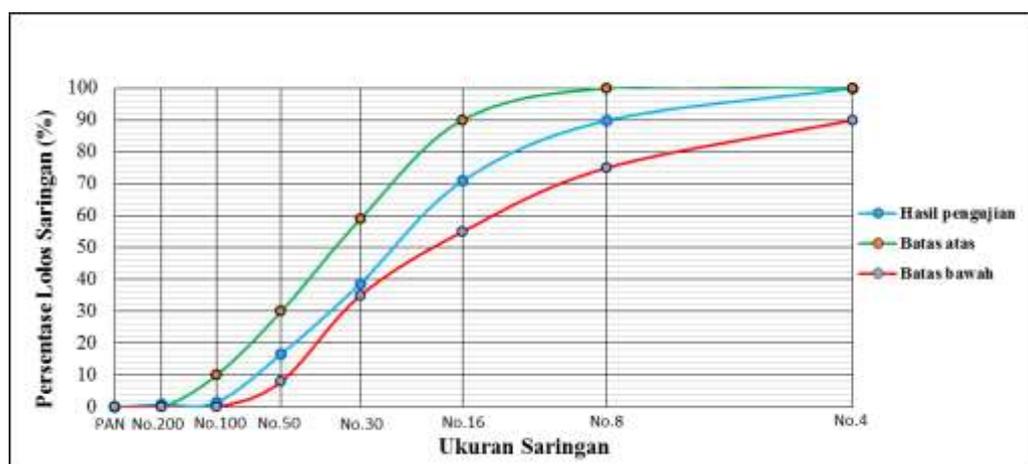
Tabel 5 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus

No.	Karakteristik	Hasil	Interval SNI	Keterangan
1	Zat Organik	No. 1	<No. 3	Memenuhi
2	Kadar Lumpur,%	2,50 %	0,20 % - 6,00 %	Memenuhi
3	Kadar Air,%	3,413 %	3,0 – 5,0 %	Memenuhi
4	Berat Volume Padat, kg/m ³	1652 kg/m ³	1400 - 1900 kg/m ³	Memenuhi
5	Berat Volume Gembur, kg/m ³	1481,67 kg/m ³	1400 – 1900 kg/m ³	Memenuhi
6	Berat Jenis SSD,%	2,434%	1,60 – 3,20 %	Memenuhi
7	Absorpsi (Penyerapan),%	2,987 %	0,20 % - 2,00 %	Memenuhi
8	Modulus Kehalusan,%	2,83 %	2,20 – 3,10 %	Memenuhi

Berdasarkan tabel 5 hasil pengujian karakteristik agregat halus, menunjukkan bahwa agregat tersebut telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI).

Tabel 6 Gradasi Agregat Halus

No. Saringan	Batas Bawah	Batas Atas	Gradasi Agregat Halus
No. 4	90	100	100
No. 8	75	100	89,844
No. 16	55	90	70,892
No. 30	35	59	38,788
No. 50	8	30	16,613
No. 100	0	10	1,524
No. 200	0	0	0,819
Pan	0	0	0,000



Gambar 2 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus.

Dari tabel 6 dan gambar 2 dapat dilihat hubungan antara ukuran lubang saringan terhadap persentase lolos kumulatif agregat halus dengan mengacu pada spesifikasi SNI ASTM C33-90 sebagai batas atas dan batas bawah.

b. Agregat Kasar

Berikut hasil penelitian karakteristik agregat kasar:

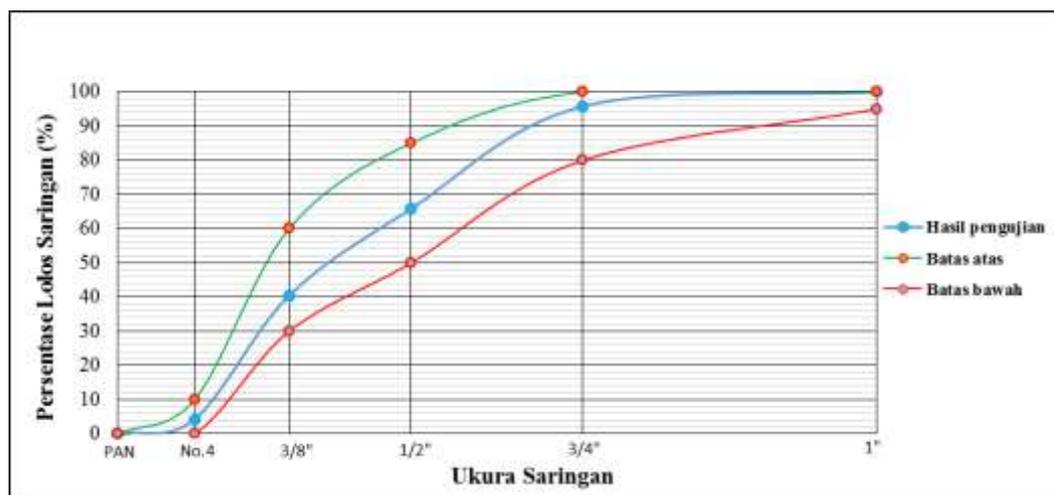
Tabel 7 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

No.	Karakteristik	Hasil	Interval SNI	Keterangan
1	Kadar lumpur,%	0,462 %	0,20 %-1,00 %	Memenuhi
2	Kadar air,%	0,503 %	0,50%-2,00 %	Memenuhi
3	Berat volume gembur,kg/m ³	1609,44 kg/m ³	1400-1900 kg/m ³	Memenuhi
4	Berat volume padat,kg/m ³	1616,67 kg/m ³	1400-1900kg/m ³	Memenuhi
5	Absorpsi,%	0,991 %	0,20%-2,00%	Memenuhi
6	Berat jenis (SSD),%	2,860 %	1,60 % - 3,20 %	Memenuhi
7	Keausan Agregat,%	15,5 %	< 40%	Memenuhi

Berdasarkan tabel 7 hasil pengujian karakteristik agregat kasar diatas, menunjukkan bahwa agregat tersebut telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI).

Tabel 8 Gradasi Agregat Kasar

No. Saringan	Batas Bawah	Batas Atas	Gradasi Agregat Kasar
No.1	95	100	100
No.¾	90	100	90,927
No.½	55	95	62,409
No.3/8	20	55	24,110
No.4	0	10	2,370
Pan	0	0	0



Gambar 3 Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar

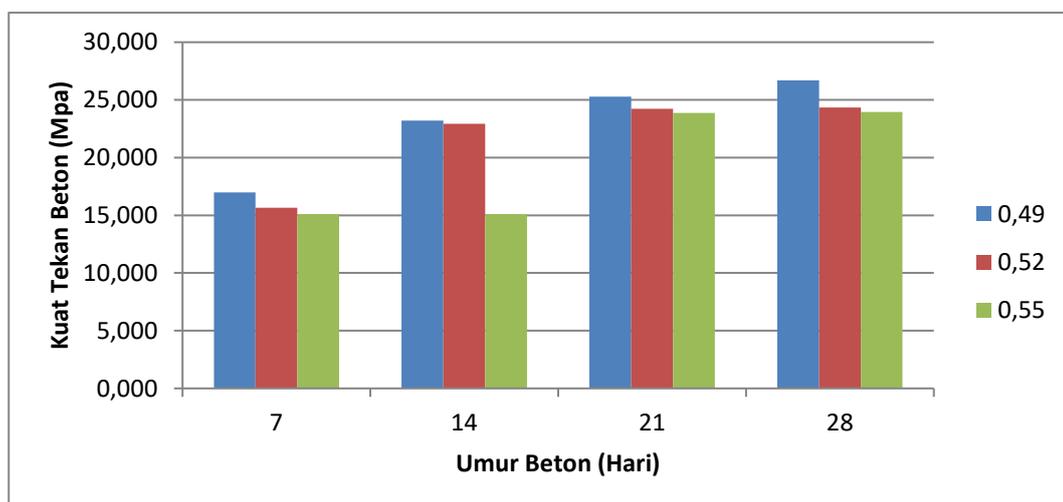
Dari Tabel 8 dan Gambar 3 dapat dilihat hubungan antara ukuran lubang saringan terhadap persentase lolos kumulatif agregat kasar dengan mengacu pada spesifikasi SNI ASTM C136-2012 sebagai batas atas dan batas bawah.

2. Hasil pengujian kuat tekan beton

Pengujian menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan berdiameter 15 cm yang dilakukan pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Variasi	Umur	Kuat Tekan Aktual (Mpa)	Kuat Tekan Konversi 28 Hari (Mpa)
FAS 0,49	7 hari	16,977	26,118
FAS 0,52		15,656	24,086
FAS 0,55		15,090	23,216
FAS 0,49	14 hari	23,201	26,365
FAS 0,52		22,918	24,125
FAS 0,55		22,635	23,827
FAS 0,49	21 hari	25,276	26,606
FAS 0,52		24,239	24,239
FAS 0,55		23,861	23,861
FAS 0,49	28 hari	26,691	26,691
FAS 0,52		24,333	24,333
FAS 0,55		23,956	23,956



Gambar 4 Grafik hubungan antara umur perendaman beton dengan variasi Faktor Air Semen

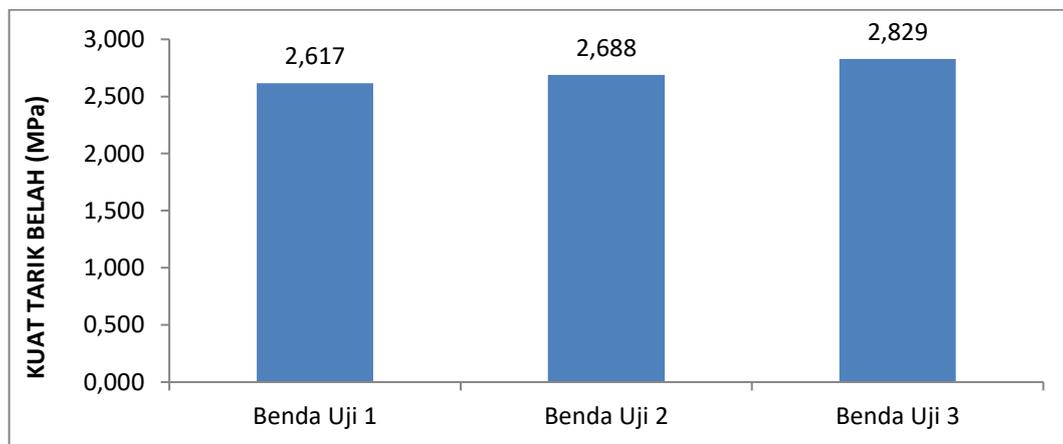
Dari Tabel 9 dan Gambar 4 di atas dapat dilihat bahwa seiring bertambahnya umur beton maka kuat beton akan meningkat. Nilai kuat tekan dengan variasi FAS 0,49, FAS 0,52, dan FAS 0,55 dengan perendaman 7 hari berturut-turut 16,977 Mpa, 15,656 Mpa, 15,090 Mpa pada umur perendaman 14 hari berturut-turut 23,201 Mpa, 22,918 Mpa, 22,730 Mpa pada umur perendaman 21 hari berturut-turut 25,276 Mpa, 24,239 Mpa, 23,816 Mpa dan pada perendaman 28 hari berturut-turut 26,691 Mpa, 24,163 Mpa, 23,956 Mpa. Dari hasil diatas didapatkan variasi FAS tertinggi yaitu Variasi FAS 0,49 yang akan digunakan untuk pengujian selanjutnya dengan kuat tekan mutu rencana 25 Mpa.

3. Hasil Pengujian Kuat tarik Belah

Pengujian menggunakan *Compression testing Machine* dengan benda uji berbentuk silinder yang dilakukan pada umur perendaman 28 hari. Dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 10 Kuat Tarik Belah Beton variasi FAS 0,49

No.	Kode Benda Uji	Umur	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tarik Belah Aktual (MPa)	Rata-Rata Kuat Tarik Belah Aktual (MPa)
1	EKTB 1 FAS 0,49		185	2,617	
2	EKTB 2 FAS 0,49	28 hari	190	2,688	2,712
3	EKTB 3 FAS 0,49		200	2,829	



Gambar 5 Grafik Kuat Tarik Belah

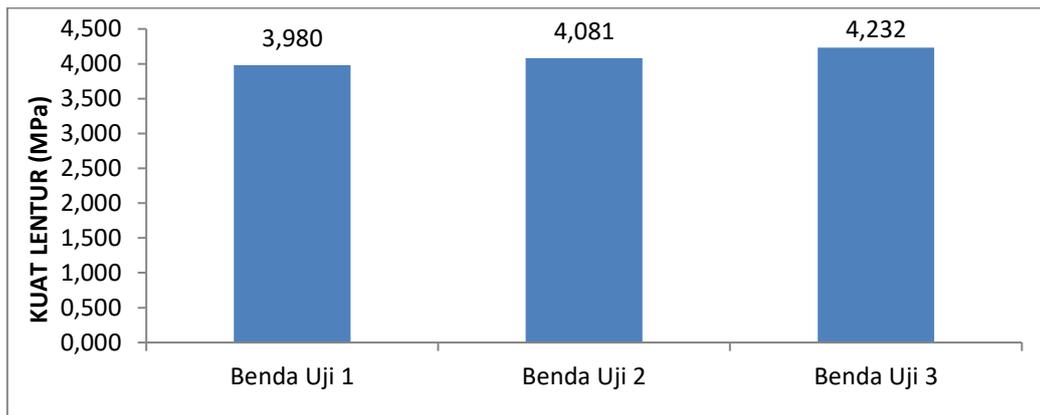
Berdasarkan Tabel 10 dan Gambar 5 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton semakin meningkat. Dari hasil pengujian didapatkan nilai kuat tarik belah, pada benda uji pertama di dapatkan 2,617 Mpa, benda uji kedua 2,688 Mpa dan pada benda uji ketiga 2,829 Mpa.

4. Hasil Pengujian Kuat Lentur

Dengan meletakkan benda uji pada alat uji lentur dengan dua titik pembebanan, dimana benda uji berbentuk balok dengan ukuran 60 x 15 x 15 cm. Berikut hasil pengujian kuat lentur dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 11 Kuat Lentur Beton variasi FAS 0,49

No.	Kode Benda Uji	Umur	Beban Max (Ton)	Kuat Lentur Aktual (Mpa)	Rata Rata Kuat Lentur Aktual (MPa)
1	EKL 1 FAS 0,49		2,6	3,930	
2	EKL 2 FAS 0,49	28 hari	2,7	4,081	4,081
3	EKL 3 FAS 0,49		2,8	4,232	



Gambar 6 Grafik Kuat Lentur

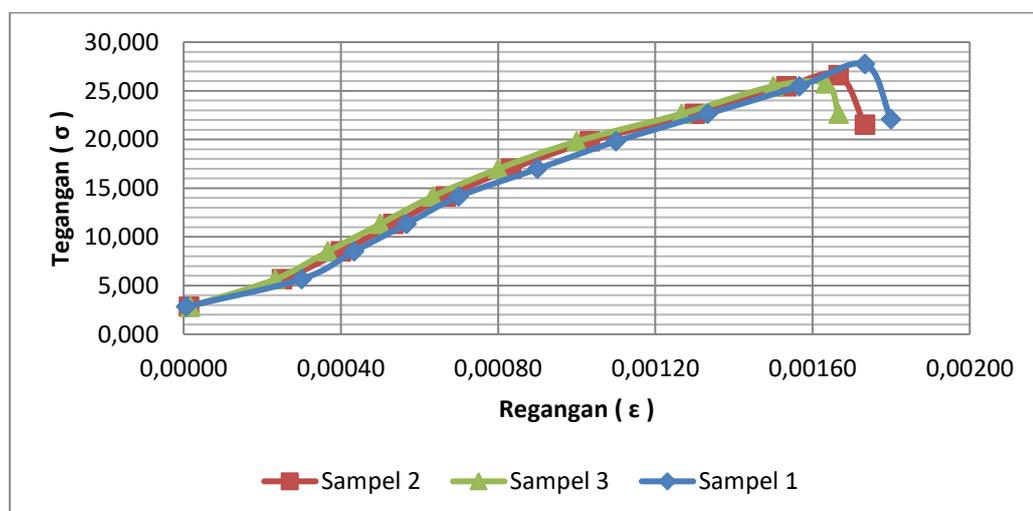
Berdasarkan Tabel 11 dan Gambar 6 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton semakin meningkat. Dari hasil pengujian didapatkan nilai kuat tarik lentur pada benda uji pertama di dapatkan 3,980 Mpa, benda uji kedua di dapatkan 4,081 Mpa dan benda uji ketiga didapatkan 4,232 Mpa.

5. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Pengujian modulus elastisitas beton dilakukan pada umur perendaman 28 hari dengan sampel penelitian berbentuk silinder dengan ukuran 15 x 30 cm.

Tabel 12 Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas Beton Variasi FAS 0,49

Variasi FAS	Tegangan (MPa)	Regangan	Modulus Elastisitas (MPa)	Rata-rata Modulus Elastisitas	Modulus Elastisitas Teoritis	Rata-rata Elastisitas Teoritis
					$4700\sqrt{f'_c}$	
	25,748	0,000602	18407,473		23848,817	
0,49	26,597	0,000629	16908,175	16315,250	24238,742	24281,767
	27,728	0,000668	13630,102		24749,087	



Gambar 7 Grafik Modulus Elastisitas

Pada Tabel 12 dan Gambar 7 di atas dapat dilihat pada benda uji pertama terjadi tegangan maksimum sebesar 25,748 Mpa dengan nilai regangan 0,000602, untuk benda uji kedua terjadi tegangan maksimum sebesar 26,597 Mpa dengan nilai regangan 0,000629, dan untuk benda uji ketiga terjadi tegangan sebesar 27,728 Mpa dengan nilai regangan sebesar 0,000668.

KESIMPULAN

Hasil pengujian karakteristik agregat kasar dan agregat halus sungai Mata Allo seperti kadar lumpur, kadar air, berat volume, berat jenis, dan penyerapan memenuhi standar spesifikasi sehingga agregat dari sungai tersebut dapat dijadikan sebagai bahan campuran beton.

Berdasarkan hasil penelitian, Variasi Faktor Air Semen (FAS) pada pengujian kuat tekan yang digunakan yaitu Variasi FAS 0,49, FAS 0,52 dan FAS 0,55. Pada Variasi FAS 0,49 dapat dilihat pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari berturut-turut dengan kuat tekan 16,977 Mpa, 23,301 Mpa, 25,276 Mpa dan 26,691 Mpa. Untuk Variasi FAS 0,52 dapat dilihat pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari berturut-turut dengan kuat tekan 15,656 Mpa, 22,918 Mpa, 24,239 Mpa dan 24,333 Mpa. Untuk variasi 0,55 dapat dilihat pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari berturut-turut dengan kuat tekan 15,090 Mpa, 22,635 Mpa, 23,861 Mpa dan 23,956 Mpa. Jadi dapat disimpulkan, semakin rendah nilai FAS maka akan semakin tinggi kuat tekannya, dan sebaliknya semakin tinggi nilai FAS maka akan semakin rendah kuat tekannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. S. Kandi, R. Ramang, and R. Cornelis, "Substitusi Agregat Halus Beton Menggunakan Kapur Alam Dan Menggunakan Pasir Laut Pada Campuran Beton," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 1, no. 4, pp. 74-86, 2012.
- [2] S. Maricar, Nirmalawati, and A. Rivani, "Karakteristik Beton Mortar Dengan Fly Ash Untuk Pembuatan Roster," *Konferensi Nasional Teknik Sipil*, vol. 3, no. 1, pp. 173-178, 2017.
- [3] R. O. Tarru, Y. Limbongallo, Y. Pakiding, Johan, and Yandri, "Pengaruh Penggunaan Resin Epoxy Pada Campuran Beton Polimer Yang Menggunakan Serbuk Gergaji Kayu," *Konferensi Nasional Teknik Sipil 11*, vol. 2, pp. 57-63, 2017.
- [4] Ahmad Dumyati, "Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton," *Jurnal Fropil*, vol. 3, no. 1, pp. 1-14, 2015.
- [5] R. A. Intan Sari, S. E. Wallah, and R. S. Windah, "Pengaruh Jumlah Semen Dan FAS Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Yang Berasal Dari Sungai," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 3, no. 1, pp. 68-76, 2015.
- [6] S. Arian, Roestaman, and S. Permana, "Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar Kerikil Alami Terhadap Mutu Beton," *Jurnal Konstruksi*, vol. 19, no. 1, pp. 52-59, 2021.
- [7] R. Amalia, Suhendra, and K. R. Amalia, "Hubungan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton," *Jurnal Talenta Sipil*, vol. 4, no. 2, pp. 225-235, 2021.
- [8] I.G.A. Neny Purnawirati, "Pengaruh Faktor Air Semen Terhadap Sifat Mekanik Beton Ringan Styrofoam," *Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, vol. 3, no. 2, pp. 59-70, 2020.
- [9] A. Ginting, "Pengaruh Rasio Agregat Semen Dan Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton Porous," *Jurnal Teknik*, vol. 5, no. 1, 2015.

- [10] A. Pujiono, Dwi Riyanto, A. Pujianto, and B. Soebandono, "Pengaruh Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Agregat Batu Apung," *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, vol. 16, no. 2, pp. 184-190, 2013.
- [11] R. A. Polli, M. D. J. Sumajouw, and R. S. Windah, "Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Agregat Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sulawesi Utara," *Jurnal Teknik Statik*, vol. 3, no. 3, pp. 206-211, 2015.