

PEMERIKSAAN KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN VARIASI AGREGAT YANG BERASAL DARI BEBERAPA TEMPAT DI SULAWESI UTARA

Fransiska Verent Supit
Ronny Pandaleke, Servie O. Dapas

Universitas Sam Ratulangi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Manado
Email: fransiskasupit@gmail.com

Abstract

The strength of a concrete becomes an important part to be reviewed in a structural design planning. One of the required concrete strength main parameter in design is split tensile strength. By utilizing materials that can be accessed from several different places, especially materials from North Sulawesi which could be an alternative to be used as materials of the concrete.

In this research, values of the tensile strength were examined. By using coarse aggregate in which are broken gravel and natural gravel, and its fine aggregate in which are Ranoyapo sand, Girian sand, Sawangan sand, and Klabat sand, from these aggregates, there are 8 compositions of the mixture with 4 test specimens for each mixture. Were prepared tests are carried out using the test machine "Concrete Compression Testing semiautomatic Cap 400 kN. Controls - Italy 50-C6632".

Test results shows that the concrete using broken gravel and Girian sand has the highest value of tensile strength compared from all other combinations of aggregates at the age of 28 days, which having 3.4 Mpa. The research results also revealed that the use of natural gravel as coarse aggregate in the concrete is smaller than broken gravel.

Keywords: coarse aggregate, fine aggregate, source of material.

Abstrak

Kekuatan beton menjadi tinjauan yang penting untuk kebutuhan perencanaan desain struktur. Kekuatan beton yang menjadi salah satu parameter utama dalam perencanaan adalah kuat tarik belah beton. Dengan memanfaatkan material yang bisa dijangkau dari beberapa tempat yang berbeda khususnya Sulawesi Utara menjadi alternatif untuk dijadikan sebagai bahan pembentuk beton.

Nilai kuat tarik belah diteliti dalam penelitian ini. Dengan agregat kasar yaitu kerikil pecah dan kerikil alam, dan agregat halus pasir Ranoyapo, pasir Girian, pasir Sawangan dan pasir Klabat, menjadi 8 komposisi campuran dengan 4 benda uji tiap campuran. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji "Semiautomatic Concrete Compression Testing 400 kN Cap. Controls – Italy 50-C6632".

Hasil-hasil pengujian menunjukkan ternyata beton yang menggunakan kerikil pecah dan pasir girian yang mendapatkan nilai kuat tarik belah tertinggi dari semua kombinasi agregat pada umur 28 hari. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan kerikil alam sebagai agregat kasar pada beton lebih kecil dari kerikil pecah.

Kata kunci : agregat kasar, agregat halus, asal material.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton dibentuk dari campuran agregat halus, agregat kasar, semen dan air dengan perbandingan tertentu. Beton merupakan suatu bahan konstruksi yang banyak digunakan pada pekerjaan struktur

bangunan di Indonesia karena banyak keuntungan yang diberikan, antara lain bahan pembentuknya yang relatif mudah diperoleh, mudah dibentuk, mampu memikul beban berat, relatif tahan terhadap temperature yang tinggi, serta biaya pemeliharaan yang kecil dibanding umur pemakaiannya.

Untuk memahami dan juga mempelajari seluruh perilaku elemen gabungan pembentuk beton diperlukan pengetahuan tentang karakteristik masing-masing komponen pembentuk beton yaitu semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Kekuatan beton pada umur tertentu tergantung pada perbandingan berat air dan berat semen dalam campuran beton. Beton pada dasarnya lemah terhadap tegangan tarik dan kuat terhadap tegangan tekan dengan meneliti kuat tarik dapat memberikan perbandingan terhadap tegangan tekan.

Provinsi Sulawesi Utara memiliki kekayaan alam yang melimpah. Salah satunya adalah bahan atau material yang dapat dijadikan sebagai bahan yang menjadi agregat sebagai bahan pengisi campuran beton. Bisa menjadi alternatif sebagai material yang bisa dijangkau oleh masyarakat sekitar daerah tersebut.

Agregat-agregat yang akan digunakan agregat kasar berasal dari Desa Lelema dan Tateli dan agregat halus berasal dari Desa Ranoyapo, Klabat, Sawangan, dan Girian. Dengan menggunakan agregat tersebut yang nantinya akan divariasikan untuk campuran beton, diharapkan akan mendapatkan suatu variasi campuran yang akan menghasilkan suatu mutu beton yang optimal dan nantinya bisa digunakan sebagai alternatif untuk pekerjaan beton lainnya.

Pada umumnya jika berhubungan dengan mutu beton, pastilah kita akan melihat hasil dari nilai kuat tekan maupun kuat tarik belah betonnya. Kuat tekan beton sangat dipengaruhi oleh jenis bahan penyusunnya. Jika bahan penyusunnya bagus, solid, maka nantinya akan menghasilkan beton yang mempunyai kuat tekan tinggi begitupun dengan kuat tariknya.

Kuat tarik belah ialah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton

berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekanan uji desak (SNI-03-2491-2002). Parameter kuat tarik beton secara tepat sulit untuk diukur. Suatu pendekatan yang umum untuk mengukur nilai kuat tarik beton adalah dengan pengujian kuat tarik belah beton yang umumnya memberikan hasil yang mencerminkan besarnya kuat tarik yang sebenarnya, hasilnya digunakan untuk menentukan nilai kuat tarik beton.

Oleh sebab itu usaha penelitian di laboratorium perlu dilakukan agar dapat menentukan pengaruh material dari tempat yang berbeda-beda terhadap nilai kuat tarik belah beton.

Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini akan dilakukan pemeriksaan nilai kuat tarik belah beton dan kuat tekan beton dengan memvariasikan agregat halus dan agregat kasar yang berbeda-beda lokasi pengambilannya. Agregat-agregat tersebut berasal dari beberapa tempat di Provinsi Sulawesi Utara, seperti Agregat Kasar diambil dari Desa Lelema dan Tateli, untuk Agregat Halus diambil dari Desa Ranoyapo, Klabat, Sawangan, dan Girian.

Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bahan pembentuk beton sebagai berikut:
 - a. Semen Portland
 - b. Agregat halus yang dipakai yaitu pasir Klabat, pasir Girian, pasir Sawangan, dan pasir Ranoyapo.
 - c. Agregat kasar yang dipakai yaitu Kerikil Alami Lelema dan Batu Pecah Tateli.
 - d. Air yang digunakan adalah air yang tersedia di Laboratorium Beton, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi
2. Penelitian ini hanya membandingkan hubungan antara kuat tarik belah beton

dengan memvariasikan asal agregat halus dengan agregat kasar.

3. Benda uji yang dipakai adalah silinder $\varnothing = 10 \text{ cm}$, $t = 20 \text{ cm}$
4. Pengaruh suhu, udara, dan faktor lain diabaikan.
5. Pengujian dilakukan saat beton berumur 28 hari
6. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Material, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi.

Tujuan Penelitian

Untuk mendapatkan hasil dari variasi nilai kuat tarik belah beton yang menggunakan agregat dari beberapa tempat di Sulawesi Utara.

Manfaat Penulisan

Penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat baik teori maupun praktis. Secara teori penelitian ini akan memberikan pengetahuan dan pemahaman lebih mengenai penggunaan material kerikil alami dan batu pecah serta pasir sungai dan pasir gunung terhadap teknologi beton, sehingga perkembangan teknologi beton bisa lebih ditingkatkan mutu dan kualitasnya.

LANDASAN TEORI

Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat (SNI-03-2847-2002). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (f_c') pada usia 28 hari. Karena hidrasi semen oleh air, adukan tersebut akan mengeras/membatu dan memiliki kekerasan dan kekuatan yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai tujuan. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton dipengaruhi antara lain oleh perbandingan dan mutu bahan penyusun beton, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperature dan kondisi perawatan pengerasannya.

Beton Normal

Menurut SNI -03-2847-2002, Beton normal ialah beton yang mempunyai berat isi

2100–2500 kg/m³ dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Beton normal dengan kualitas yang baik yaitu beton yang mampu menahan kuat tekan/hancur yang diberi beban berupa tekanan dengan dipengaruhi oleh bahan-bahan pembentuk, kemudahan pengerjaan (*workability*), Faktor Air Semen (FAS) dan zat tambahan (*admixture*) bila diperlukan.

Mutu beton ditentukan oleh nilai kuat tekannya. Beton dikategorikan sebagai beton mutu normal apabila nilai kuat tekannya kurang dari 42 MPa pada umur 28 hari.

Dalam fungsinya, penggunaan beton mutu normal banyak dipakai untuk konstruksi-konstruksi yang sederhana seperti perumahan dan bangunan yang relatif tidak terlalu tinggi dimana kebutuhan karakteristiknya tidak terlalu besar. Bahan-bahan dasar pembentuk beton normal juga tidak menuntut penggunaan bahan yang berkualitas tinggi sehingga mudah diperoleh dan lebih ekonomis.

Agregat Halus

Agregat halus merupakan pengisi yang berupa pasir. Ukurannya bervariasi antara No. 4 dan No. 10 saringan standar Amerika. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan No. 10, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton. Variasi ukuran dalam suatu campuran beton harus mempunyai gradasi yang baik, yang sesuai dengan standar analisa saringan dari ASTM (*American Society of Testing and Materials*). 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. Pasir alam dapat digolongkan menjadi 3 (tiga) macam (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992), yaitu:

1. Pasir galian
Pasir galian dapat diperoleh langsung dari permukaan tanah, atau dengan cara menggali dari dalam tanah. Pasir jenis ini pada umumnya tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan. Namun karena pasir ini diperoleh dengan cara menggali maka pasir ini sering bercampur dengan kotoran/tanah, sehingga harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.
2. Pasir sungai
Pasir sungai adalah pasir yang diperoleh dari sungai yang merupakan hasil kikisan batu-batuan yang keras dan tajam, pasir jenis ini

butirannya cukup baik (antara 0,063mm–5mm) sehingga merupakan adukan yang baik untuk pekerjaan pemasangan.

3. Pasir laut

Pasir laut adalah pasir yang diambil dari pantai. Butir-butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang jelek karena mengandung banyak garam. Garam ini menyerap kandungan air dari udara dan mengakibatkan pasir selalu agak basah serta menyebabkan pengembangan volume bila dipakai pada bangunan. Selain itu garam ini mengakibatkan korosi terhadap struktur beton, oleh karena itu pasir laut sebaiknya tidak dipakai.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI-S-04-1989-F:28) disebutkan mengenai persyaratan pasir atau agregat halus yang baik sebagai bahan bangunan adalah sebagai berikut :

1. Agregat halus harus terdiri dari butiran yang tajam dan keras dengan indeks kekerasan < 2,2.
2. Sifat kekal apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat.
3. Jika dipakai natrium sulfat bagian hancur maksimal 12%.
4. Jika dipakai magnesium sulfat bagian halus maksimal 10%.
5. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dan apabila mengandung lumpur lebih dari 5% maka pasir harus dicuci. Pasir tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak, yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abransa Harder dengan larutan jenuh NaOH 3%.
6. Susunan besar butir pasir mempunyai modulus kehalusan antara 1,5 sampai 3,8 dan terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam.
7. Untuk beton dengan tingkat keawetan yang tinggi reaksi pasir terhadap alkali harus negatif.
8. Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat halus untuk semua mutu beton kecuali dengan petunjuk dari lembaga pemerintahan bahan bangunan yang diakui.
9. Agregat halus yang digunakan untuk plesteran dan spesi terapan harus memenuhi persyaratan pasir pasangan.

Agregat Kasar

Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi ¼ in. (6mm). Sifat

agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar ini harus bersih dari bahan-bahan organik, dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan pasta semen.

Jenis-jenis agregat kasar yang umum adalah :

1. Batu pecah alami

Bahan ini didapat dari batu pecah alami yang digali yang biasanya berasal dari gunung api, jenis sedimen, atau jenis metamorf.

2. Kerikil alami

Bahan ini didapat dari proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir. Bahan ini biasanya bebas dari zat-zat yang tercampur, permukaannya licin dan bentuknya lebih bulat. Hal ini disebabkan karena pengaruh air. Butir-butir kerikil alam yang kasar akan menjamin pengikatan adukan lebih baik.

3. Agregat kasar buatan

Bahan ini berupa *slag* dan *shale* yang biasa digunakan untuk beton berbobot ringan. Biasanya merupakan hasil dari proses lain seperti dari *blast-furnace* dan lain-lain.

4. Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat.

Agregat yang diklasifikasikan di sini yaitu, batu pecah, barit, magnetit, dan limonit. Dengan adanya tuntutan yang spesifik pada zaman atom sekarang ini, juga untuk pelindung dari radiasi nuklir sebagai akibat dari semakin banyak stasiun tenaga nuklir dan pembangkit atom, maka diperlukan beton yang dapat melindungi dari sinar x, sinar gamma, dan neutron. Berat volume beton sekitar 225 sampai 330 lb/ft³. Sifat beton ini bergantung pada kerapatan dan kepadatannya, hampir tidak bergantung pada faktor air semennya, sehingga kerapatan yang tinggi merupakan satu-satunya kriteria disamping kekuatannya.

Menurut ukurannya, kerikil/kricak dapat dibedakan atas :

- a. Ukuran butir : 5 - 10 mm disebut kerikil/kricak halus,
- b. Ukuran butir : 10-20 mm disebut kerikil/kricak sedang,
- c. Ukuran butir : 20-40 mm disebut kerikil/kricak kasar,
- d. Ukuran butir : 40-70 mm disebut kerikil/kricak kasar sekali.
- e. Ukuran butir > 70 mm digunakan untuk konstruksi beton siklop .

Agregat yang dapat dipakai dalam membuat suatu campuran beton harus memenuhi syarat-

syarat sebagai berikut (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992) :

1. Kerikil harus merupakan butir yang keras dan tidak berpori. Kerikil tidak boleh hancur adanya pengaruh cuaca. Sifat keras diperlukan agar diperoleh beton yang keras pula. Sifat tidak berpori, untuk menghasilkan beton yang tidak mudah tembus oleh air.
2. Agregat harus bersih dari unsur organik.
3. Kerikil tidak mengandung lumpur lebih dari 10% berat kering. Lumpur yang dimaksud adalah agregat yang melalui ayakan diameter 0,063 mm, bila lumpur melebihi 1% berat kering maka kerikil harus dicuci terlebih dahulu.
4. Kerikil mempunyai bentuk yang tajam. Dengan bentuk yang tajam maka timbul gesekan yang lebih besar pula yang menyebabkan ikatan yang lebih baik, selain itu dengan bentuk tajam akan memerlukan pasta semen maka akan mengikat agregat dengan lebih baik.

Besar ukuran maksimum agregat mempengaruhi kuat tekan betonnya. Pada pemakaian ukuran butir agregat maksimum lebih besar memerlukan jumlah pasta semen lebih sedikit untuk mengisi rongga-rongga antar butirannya, berarti sedikit pula pori-pori betonnya (karena pori-pori beton sebagian besar berada dalam pasta, tidak dalam agregat) sehingga kuat tekannya lebih tinggi. Namun sebaliknya, karena butir-butir agregatnya besar maka luas permukaannya menjadi 20 kali lebih sempit sehingga lekatan antara permukaan agregat dan pastanya kurang kuat. (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992)

Kuat tarik belah beton

Beton merupakan material yang lemah terhadap tegangan tarik. Faktor pembentuk kekuatan tarik sama dengan kuat tekan hanya besarnya kuat tarik untuk beton normal pada umumnya adalah antara 9% - 15% dari kuat tekannya. Kekuatan tarik dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan percobaan belah silinder (the split cylinder) dimana silinder ukuran diameter 100 mm dan tinggi 200 mm diberikan beban tegak lurus terhadap sumbu

longitudinalnya dengan silinder ditempatkan secara horisontal diatas pelat mesin percobaan. Benda uji terbelah dua pada saat dicapainya kekuatan tarik.

Kuat tarik beton dihitung dengan persamaan:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi lD}$$

dimana : f_{ct} = kuat tarik belah (MPa)

P = beban pada waktu belah (N)

l = panjang benda uji (mm)

d = diameter benda uji (mm)

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini diawali dengan studi pustaka, dilanjutkan dengan penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Material Bangunan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Adapun tahapan dalam pelaksanaan penelitian adalah :

1. Persiapan material penelitian.
2. Pengujian sifat material.
3. Desain komposisi campuran beton berdasarkan dari SNI 03-2834-2000.
4. Pembuatan benda uji :
 - a. Pembuatan benda uji yang berbentuk silinder.
 - b. Pengujian kuat tekan dengan menggunakan mesin uji tekan (*compression test machine*) dan pengujian kuat tarik belah dengan menggunakan mesin uji tarik lentur (*splitting tensile test machine*).
5. Hasil penelitian dinyatakan ke dalam bentuk tabel dan gambar yang berupa :
 - Tabel hasil pengujian kuat tekan.

- Tabel hasil pengujian kuat tarik belah.
- Gambar hubungan kuat tarik belah beton terhadap kuat tekan beton.

Bagan Alir



HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan Nilai Slump dan Nilai FAS

Salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui *workability* campuran beton adalah dengan cara pemeriksaan nilai slump. Nilai slump merupakan nilai perbedaan tinggi dari adukan dalam suatu cetakan berbentuk kerucut terpancung dengan tinggi adukan setelah cetakan diambil. Nilai slump diukur pada setiap pengecoran untuk masing-masing campuran beton. Nilai slump rata-rata dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Nilai Slump Tiap Campuran Beton

Komposisi Campuran		Nilai Slump (mm)
Ag. Kasar	Ag. Halus	
Batu Pecah (Tateli)	Ranoyapo	80
	Girian	95
	Sawangan	100
	Klabat	100
Kerikil Alami (Lelema)	Ranoyapo	65
	Girian	25
	Sawangan	25
	Klabat	35

Sumber: Hasil Penelitian

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai slump aktual yang terjadi pada campuran beton bervariasi diantara 25-100 mm. Variasi nilai slump ini diakibatkan oleh kadar air yang terdapat dalam agregat pada setiap pengecoran tidak persis sama. Karena dalam proses pengumpulan agregat yang cukup banyak memerlukan waktu maka proses pengumpulan material ke dalam karung dilakukan secara bertahap sesuai kebutuhan. Oleh karenanya kondisi kadar air agregat didalam tiap karung berbeda-beda. Akibat dari ketidakseragaman kadar air tersebut maka terjadilah variasi nilai slump dimana kondisi agregat tersebut akan mempengaruhi jumlah air rencana adukan (menambah atau menyerap air) pada proses pencapaian nilai slump tertentu. Bila kondisi agregat cenderung basah maka dapat menambah air rencana adukan, sebaliknya jika agregat cenderung kering maka akan menyerap air.

Berat Volume Beton

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton (berat benda

uji silinder) dengan volume beton (volume benda uji silinder). Benda uji ditimbang pada saat permukaan benda uji mengering dari rendaman air. Hasil perhitungan berat volume rata-rata tiap jenis campuran pada umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Contoh perhitungan berat volume beton

$$\begin{aligned} \text{Berat rata-rata benda uji} &= 3.4 \text{ kg} \\ \text{Volume benda uji} &= \pi \times 0.05 \times 0.05 \times 0.2 \\ &= 0.00157 \text{ m}^3 \\ \text{Berat volume beton} &= \frac{3.4}{0.00157} \\ &= 2165.6 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4.2. Berat Volume Rata-Rata Beton

Komposisi Campuran		Berat Volume Rata-Rata [Kg/m ³]
Ag. Kasar	Ag. Halus	
Batu Pecah (Tateli)	Ranoyapo	2165.6
	Girian	2101.9
	Sawangan	2165.6
	Klabat	2101.9
Kerikil Alami (Lelema)	Ranoyapo	2229.3
	Girian	2165.6
	Sawangan	2229.3
	Klabat	2165.6

Sumber: Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel di atas, berat volume beton pada penelitian ini berkisar pada 2101.9 kg/m³ sampai 2229.3 kg/m³. Sesuai klasifikasi SNI 03-2834-2000, maka semua jenis beton dalam penelitian ini termasuk beton dalam jenis beton berbobot normal.

Kuat Tarik Belah Beton

Hasil pengujian kuat tarik belah beton normal untuk masing-masing benda uji yang menggunakan agregat kasar dan agregat halus yang berbeda-beda dapat dilihat pada table 4.3 dan 4.4 berikut ini.

Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan Kuat Tarik Belah Beton beragregat kasar Batu Pecah

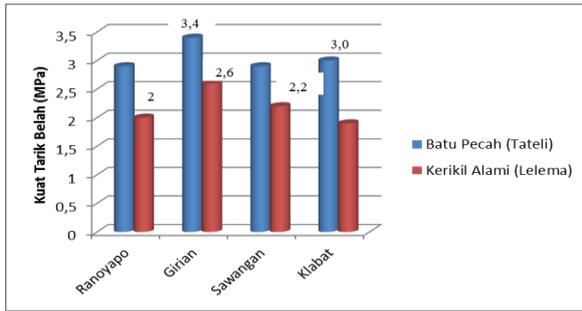
Nomor benda uji	Pasir Ranoyapo				
	P max [kN]	f _{et} [MPa]	f _{et} [kg/cm]	f _{et} rata-rata [MPa]	f _{et} rata-rata [kg/cm]
1	91.9	2.88	29.376	2.9	29.58
2	98.5	3.07	31.314		
3	91.2	2.90	29.58		
4	97.2	3.04	31.008		
Nomor benda uji	Pasir Girian				
	P max [kN]	f _{et} [MPa]	f _{et} [kg/cm]	f _{et} rata-rata [MPa]	f _{et} rata-rata [kg/cm]
1	102.8	3.19	32.538	3.4	34.68
2	120.9	3.82	38.964		
3	100.7	3.17	32.334		
4	108.1	3.38	34.476		
Nomor benda uji	Pasir Sawangan				
	P max [kN]	f _{et} [MPa]	f _{et} [kg/cm]	f _{et} rata-rata [MPa]	f _{et} rata-rata [kg/cm]
1	101.3	3.19	32.538	2.9	29.58
2	85.3	2.66	27.132		
3	89.8	2.77	28.254		
4	90.8	2.86	29.172		
Nomor benda uji	Pasir Klabat				
	P max [kN]	f _{et} [MPa]	f _{et} [kg/cm]	f _{et} rata-rata [MPa]	f _{et} rata-rata [kg/cm]
1	96.3	3.07	31.314	3.0	30.6
2	105.6	3.35	34.17		
3	93.4	2.92	29.784		
4	93.4	2.97	30.294		

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan Kuat Tarik Belah Beton beragregat kasar Kerikil Alami

Nomor benda uji	Pasir Ranoyapo				
	P max [kN]	f _{et} [MPa]	f _{et} [kg/cm]	f _{et} rata-rata [MPa]	f _{et} rata-rata [kg/cm]
1	58.5	1.86	18.972	2	20.4
2	62.0	1.97	20.094		
3	64.9	2.06	21.012		
4	66.0	2.10	21.42		
Nomor benda uji	Pasir Girian				
	P max [kN]	f _{et} [MPa]	f _{et} [kg/cm]	f _{et} rata-rata [MPa]	f _{et} rata-rata [kg/cm]
1	89.3	2.79	28.458	2.6	26.52
2	78.9	2.46	25.092		
3	90.6	2.82	28.764		
4	81.6	2.59	26.418		
Nomor benda uji	Pasir Sawangan				
	P max [kN]	f _{et} [MPa]	f _{et} [kg/cm]	f _{et} rata-rata [MPa]	f _{et} rata-rata [kg/cm]
1	69.9	2.23	22.746	2.2	22.44
2	74.8	2.36	24.072		
3	78.7	2.46	25.092		
4	58.2	1.85	18.87		
Nomor benda uji	Pasir Klabat				
	P max [kN]	f _{et} [MPa]	f _{et} [kg/cm]	f _{et} rata-rata [MPa]	f _{et} rata-rata [kg/cm]
1	57.7	1.83	18.666	1.9	19.38
2	55.7	1.6	16.32		
3	60.7	1.93	19.686		
4	70.9	2.23	22.746		

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.1. Kuat Tarik Belah Beton Rata-Rata [MPa]

Dari Gambar 4.1. di atas terlihat bahwa nilai Kuat Tarik Belah Beton yang paling maksimum terjadi pada komposisi yang menggunakan batu pecah (Tateli) dan pasir Girian yaitu sebesar 3,4 MPa. Sedangkan untuk nilai Kuat Tarik Belah Beton yang paling minimum terjadi pada komposisi yang menggunakan Kerikil Alami (Lelema) dan pasir Klabat yaitu sebesar 1,9 MPa.

Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton normal untuk masing-masing benda uji yang menggunakan agregat kasar dan agregat halus yang berbeda-beda dapat dilihat pada table 4.5 dan 4.6 berikut ini.

Tabel 4.5. Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Beton beragregat kasar Batu Pecah Tateli

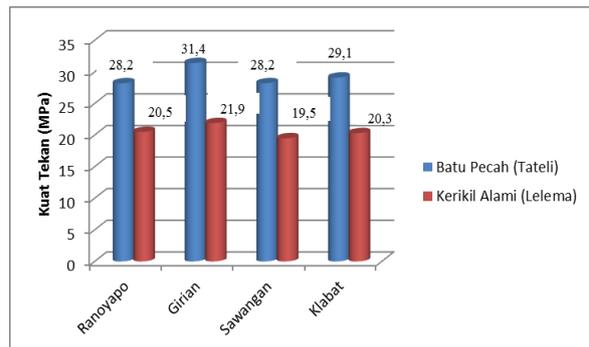
Nomor benda uji	Pasir Ranoyapo					
	P max [kN]	f _{ci} [MPa]	f _{ci} [kg/cm ³]	f _{cr} [MPa]	f _{cr} [kg/cm ³]	
1	223.4	28.44	290.088	28.2	287.64	
2	209.5	26.68	272.136			
3	227.9	28.92	294.984			
4	226.8	28.88	294.576			
Nomor benda uji	Pasir Girian					
	P max [kN]	f _{ci} [MPa]	f _{ci} [kg/cm ³]	f _{cr} [MPa]	f _{cr} [kg/cm ³]	
1	246.3	31.36	319.872	31.4	320.28	
2	242.1	30.83	314.466			
3	250.1	31.84	324.768			
4	247.9	31.56	321.912			
Nomor benda uji	Pasir Sawangan					
	P max [kN]	f _{ci} [MPa]	f _{ci} [kg/cm ³]	f _{cr} [MPa]	f _{cr} [kg/cm ³]	
1	222.2	28.30	288.66	28.2	287.64	
2	229.5	29.21	297.942			
3	224.7	28.60	291.72			
4	209.5	26.68	272.136			
Nomor benda uji	Pasir Klabat					
	P max [kN]	f _{ci} [MPa]	f _{ci} [kg/cm ³]	f _{cr} [MPa]	f _{cr} [kg/cm ³]	
1	244	31.06	316.812	29.1	296.82	
2	200.6	25.54	260.508			
3	231.6	29.49	300.798			
4	236.9	30.17	307.734			

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 4.6. Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Beton beragregat kasar Kerikil Alami

Nomor benda uji	Pasir Ranoyapo					
	P max [kN]	f _{ci} [MPa]	f _{ci} [kg/cm ³]	f _{cr} [MPa]	f _{cr} [kg/cm ³]	
1	166.4	21.18	216.036	20.5	209.1	
2	159.3	20.28	206.856			
3	162.4	20.67	210.834			
4	156.5	19.93	203.286			
Nomor benda uji	Pasir Girian					
	P max [kN]	f _{ci} [MPa]	f _{ci} [kg/cm ³]	f _{cr} [MPa]	f _{cr} [kg/cm ³]	
1	194.7	24.78	252.756	21.9	223.38	
2	186.6	23.76	242.352			
3	183.2	23.31	237.762			
4	124.3	15.83	161.466			
Nomor benda uji	Pasir Sawangan					
	P max [kN]	f _{ci} [MPa]	f _{ci} [kg/cm ³]	f _{cr} [MPa]	f _{cr} [kg/cm ³]	
1	151.7	19.31	196.962	19.5	198.9	
2	152.7	19.44	198.288			
3	154.3	19.64	200.328			
4	154.7	19.70	200.94			
Nomor benda uji	Pasir Klabat					
	P max [kN]	f _{ci} [MPa]	f _{ci} [kg/cm ³]	f _{cr} [MPa]	f _{cr} [kg/cm ³]	
1	162.8	20.71	211.242	20.3	207.06	
2	155.8	19.83	202.266			
3	162.7	20.70	211.14			
4	155.3	19.77	201.654			

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 4.2. Kuat Tekan Beton Rata-Rata [MPa]

Berdasarkan gambar 4.2. bahwa kuat tekan beton dengan menggunakan agregat kasar Batu Pecah (Tateli) secara umum lebih tinggi dibandingkan dengan hasil kuat tekan beton yang menggunakan agregat kasar kerikil Alami (Lelema). Dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan beton paling maksimum terjadi pada komposisi yang menggunakan Batu Pecah (tateli) dan pasir girian yaitu sebesar 31,4 MPa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Berat volume beton didapatkan pada kisaran 2101.9 - 2229.3 kg/m³ dan termasuk pada golongan beton normal.

Untuk campuran beton yang menggunakan agregat kasar Batu Pecah (Tateli) dengan variasi agregat halus,

- didapatkan nilai kuat tarik belah tertinggi pada variasi beton yang menggunakan agregat halus pasir Girian sebesar 3.4 MPa dan nilai kuat tekan beton sebesar 31.4 MPa.
- Untuk campuran beton yang menggunakan agregat kasar Kerikil Alami (Lelema) dengan variasi agregat halus, didapatkan nilai kuat tarik belah tertinggi pada variasi beton yang menggunakan agregat halus pasir Girian sebesar 2.6 MPa dan nilai kuat tekan beton sebesar 21.9 MPa.
- Nilai kuat tarik belah beton paling maksimum terjadi pada komposisi yang menggunakan Batu pecah (Tateli) dan pasir Girian, dan nilai kuat tarik belah minimum terjadi pada komposisi yang menggunakan kerikil alami (Lelema) dan pasir Klabat.
- Nilai kuat tarik belah beton yang menggunakan kerikil alami (Lelema) lebih rendah dari beton yang menggunakan batu pecah (Tateli) begitu juga dengan kuat tekannya. Hal tersebut diakibatkan oleh perbedaan tekstur dari agregat kasar yang digunakan. Agregat kasar kerikil alami yang berbentuk bulat sehingga mempengaruhi kurangnya pengikat dari pasta semen terhadap agregat kasar. Berbeda halnya dengan agregat kasar batu pecah yang berbentuk tidak beraturan memiliki bentuk yang tajam yang menyebabkan kuatnya pengikat dari pasta semen.

Saran

- Agar dilakukan penelitian kembali dengan menggunakan agregat (alami/fabrikasi) dari tempat-tempat lainnya yang mungkin akan menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik belah beton yang lebih baik lagi.
- Jika dikehendaki hasil yang lebih teliti lagi maka disarankan agar lebih teliti

dalam perhitungan mix design dan pemeriksaan karakteristik agregat.

- Perlu memperhatikan pemeriksaan nilai slumpnya.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Material. 1993. *Annual Book of ASTM Standards Section 4, Vol.04.02., Concrete and Aggregates*. Philadelphia, USA.
- Brook, K. M. dan Murdock, L. J. 1994. *Bahan dan Praktek Beton*. Erlangga, Jakarta.
- Mulyono, Tri. 2005. *Teknologi Beton*. Andi. Yogyakarta.
- Reza Polii, 2015 ‘‘Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Agregat Yang Berasal Dari Beberapa Tempat’’, skripsi.
- SNI 03-2834-2000, 2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standardisasi Nasional BSN.
- SNI 03-2491-2002, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*.
- Tjokrodinuljo, Kardiyono, 1992, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Jogjakarta.