

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri konstruksi di Indonesia saat ini sedang berkembang sangat pesat. Salah satu yang telah melihat pertumbuhan yang signifikan adalah beton. Beton adalah bahan yang paling umum digunakan dalam pembangunan gedung apartemen. Beton biasanya merupakan campuran pasir, kerikil, semen dan air. Pembuatannya dimulai dari pondasi, kolom, struktur bangunan, jalan, jembatan dan trotoar serta proyek konstruksi lainnya dimana beton digunakan sebagai bahan dasar proyek konstruksi bangunan. Hal ini tentunya diawali dengan kebutuhan masyarakat akan perumahan, infrastruktur transportasi dan lain-lain, sehingga penggunaan beton untuk konstruksi melebihi kapasitas sumber daya alamnya (bahan untuk membuat beton) (Chairani, S. M, 2018).

Beton termasuk material yang sangat kuat terhadap kuat tekanan, tahan terhadap karat, tahan terhadap api. Beton adalah hasil pencampuran antara agregat halus, agregat kasar, semen dan air. Industri beton merupakan sumber daya yang paling banyak penggunaannya di dunia. Dengan perkembangan waktu yang sangat pesat saat ini, semua orang berlomba untuk berinisiatif menciptakan beton yang bermutu dan efisien dengan menggunakan material yang ada di sekitarnya baik merupakan hasil alam yang sering di temui. Salah satunya dengan menggunakan agregat dari Sungai. Agregat alam ataupun agregat buatan adalah agregat yang biasa di gunakan dalam pencampuran beton. Penelitian kali ini

berfokus pada agregat yang di gunakan berupa agregat alam yang berasal dari sungai Batu Tiakka' Kabupaten Tana Toraja yang berbentuk agregat kasar dan halus. Agregat sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton, maka dari itu akan di lakukan penelitian sifat karakteristik untuk mengetahui syiarat dari sebuah pencampuran beton. Adapun sifat karakteristik yang yang diketahui adalah pemeriksaan kadar air, berat jenis, gradasi agregat, berat volume, dan modulus kehalusan agregat, (Faisal et al., 2022).

Kondisi geografis di Lembang Batu Tiakka adalah daerah pegunungan, sehingga menyimpan batuan alam yang melimpah di sungai. Masyarakat yang bermukim di dekat aliran sungai memanfaatkan agregat sungai sebagai material beton. Komposisi campuran dari beton akan mempengaruhi nilai kuat tekan yang akan diperoleh. Beton yang di rawat dengan menggunakan metode curing akan menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan beton tanpa perawatan. Beton akan memiliki kekuatan tekan yang lemah jika komposisi campurannya tidak sesuai dengan proporsi dan pengerjaan yang sesuai. Oleh sebab itu, diperlukan perhitungan perencanaan campuran beton yang baik. Berdasarkan latar belakang tersebut, melatar belakangi penulis untuk melakukan penelitian di laboratorium mengenai Pemanfaatan Agregat Sungai Batu Tiakka' Kabupaten Tana Toraja Sebagai Bahan Campuran Beton, di karenakan bahan yang cukup melimpah di daerah tersebut (Misel et al., 2021).

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik agregat kasar dan agregat halus Sungai Batu Tiakka'?
2. Bagaimana karakteristik beton menggunakan agregat dari Sungai Batu Tiakka'?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui karakteristik agregat kasar dan agregat halus Sungai Batu Tiakka'.
2. Mengetahui karakteristik beton menggunakan agregat dari Sungai Batu Tiakka'.

D. Batasan Masalah

Pada penelitian ini perlu dilakukan batasan masalah mengingat banyaknya permasalahan yang terdapat pada teknologi beton sehingga pembahasan menjadi tidak meluas dan memiliki batasan-batasan yang jelas. Adapun yang menjadi batasan masalah adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium struktur dan bahan, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Parepare.
2. Perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 7656:2012 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal).
3. Tinjauan analisisnya adalah kuat tekan beton.
4. Kuat tekan beton rencana 20 Mpa.

5. Ketentuan bahan pada penelitian ini anatara lain :

Semen yang digunakan adalah semen *portland Type I* (OPC)

- a. Agregat kasar dan agregat halus yang berasal dari Sungai Batu Tiakka' Kabupaten Tana Toraja
 - b. Air yang digunakan dari laboratorium struktur dan bahan universitas muhammadiyah parepare.
6. Penelitian karakteristik beton meliputi: *workability*, kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur beton
 7. Benda uji berbentuk silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
Jumlah benda uji :
 - a. Jumlah jenis yang digunakan ada 3 (tiga) yaitu kuat tekan beton, kuat lentur, dan kuat tarik beton
 - b. Jumlah bendah uji berupa silinder sebanyak 12 sampel dan 2 balok untuk setiap komposisi dan setiap uji mutu.
 8. Perencanaan mix desain sesuai (SNI 7656: 2012)
 9. Nilai Slump Rencana 75-100 mm
 10. Tes kuat tekan beton umur 7, 14, dan 28 hari.
 11. Tes kuat belah tarik beton umur 28 hari dan
 12. Tes kuat lentur beton umur 28 hari

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain :

1. Memberikan wawasan mengenai agregat Sungai Batu Tiakka' terhadap kuat tekan beton

2. Menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya yang membahas mengenai agregat Sungai Batu Tiakka’.

F. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang gambaran secara umum dan hal yang melatarbelakangi penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini dijelaskan tentang teori-teori yang berhubungan dan mendukung secara ilmiah dengan penelitian yang dilakukan serta sebagai landasan teori dalam penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan tentang metode yang akan digunakan dalam penelitian seperti jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian, teknik pengumpulan data, teknik analisis data, serta bagan alir penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan melalui uji laboratorium yang dijabarkan dalam bentuk tabel, grafik, maupun gambar.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari seluruh rangkaian penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran yang berupa sumbangan pikiran terkait dengan permasalahan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 2493: 2011) Beton didefinisikan sebagai campuran semen, air, agregat kasar dan halus dan, jika perlu, aditif dalam proporsi tertentu, yang awalnya plastis kemudian secara bertahap mengeras seperti batu. Campuran ini, selagi masih plastis, dituangkan kedalam cetakan dan dikerjakan untuk mempercepat reaksi hidrasi campuran semen, air yang menciptakan selubung beton. Beton diperoleh dengan mencampurkan semen, air, agregat dengan atau tanpa bahan tambahan tertentu. Bahan penyusun beton dicampur secara merata menjadi campuran plastis dengan komposisi tertentu untuk dituangkan kedalam cetakan dengan bentuk yang diinginkan.

Pada umumnya beton terdiri dari 15% semen, 8% air, 3% udara dan sisanya pasir dan kerikil. Setelah diawetkan, campuran tersebut memiliki sifat yang berbeda tergantung pada proses produksinya. Rasio campuran, pencampuran, pengangkutan, pemadatan, penanganan dan beberapa hal tersebut mempengaruhi sifat-sifat beton (Wuryati & Candra, 2001).

1. Macam-macam beton

Menurut (Tjokrodimuljo, 1996), macam-macam beton sebagai berikut:

- a. Beton normal
- b. Beton ringan

- c. Beton massa
- d. *Ferosemen*
- e. Beton serat
- f. Beton non pasir
- g. Beton siklop
- h. Beton hampa (*vacuum concrete*)
- i. Mortar

2. Kelebihan dan kekurangan beton

Menurut (Mulyono, 2004), beton mempunyai kelebihan dan kekurangan dari beton sebagai struktur bangunan diantaranya sebagai berikut :

- a. Kelebihan dari beton diantaranya sebagai berikut:
 - 1) Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun dan ukuran seberapa pun sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
 - 2) Beton termasuk bahan yang awet, tahan api dan air, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh lingkungan, sehingga biaya perawatannya murah.
 - 3) Beton memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan kebanyakan bahan lain dunia konstruksi.
 - 4) Beton memiliki ketahanan terhadap temperatur yang tinggi.
 - 5) Beton bertulang tidak memerlukan biaya pemeliharaan yang tinggi.
- b. kekurangan dari beton diantaranya sebagai berikut:
 - 1) Bentuk yang dibuat sulit untuk diubah.

- 2) Pelaksanaan pekerjaan butuh ketelitian yang tinggi.
- 3) Mempunyai beban yang berat.
- 4) Daya pantul suara yang besar.

B. Bahan Material Penyusun Beton

(Murdock & Brook, 1999) menyatakan bahan material penyusun beton adalah ikatan keras yang ditimbulkan oleh reaksi kimia antara semen dan air, serta agregat kasar dimana semen yang mengeras itu ber-adhesi dengan baik maupun kurang baik. Agregat biasanya berupa kerikil, batu pecah, sisa-sisa bahan mentah tambang, agregat normal buatan, pasir, atau bahan sejenisnya lainnya.

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik atau semen portland, agregat kasar, agregat halus, air dan atau menggunakan bahan tambah” (Mulyono, 2004). Berikut merupakan bahan tambah penjelasan dari bahan penyusun pembuatan beton, sebagai berikut:

1. Semen *portland* (Pc)

Semen portland adalah kombinasi kimia antara kalsium (Ca), silika (Si), aluminium (Al), dan besi (Fe). Dikendalikan secara ketat dan sejumlah kecil bahan lain seperti *gypsum* yang ditambahkan dalam proses penggilingan akhir untuk mengatur waktu pengikatan (*setting time*) beton. Kapur dan silika mengisi sekitar 85% dari massa. Bahan yang umum digunakan dalam pembuatan semen adalah batu kapur, kerang, dan marl yang dikombinasikan dengan serpih, tanah liat, terak tanur tinggi, pasir silika, dan biji besi.

Nama “portland semen” diusulkan oleh Joseph Asphih pada tahun (1884). Nama itu diusulkan karena berbentuk bubuk yang dicampur dengan air, pasir dan

batu-batuan yang ada dipulau Portland, inggris. Pertama kali semen portland diproduksi dengan pabrik di Amerika Serikat oleh David Saylor dikota coplay, pennsy lvania, pada tahun (1875).

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 15-2049-2004) “ Mutu dan Cara Uji Semen *Portland*”, semen Portland di definisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling *klinker* yang terdiri dari *kalsium silikat hidrolik* yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk *kalsium sulfat* sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. “Selain itu juga untuk mengisi rongga-rongga antara agregat sehingga menjadi suatu masa padat atau kompak walaupun jumlah berkisar 10% dari volume beton” (Tjokorodimuljo, 2007).

“Semen yang telah dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen. Dalam campuran beton, semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebai kelompok pasif adalah kelompok yang berfungsi sebagai pengisi”(Tjokrodimuljo, 1996).

Semen memiliki macam senyawa kimia aktif seperti kapur, silika, oksidasi besi, dan alumina, senyawa tersebut akan bereaksi dengan air dan membentuk pasta yang akan mengeras setelah beberapa saat. Konsentrasi senyawa yang terkandung dalam semen tersebut, yang dapat membentuk jenis dan tipe semen, jenis semen yang beredar di pasaran adalah semen Portland putih, semen Portland mengacu pada standar nasional Indonesia (SNI14-2049-2004), komposisi Portland semen mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI15-7064-2004) dan Semen

Portland Pozzolan mengacu pada Standar Nasional Indonesia SNI15-0302-2004, menurut (Mulyono,2004).

Menurut *American Standard Tenting and Material* (ASTM) C 150-94 dan Standar Industri Indonesia (SII 0031-81) semen buatan Indonesia dibedakan menjadi 5 (lima) jenis, yaitu:

a. Semen Portland tipe I (*Ordinary Portland Cement*)

Tabel 2.1 Senyawa penyusun semen portland (Sumber: Mulyono, 2004)

Bahan penyusun	Komposisi (%)
kapur (CaO)	60 – 65
Silika (SiO ₂)	20 -25
Oksidasi	07-12
Alumina	07-12

b. Semen Portland tipe 2 (dua) (*Modified Portland Cement*)

Semen ini sering digunakan untuk konstruksi bangunan beton massal yang membutuhkan ketahanan sulfat (tanah dan air mengandung 0,1% hingga 0,2% sulfat) dan panas hidrasi sedang, seperti pada saluran irigasi dan pondasi jembatan

c. Semen Portland tipe 3 (tiga) (*High Early Strength Portland Cement*)

Semen ini sering digunakan pada konstruksi bangunan yang membutuhkan kuat tekan awal yang tinggi pada fase awal setelah pembentukan, misalnya untuk pembuatan jalan beton, untuk bangunan di air yang tidak memerlukan ketahanan sulfat. Semen dengan panas hidrasi tinggi untuk digunakan pada beton dengan kekuatan awal tinggi (*quicksetting*). Kekuatan yang dicapai dalam 24 jam sebanding dengan kekuatan beton semen

biasa dalam 7 (tujuh) hari. Hanya dalam waktu sekitar 3 (tiga) hari, kuat tekannya setara dengan 28 kuat tekan beton dengan semen biasa.

d. Semen Portland tipe 4 (empat) (*Low Heat Portland Cement*)

Semen dengan panas hidrasi rendah umumnya digunakan untuk pengecoran dalam jumlah yang sangat besar.

e. Semen Portland tipe 5 (lima) (*Sulphate Resistant Portland Cement*)

Semen ini sering digunakan untuk membangun konstruksi diatas tanah atau air yang mengandung sulfat lebihdari0,20%. Sangat cocok untuk pabrik pengolahan limbah industri, jembatan, terowongan, pelabuhan dan pembangkit listrik tenaga nuklir.

Saatini, semen Portland yang paling banyak digunakan di pasaran adalah *Composite Portland Cement* (PCC)-SNI 15-7064-2004 dan *Portland Pozzolan Cement* (PCC)-SNI-15-0302-2004. Kedua semen ini termasuk semen campuran seperti ASTM C-595.

2. Agregat

Agregat merupakan butiran mineral alami yang berfungsi menjadi pengisi pada adonan beton. Sekitar 70% volume beton di isi dengan agregat. “Agregat memiliki pengaruh yang besar terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian penting dariproduksi beton”(Tjokrodinuljo, 1996). Sifatagregat yang paling penting adalah kekuatan tekan dan kekuatan hancur, yang dapat mempengaruhi daya rekat pada pasta semen, porositas dan sifat penyerapan air. Tujuan penggunaan agregat dalam campuran beton adalah untuk

menciptakan kuat tekan yang tinggi pada beton, mengurangi susut setelah pengerasan beton, mencapai struktur beton yang padat dengan skala butiran halus, menciptakan kekerasan untuk menahan tekanan dan goresan serta cuaca. Penggunaan agregat juga bertujuan untuk mengatur workability campuran beton plastis yang memiliki keteduhan yang baik, serta menurunkan nilai ekonomis karena penggunaan agregat menghemat penggunaan semen.

Agregat ini harus diklasifikasikan agar seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai satu kesatuan yang utuh, homogen dan padat, dimana agregat kecil berperan sebagai pengisi ruang diantara agregat besar (Nawy et al., 2001). Agregat dapat dibedakan menjadi dua kategori menurut asalnya, yaitu agregat alami dan agregat buatan. Agregat alami adalah pasir dan kerikil yang diperoleh langsung dari permukaan atau melalui penggalian sebelumnya dan juga langsung dari dasar sungai, sedangkan agregat buatan adalah agregat yang dihancurkan yang diperoleh dengan cara menghancurkan batuan menjadi ukuran yang lebih kecil dengan cara peledakan, pematahan, penggilingan dan penyaringan. Agregat yang digunakan dikelompokkan atau dipisahkan menurut ukurannya, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

a. Agregat halus

Agregat halus adalah pasir alam yang terbentuk dari penguraian alami batu-batu besar menjadi batu-batuan kecil. Agregat halus didefinisikan sebagai butiran batu dengan ukuran maksimum 5,0 mm atau tertahan nomor 4 (empat). Degradasi alami ini menghasilkan butiran agregat halus yang berbentuk bulat dan bertekstur kasar.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 03-6821-2002), syarat umum butiran halus yang digunakan sebagai bahan pencampur adalah butiran halus terdiri dari butiran tajam dan keras yang tidak mudah rusak oleh cuaca panas atau hujan. Butir halus dalam agregat yang baik bersifat abadi, artinya tidak terdegradasi atau hancur oleh cuaca. Sifat pengawetan agregat halus dapat diuji dengan larutan garam jenuh. Saat menggunakan natrium sulfat, yang paling hancur adalah 10%. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (berat kering). Jika kandungan silase agregat melebihi 5%, pasir harus dicuci terlebih dahulu.

Berdasarkan SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat yang berasal dari alam atau hasil alam dengan ukuran butir tidak lebih dari 4,76mm, sedangkan agregat halus olahan adalah agregat halus yang diperoleh dengan cara menghancurkan dan memisahkan butir dengan cara diayak atau dibuat dengan cara lain dari batu.

Tabel 2.2 Batasan gradasi untuk agregat halus (Sumber: SNI 03-2834-2000)

Ukuran saringan				SNI 03-2834-2000			
(ayakan)				Pasir kasar	Pasir sedang	Pasir agak halus	Pasir halus
Mm	SNI	ASTM	Inch	Gradasi No. 1	Gradasi No.2	Gradasi No.3	Gradasi No.4
9,5	9,6	3/8 in	0,375	100-100	100-100	100-100	100-100
4,75	4,8	no. 4	0,187	90-100	90-100	90-100	95-100
2,36	2,4	no. 8	0,0937	60-95	75-100	85-100	95-100
1,18	1,2	no. 16	0,0469	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	0,6	no. 30	0,0234	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	0,3	no.50	0,0117	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0,15	no. 100	0,0059	0-10	0-10	0-10	0-15

b. Agregat kasar

Agregat kasar merupakan bahan pengisi dalam campuran beton. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI03-2847-2019), agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir 5,00-40mm. Agregat kasar dapat berupa kerikil sebagai hasil penggalian alami batuan atau sebagai batu pecah yang diambil dari batuan pecah. Menurut SKSNI-04-1989-F, syarat umum agregat kasar yang digunakan sebagai campuran beton adalah sebagai berikut:

- 1) Agregat kasar berupa kerikil yang berasal dari batu-batuan alami, atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pecahan batu.
- 2) Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.
- 3) Agregat kasar bersifat kekal artinya tidak pecah atau jancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- 4) Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih 1% apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
- 5) Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif sehingga dapat sampai cetakan, sepertiga tebal pelat beton, tiga perempat jarak bersih antara tulangan.

Agregat untuk pembuatan beton memiliki ukuran dan bentuk yang sangat bervariasi. Ukuran dan bentuk dari agregat adalah suatu hal yang penting dalam karakteristik agregat. Dalam hal ini terdapat istilah *roundness* yang merupakan ukuran relatif yang besarnya sudut-sudut dari tepi agregat. *Roundness* pada umumnya dikontrol oleh kekuatan dan ketahanan dari batu induk. Bentuk dari agregat tergantung pada kondisi alami dari batu induk dan juga tipe

penghancurannya serta *rasio* reduksinya, yaitu *rasio* ukuran dari material yang dimasukkan ke dalam alat penghancur dengan agregat yang dihasilkan.

Berdasarkan SNI ASTM C123:2012 agregat kasar adalah agregat yang tertahan disaringan ukuran 4,75 mm (No.4).

Tabel 2.3 Batas-batas gradasi agregat kasar untuk maksimal nominal 19 mm
(Sumber: SNI 7656-2012)

Ukuran ayakan (mm)	Pemisahan ukuran
	Persentase (%) berat yang melewati setiap saringan
25	100
19	90-100
9,5	20-55
4,75	0-10
2,36	0-5

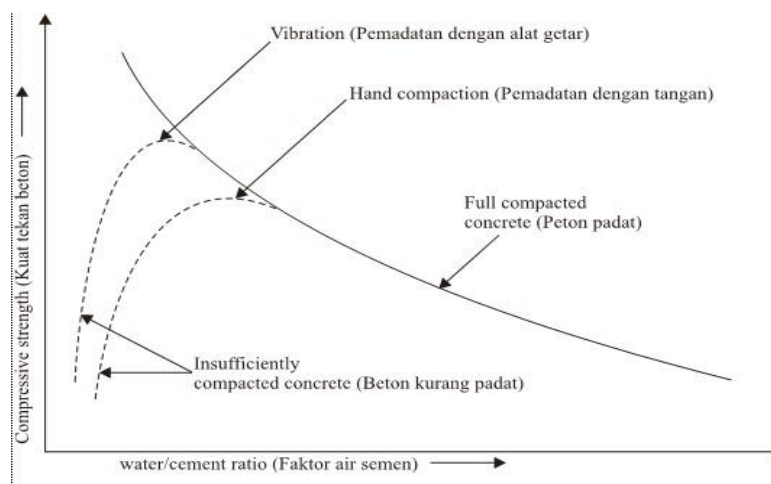
3. Air

Air merupakan salah satu bahan dasar pembuatan beton yang harganya paling murah diantara bahan lainnya. Dengan bantuan air, semen diubah menjadi bubur semen, yang mengikat agregat. Air diperlukan dalam produksi beton untuk memulai proses kimia semen, membasahi agregat dan memberikan kenyamanan saat bekerja dengan beton. Air minum biasanya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa berbahaya yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya bila digunakan dalam campuran beton dapat menurunkan mutu beton bahkan dapat mengubah sifat beton (Mulyono, 2004).

Air untuk perawatan beton, dapat juga dipakai air yang dipakai untuk pengadukan, tetapi harus yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan hingga tidak sedap dipandang. Besi dan zat organik

dalam air umumnya sebagai penyebab utama pengotoran atau perubahan warna, terutama jika perawatannya cukup lama (Tjokrodinuljo, 1996).

Fungsi air adalah untuk melembabkan agregat dan membuatnya lebih mudah untuk dikerjakan, namun penggunaan air juga dapat mempengaruhi kuat tekan beton. Penggunaan faktor air semen (FAS) yang terlalu tinggi dapat meningkatkan kebutuhan air, sehingga beton akan memiliki banyak rongga udara selama pengeringan, yang berdampak pada rendahnya kuat tekan beton. Penggunaan faktor air semen rendah (FAS) dapat meningkatkan kuat tekan beton, tetapi meringankan pekerjaan lebih sulit dan membutuhkan bahan tambahan kimia. Penjelasan nilai FAS tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.2 dibawah ini.



Gambar 2.1 Grafik hubungan factor air semen dengan kuat tekan (Tjokrodinuljo, 2007)

(Mulyono, 2004) menyatakan bahwa air yang digunakan dalam penelitian biasanya dapat berupa air tawar (dari sungai, danau, telaga, dan lain-lain), air laut atau air limbah asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan. Air minum segar biasanya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air laut biasanya

mengandung 3,5% garam (sekitar 78% natrium klorida dan 15% magnesium klorida). Garam air laut mengurangi kualitas beton hingga 20%.

Air laut tidak boleh digunakan sebagai bahan pembuatan beton prategang atau beton bertulang, karena dapat meningkatkan risiko karat. Selain itu, air limbah industri yang mengandung asam basa tidak boleh digunakan. Air yang memenuhi persyaratan air minum adalah air yang memenuhi persyaratan untuk campuran beton, tetapi air yang dimaksudkan untuk campuran beton adalah air yang digunakan untuk dicampur dengan air suling untuk kekuatan beton yang digunakan lebih dari 90 % kekuatan beton.

(Suratmin et al., 2007) menyatakan dalam penggunaan air untuk beton sebaiknya air memiliki persyaratan sebagai berikut.

- a. Mengandung tidak lebih dari 2 gram/ liter lumpur atau benda terapung lainnya.
- b. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik) lebih dari 15 gr/ltr.
- c. Mengandung tidak lebih dari 0,5 gram/liter klorida (Cl).

C. Sifat-Sifat Beton

Pada umumnya beton terdiri dari sekitar 15% semen, 8% air, 3% udara, dan sisanya agregat kasar dan agregat halus. Campuran setelah perawatan memiliki sifat yang berbeda tergantung pada metode pembuatan, rasio pencampuran, metode pencampuran, metode pengangkutan, metode tekanan, metode pemadatan, metode pengawetan, dan mempengaruhi sifat-sifat beton.

Sifat-sifat beton pada umumnya dipengaruhi oleh kualitas bahan, cara pengerjaan, dan cara perawatannya. Karakteristik semen mempengaruhi kualitas beton dan kecepatan pengerasannya. Gradasi agregat halus mempengaruhi pengerjaannya, sedangkan gradasi agregat kasar mempengaruhi kekuatan beton. Kualitas dan kuantitas air mempengaruhi pengerasan dan kekuatan (Murdock & Brook, 1999). Sifat-sifat beton dapat dipengaruhi oleh proporsi campuran, kualitas bahan, cara pelaksanaan, dan perawatan beton. Sifat-sifat beton dapat ditinjau dalam 2 (dua) keadaan, yaitu sifat beton sebelum mengeras dan sifat beton sesudah mengeras.

1. Sifat beton sebelum mengeras

Sifat beton yang baru selesai dicampur dan proses pengikatannya belum dimulai biasanya ditinjau dari sifat mudah dikerjakan. Maksud sifat mudah dikerjakan mempunyai 3 (tiga) sifat, yaitu sebagai berikut.

- a. Kompaktibilitas, yaitu kemudahan beton untuk dipadatkan dengan baik dan rongga-rongga udara dapat dikeluarkan.
- b. Mobilitas, yaitu kemudahan beton untuk dapat mengalir ke dalam cetakan dan sekitar tulangan.
- c. Stabilitas, yaitu kemudahan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen, stabil selama pemadatan tanpa terjadi pemisahan (*segregasi*) butiran dari bahan utamanya.

Secara keseluruhan arti *workability* adalah sifat beton segar yang menentukan sifat pengerjaan dengan kehilangan keseragaman seminimal

mungkin. Beton yang mudah dikerjakan adalah beton yang saat dicetak tetap plastis, kohesif, tidak keropos, dan mempunyai konsistensi yang baik.

Menurut (Kardiyono TJ., 1992). Ada 2 (dua) yang diperhatikan dalam menentukan tingkat *workability* adalah terjadinya hal-hal sebagai berikut.

- a. Segregasi adalah terlepasnya butiran campuran beton yang berbeda akibat penggunaan air pencampur yang berlebihan dan getaran yang berkepanjangan. Komponen komposisi beton cenderung terpisah sendiri ketika partikel berat mengendap dan partikel ringan berpindah ke permukaan campuran.
- b. Bleeding adalah peristiwa keluarnya air pada permukaan beton setelah dipadatkan tetapi belum mengeras akibat pencampuran air yang berlebihan. Kondisi kebocoran dapat dilihat langsung pada permukaan beton.

2. Sifat beton sesudah mengeras

Beton dalam keadaan yang telah mengeras, mempunyai sifat-sifat diantaranya sebagai berikut.

a. Kekuatan (*strength*)

Sifat kekuatan beton setelah mengeras, meliputi kekuatan desak, kekuatan tarik, dan kekuatan geser. Beton mempunyai kuat desak lebih tinggi dibandingkan dengan kekuatan lainnya. Berdasarkan kondisi tersebut maka dalam perencanaan, beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya desak. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kuat desak beton adalah:

1. Mutu bahan (semen, agregat, dan air)
2. Proporsi campuran
3. Pelaksanaan
4. perawatan

b. daya tahan (*durability*)

beton dikatakan mempunyai daya tahan yang baik apabila dapat bertahan pada kondisi tertentu tanpa mengalami kerusakan selama bertahun-tahun. Kondisi yang dapat mengurangi daya tahan beton disebabkan oleh faktor dari luar dan dari dalam beton itu sendiri. Faktor dari luar misalnya cuaca, temperatur, dan zat-zat reaktif dari alam maupun dari industri. Sedangkan faktor dari dalam adalah akibat reaksi antara penyusun beton dengan senyawa alkali dan permeabilitas.

D. Jenis-jenis Pemeriksaan Material

Pengujian material bertujuan untuk mengetahui sifat atau karakteristik dari material yang digunakan, serta untuk memperoleh variabel-variabel yang diperlukan dalam perhitungan mix design beton. Pada penelitian ini dilakukan 31 pengujian terhadap material penyusun beton yaitu semen, agregat halus dan agregat kasar.

1. Pemeriksaan berat jenis semen

Beat jenis semen adalah perbandingan antara berat volume kering semen pada suhu kamar dengan berat volume air suling pada 4°C, yang volumenya sama dengan volume semen. Menurut SK SNI 15-2531-1991, Berat jenis semen berkisar antara 3.00 – 3.20 t/m³. Tujuan metode ini untuk mendapatkan nilai berat isi semen portland, yang digunakan untuk pengendalian mutu semen.

Rumus perhitungan pengujian berat jenis semen adalah sebagai berikut:

$$\text{Berat jenis} = \frac{\text{Berat semen}}{(V_2 - V_1)} \times \gamma_{\text{air}} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

V1 = Pembacaan pertama pada skala botol tanpa semen

V2 = pembacaan kedua pada skala botol pakai semen

(V1-V2) = Isi cairan yang dipindahkan oleh semen dengan suhu berat tertentu.

γ_{air} = berat jenis air pada suhu 4° C (1 g/cm³)

2. Konsistensi normal semen

Konsistensi normal semen adalah nilai prosentase jumlah air yang dibutuhkan untuk membentuk pasta semen pada kondisi kebasahan standar guna menunjukkan kualitas semen portland (Sandor Popovics). Metode pengujian konsistensi normal sesuai standar SNI 03-6826-2002 dengan metode Trial and Error menggunakan sejumlah pasta semen yang dibuat dengan prosentase air yang berbeda-beda. Tujuan metode ini adalah untuk mendapatkan nilai konsistensi normal semen Portland dengan alat Vicat untuk menentukan mutu semen portland. Konsistensi normal dicapai apabila jarum vikat dapat menembus pasta (10 ± 1) dalam waktu 30 detik setelah dilepaskan.

3. Pengujian waktu mengikat awal dan mengeras semen

Waktu ikat permulaan (waktu ikat awal) adalah jangka waktu mulainya pengukuran pasta pada konsistensi normal sampai pasta kehilangan sebagian sifat plastis (mengeras). Waktu pengikatan awal pada semen berkisar antara 60-120 menit. Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan waktu ikat awal semen

setelah kontak dengan air dan waktu ikat akhir ketika jarum vikat tidak mampu lagi menembus permukaan pasta.

4. Pengujian analisa saringan atau gradasi agregat halus

Pada percobaan ini untuk susunan butir agregat dari yang besar sampai halus untuk keperluan desain beton. Analisa saringan agregat halus dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F_{\text{pasir}} = \frac{\% \text{ tinggal komulatif} > \text{saringan } 0,15 \text{ mm}}{100} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

F_{pasir} = modulus kehalusan pasir

5. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan bulk apparent specific gravity dan absorpsi dari agregat halus (pasir) menurut ASTM C-128.

$$\text{a. Berat jenis curah} = \frac{BK}{(B+500-BT)} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{b. Berat jenis permukaan jenuh} = \frac{500}{(B+500-BT)} \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{c. Berat jenis semu} = \frac{BK}{(B+500-BT)} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{d. Penyerapan} = \frac{500-BK}{bk} \times 100 \dots\dots\dots (6)$$

6. Pengujian berat volume agregat halus

Untuk menentukan berat isi agregat halus (pasir) baik dalam kondisi lepas maupun kondisi padat. Berat volume agregat halus dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W_1 = \frac{W_2 - W_1}{V} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

W_1 = berat bohler (kg)

V = volume bohler (cm^3)

W_2 = berat bohler + pasir (kg)

7. Penujian kadar air agregat halus

Untuk menentukan kadar air agregat halus (pasir) dengan cara pengeringan. Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dalam keadaan kering. Percobaan ini digunakan untuk menyesuaikan berat kadar air beton apabila terjadi perubahan kadar kelembaban beton. Kadar air agregat halus dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{C-D}{D} \times 100\% \dots\dots\dots(8)$$

8. Penujian kadar lumpur agregat halus

Untuk mengetahui kadar lumpur pada pasir dengan cara pencucian

Hitung kadar lumpur dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{(A-B)}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan:

A = Berat kering sebelum dicuci (gram)

B = berat kering setelah dicuci (gram)

9. Pengujian kadar organik agregat halus

Untuk menentukan kadar bahan organik di dalam pasir yang akan digunakan dalam adukan beton. Bahan organik yang tercampur pada pasir akan berpengaruh pada kekuatan beton.

10. Pengujian analisa saringan atau gradasi agregat kasar

Untuk mengetahui susunan butir agregat kasar dari yang besar sampai halus untuk keperluan desain beton.

11. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan bulk apparent specific gravity dan absorpsi dari agregat kasar (kerikil) menurut ASTM C-128. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Apparent specific gravity} = \frac{C}{C - B} \dots\dots\dots(10)$$

$$\text{Bulk specific gravity on dry basic} = \frac{C}{A - B} \dots\dots\dots(11)$$

$$\text{Bulk specific gravity SSD basic} = \frac{A}{A - B} \dots\dots\dots(12)$$

$$\text{Absorption (penyerapan)} = \frac{A - C}{C} \times 100\% \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan:

A = berat contoh kondisi SSD di udara (gram)

B = berat contoh kondisi SSD dalam air (gram)

C = berat contoh kering di udara (gram)

12. Percobaan berat volume agregat kasar

Untuk menentukan berat isi agregat kasar (kerikil) baik dalam kondisi lepas maupun kondisi padat. berat volume agregat kasar dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Berat volume agregat} = \frac{W_2 - W_1}{V} \dots\dots\dots(14)$$

Keterangan:

W_1 = berat bohler (kg)

V = volume bohler (cm^3)

W_2 = berat bohler + kerikil (kg)

13. Pengujian kadar air agregat kasar

Untuk menentukan kadar air agregat kasar (kerikil) dengan cara pengeringan. Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dalam keadaan kering. Percobaan ini digunakan untuk menyesuaikan berat kadar air beton apabila terjadi perubahan kadar kelembaban beton. Kadar air agregat kasar dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{C-D}{C} \times 100\% \dots\dots\dots (15)$$

Keterangan:

C = berat basah (kondisi lapangan)

D = berat kering (setelah dioven)

14. Pengujian kadar lumpur agregat kasar

Untuk mengetahui kadar lumpur (lempung) pada kerikil dengan cara pencucian. Kadar lumpur agregat kasar dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

Kadar lumpur

$$= \frac{C-D}{C} \times 100\% \dots\dots\dots (16)$$

Keterangan:

A = berat kering sebelum dicuci (gram)

B = berat kering setelah dicuci (gram)

15. Pengujian abrasi atau keausan agregat kasar

Untuk mengetahui keausan agregat yang diakibatkan oleh faktor-faktor mekanis. Abrasi atau keausan agregat kasar dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{(A-B)}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (17)$$

Keterangan:

A = berat kering setelah dicuci (gram)

B = berat kering setelah abrassion test (gram)

E. Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton adalah suatu proses teoritis untuk menentukan jumlah masing-masing bahan yang dibutuhkan dalam campuran beton, hal ini dilakukan agar proporsi memenuhi persyaratan. Pada tahap ini dibuat desain campuran berdasarkan (SNI 7656-2012).

1. Menghitung kuat tekan rata-rata beton, berdasarkan kuat tekan yang disyaratkan dan nilai margin.

$$F'_{cr} = f_c + m f'_{cr} \dots\dots\dots (18)$$

$$= f'_c + k.S \dots\dots\dots (19)$$

Keterangan :

f'_{cr} = kekuatan tekan rencana rata-rata

f'_c = kekuatan tekan rencana

S = nilai standar deviasi

K = konstanta yang diturunkan dari distribusi normal

Nilai k biasanya diambil 1,64 untuk bagian tolak atau cacat yang iijinkan 5% nilai k.s dinamakan nilai tambah margin yang merupakan juga nilai keamanan dalam perancangan.

Tabel 2. 4 Nilai K untuk beberapa keadaan (Sumber: SNI 7656-2012)

No	Keadaaan	NilaiK
1	Untuk10%defektif	1,28
2	Untuk5%defektif	1,64
3	Untuk2,5%defektif	1,96
4	Untuk1%defektif	2,33

Tabel 2. 5 Nilai deviasi standar (Sumber: SNI 7656-2012)

Isi pekerjaan		Deviasi standar (Mpa)		
Sebutan	Volume beton(m3)	Baiksekali	Baik	Dapat Diterima
Kecil	1000	4,5S5,5	5,5S6,5	6,6S8,5
Sedang	1000–3000	3,5S4,5	4,5S5,5	6,5S7,5
Besar	3000	2,5S3,5	3,5S4,5	4,5S6,5

Menetapkan faktor air semen (FAS) berdasarkan pada tabel 2.6 dan 2.7.

Tabel 2. 6 Nilai factor air-semen (Sumber: SNI 7656-2012)

Kekuatan tekan pada 28 hari (Mpa)	FAS (Faktor Air Semen)	
	Beton tanpa kandungan udara	Beton dengan kandungan udara
40	0,42	
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

Tabel 2. 7 kadar semen minimum dan faktor air-semen maksimum (Sumber: SNI 7656-2012)

Kondisi Lingkungan	Jumlah semen minimum/ m³ beton/kg	Nilai faktor air-semen maksimum
Beton didalam ruang bangunan		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton diluar bangunan		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton yang masuk ke dalam tanah		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah		Lihat tabel
Beton yang kontinu berhubungan dengan air		
a. Air tawar		Lihat tabel
b. Air laut		

2. Berdasarkan jenis strukturnya, tetapkan nilai slump dan ukuran maksimum agregat, lihat tabel 2.8.

Tabel 2. 8 Nilai slump (Sumber: SNI 7656-2012)

Jenis Pekerjaan	Slump(mm)	
	Maksimu*	Minimum
Dinding, pelat fondasi dan fondasi telapak bertulang	75	25
Fondasi telapak tidak bertulang, kaisondan	75	25
Konstruksi dibawah tanah	60	30
Balok, dinding bertulang	100	25
Kolom gedung	100	25
Perkerasan dan pelat	75	25
Pembetonan masal	75	25

3. Menetapkan jumlah air yang diperlukan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump. Lihat tabel 2.9.

Tabel 2. 9 Perkiraan air campuran dan persyaratan kandungan udara dalam beton (Sumber: SNI 7656-2012)

Slump	Kebutuhan air							
	Ukuran maksimum butir agregat (mm)							
	9,5	12,5	19	25	37,5	50	75	150
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	238	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	-
Kandungan udara dalam beton (%)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2

4. Menghitung berat semen yang diperlukan berdasarkan hasil langka dua (2) dan 4 (empat) diatas.
5. Menentukan volume agregat kasar yang diperlukan persatuan volume beton berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus halus agregat halus, dapat dilihat 2.11.

Tabel 2. 10 volume agregat kasar / m^3 beton(Sumber: SNI 7656-2012)

Ukuran agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kerig / m^3 untuk berbagai modulus halus butir			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
15	0,87	0,85	0,83	0,81

Modulus halus didefinisikan sebagai persentase kumulatif dari total partikel yang tertahan pada satu set layar dibagi dengan seratus. Penempatan lubang layar adalah 3,8mm; 19mm; 9.6mm; 4.8mm; 2.4mm; 1.2mm; 0,6mm; 0,3

mm; 0,15 mm Semakin tinggi nilai modulus halus, semakin besar butir agregatnya. Pada umumnya pasir memiliki kehalusan 1,5-3,8, sedangkan kerikil memiliki kehalusan 5-8. Koefisien kehalusan campuran pasir-kerikil bervariasi antara 5 dan 6,5.

6. Menghitung volume agregat halus yang diperlukan, berdasarkan jumlah air, semen dan agregat kasar yang diperlukan serta udara yang terperangkap dalam adukan (table 2.13), dengan cara hitungan volume absolute. $\text{Volume agregat halus} = 1 - (\text{vol. Air} + \text{vol. Kerikil} + \text{vol. Semen} + \text{vol. Udara terperangkap})$. Lihat tabel 2.12.

Tabel 2. 11 Perkiraan awal berat beton segar (Sumber: SNI 7656-2012)

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m^3	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37,5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

7. Menghitung berat masing-masing bahan susun beton.
8. Lakukan koreksi proporsi campuran berdasarkan kondisi agregat saat pelaksanaan.

F. Pengujian Sifat Mekanik Beton

Sifat-sifat mekanis yang ada pada beton dibagi menjadi 2 (dua), yaitu sifat mekanis jangka pendek dan jangka panjang. Sifat mekanis jangka pendek, yaitu kuat tekan beton. Sedangkan untuk sifat mekanis jangka panjang, yaitu rangkai dan susut pada beton.

1. Pengujian Kuat Tekan beton

Uji kuat tekan beton adalah besarnya tegangan per satuan luas yang akan menyebabkan suatu balok beton runtuh bila dibebani dengan gaya tekan yang melebihi kuat tekan beton itu sendiri oleh mesin penguji. Standar nasional indonesia(SNI 03-1974-2011) mendefinisikan kuat tekan beton sebagai besarnya tegangan per satuan luas yang akan menyebabkan contoh beton runtuh ketika dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan (Asrullah. 2021).

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini sebagai pengujian kuat tekan beton berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Nilai kuat tekan beton dapat ditentukan dengan persamaaan sebagai berikut:

$$f'c = \sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3)$$

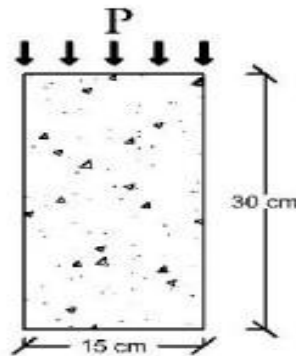
Keterangan:

$f'c = \sigma$ = beban tekan (Mpa)

P = beban tekan (N)

A = luas penampang benda uji (mm²)

Menurut (Dipohusodo, dkk., 1994) nilai kuat tekan beton tergantung pada umur dan biasanya ditentukan pada saat beton berumur 28 hari setelah dicor. Pada umumnya kuat tekan beton umur 7 hari mencapai 70%, umur 14 hari 85% - 90% dari kuat tekan beton umur 28 hari. Selama tahap konstruksi, beton yang akan dicampur harus disiapkan sedemikian rupa sehingga frekuensi terjadinya beton dengan kuat tekan lebih besar dari kuat tekan yang dibutuhkan dapat diminimalkan.



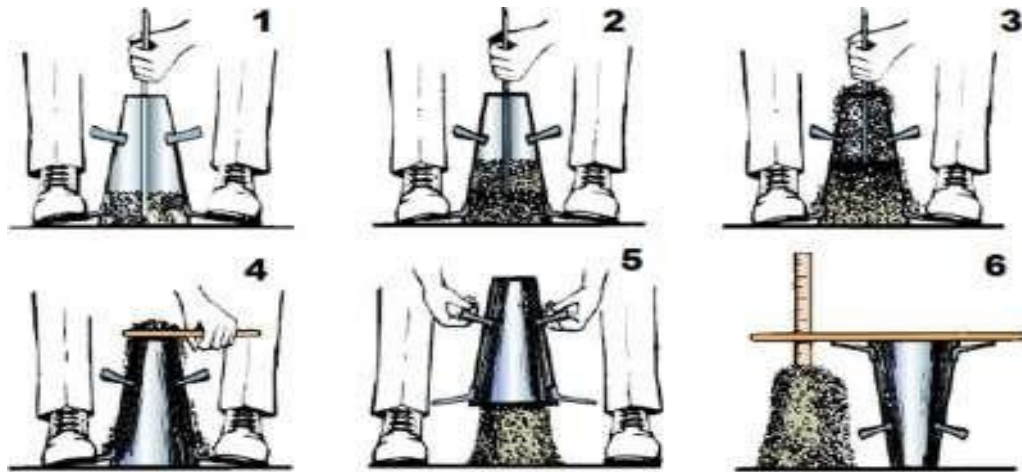
Gambar 2. 2 Sketsa pengujian kuat tekan beton (sumber: panduan praktikum bahan konstruksi)

2. Pengujian workability (Slump)

Uji slump merupakan suatu uji empiris atau metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi atau kekakuan dari campuran beton segar (*fresh concrete*). Uji slump dapat menunjukkan kekurangan, kelebihan, atau kecukupan air yang digunakan dalam pembuatan beton tersebut.

Nilai slump ditentukan oleh besarnya penurunan adukan beton dalam slump setelah alat diangkat. Nilai slump yang dihasilkan jika lebih besar dari nilai slump rencana maka adukan encer dan nilai workability akan semakin tinggi, dan sebaliknya jika nilai slump lebih kecil dari nilai slump rencana maka adukan kental dan nilai workability akan semakin rendah. *Slump* adalah salah satu ukuran kekentalan adukan beton yang dinyatakan dalam dan ditentukan dengan alat kerucut *abrams* (SNI 03-1972-1990) tentang Metode Pengujian Slump Beton Semen *Portland*). Kelelahan (*workability*) adalah sifat-sifat fisik adukan beton yang menentukan sejumlah usaha pekerjaan mekanikal (*mechanical works*), atau sejumlah energy tertentu yang dibutuhkan untuk menghasilkan beton yang padat dan monolitik dan segregasi.

Uji slump ini mengacu pada standar nasional indonesia(SNI 1972-2008). Beton dengan nilai *slump* kurang dari 15 mm mungkin tidak cukup plastis dan beton yang nilai slump lebih dari 230 mm mungkin tidak cukup kohesif untuk pengujian ini, lihat gambar 2.4.



Gambar 2. 3 Sketsa kerucut abrams (Sumber: SNI 1972-2008)

3. Perawatan beton

Pengerasan beton merupakan tahap akhir dari pekerjaan beton, yaitu dengan menjaga agar permukaan beton segar selalu basah sejak saat pemadatan hingga proses hidrasi selesai sepenuhnya (sekitar 28 hari). Kelembaban permukaan beton harus dipertahankan agar air dalam beton segar tidak keluar. Berkat ini, proses hidrasi semen (reaksi semen-air) dijamin sempurna. Jika hal ini tidak dilakukan maka air akan menguap dari permukaan beton segar akibat udara panas sehingga menyebabkan air mengalir dari beton segar dan beton segar kekurangan air menjadi basah sehingga mengakibatkan retakan pada permukaan beton. Konkrit (Suratmin et al., 2007).

Kekuatan beton bertambah seiring bertambahnya umur (Suratmin et al., 2007), yang dimaksud disini umur dihitung dari tekanan beton. Peningkatan

kekuatan beton pada awalnya cepat, lama kelamaan peningkatannya melambat dan peningkatannya relatif kecil setelah umur 28 hari. Standar kekuatan beton (kecuali umur dinyatakan secara khusus) adalah kekuatan beton pada umur 28 hari.

G. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

Ada beberapa penelitian yang sebelumnya yang telah dilakukan untuk menunjang proses penyelesaian serta sebagai bahan informasi maupun bahan acuan untuk menyelesaikan tugas akhir.

1. Tahun 2021, Misel Boro Allo Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia. “Pemanfaatan Agregat Sungai To Puang Kabupaten Tana Toraja Sebagai Bahan Campuran Beton”. Penelitian ini terfokus pada pemanfaatan agregat Sungai to Puang Kabupaten Tana Toraja sebagai bahan susun campuran beton, untuk mengetahui nilai kuat tekan, nilai kuat tarik belah, nilai kuat lentur, dan nilai modulus elastisitas. Mix design penelitian ini menggunakan metode SNI 7656: 2012. Pada penelitian ini target mutu rencana $f'c = 28$ MPa dengan nilai faktor air semen (fas) 0,44. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 30,290 MPa, kuat tarik belah rata-rata sebesar 2,902 MPa, kuat lentur rata-rata sebesar 3,376 MPa, dan nilai modulus elastisitas sebesar 20820,747 MPa
2. Jurnal tahun 2022 oleh Ellen Kristin Pangloli dan Herman Parung, Junus Mara Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia. “Pemanfaatan Agregat Sungai Mata Allo

Enrekang Sebagai Campuran Beton”. 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.

3. jurnal tahun 2022 oleh Aisal Ical Alnaldi, Herman Parung, dan Benny Kusuma Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia. “Pemanfaatan Agregat Sungai Aralle Kecamatan Buntu Malangka sebagai Bahan Campuran Beton”. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik agregat Sungai Aralle dan kekuatannya dalam pekerjaan beton. Kuat tekan rencana 20 MPa dengan menggunakan metode American Concrete Institute. Yang digunakan berupa benda uji silinder bediameter 15 cm × tinggi 30 cm, 12 buah pengujian kekuatan tekan, 3 buah pengujian kekuatan tarik belah serta balok 60 × 15 cm, pengujian kuat lentur 3 buah. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh pada

pengujian kuat tekan beton rata-rata pada umur 7, 14, 21, 28 hari masing-masing sebesar 9,903 MPa, 15,468 MPa, 18,203 MPa, 21,126 MPa. Pada umur 28 hari diperoleh kuat tarik belah 2,028 MPa, kuat lentur 2,756 MPa dan Modulus elastisitas 21252,778 MPa. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai karakteristik dan pengujian kuat tekan pada umur 28 hari diperoleh nilai memenuhi dan mencapai mutu yang direncanakan sehingga agregat tersebut baik digunakan dalam konstruksi beton.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang melibatkan banyak angka, dimulai dengan mengumpulkan data, menafsirkannya, dan menyajikan hasilnya melalui gambar, tabel, atau grafik. Bahan penelitian kemudian dianalisis menurut metode uji laboratorium. Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen campuran untuk menentukan kekuatan beton.

B. Lokasi dan Waktu

1. Lokasi penelitian

Untuk penelitian pembuatan benda uji beton dilaksanakan di laboratorium Struktur dan Bahan, Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare, Jl. Jendral Ahmad Yani No. Km. 6, Kel. Bukit Harapan, Kec. Soreang kota parepare.

2. Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 3 (tiga) bulan dimulai tanggal 02 Juni 2023 sampai dengan 03 september 2023.

Tabel 3.1 Time sckedule penelitian

No	Tahapan Penelitian	Durasi (minggu)	Waktu Penelitian												Ket
			Juni				Juli				Agustus				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Persiapan dan studi literatur	4													
2	Persiapan laboratorium	2													
3	Persiapan bahan	2													
4	Pengujian bahan	3													
5	Pembuatan benda uji	2													
6	Pengujian kuat tekan beton	4													
7	Analisa hasil pengujian	3													

C. Alat dan Bahan

1. Alat yang digunakan

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang valid, maka diperlukan sebagai peralatan dengan kondisi yang baik sebagai alat bantu dalam melakukan pembuatan dan pengujian benda uji. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Timbangan

Timbangan 20 kg digunakan untuk menimbang berat benda uji yang digunakan untuk penelitian. Selain mengukur kebutuhan material dalam pembuatan sampel uji.



Gamar 3. 1 Timbangan

b. Piknometer

Piknometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur massa jenis atau massa jenis suatu zat cair. Pada penelitian ini digunakan piknometer 500mL, nilai volume ini berlaku pada suhu yang tertera pada piknometer dan juga menguji berat jenis dari kandungan kadar lumpur.



Gamar 3. 2 Piknometer

c. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur kebutuhan jumlah air yang diperlukan dalam satu campuran adukan beton, dan menakar bahan tambah yaitu *superplasticizer*. Dalam penelitian ini gelas ukur juga digunakan untuk pengujian

berat jenis agregat halus dan agregat kasar. Gelas ukur yang digunakan memiliki kapasitas 250 ml.



Gamar 3. 3 Gelas Ukur

d. Ayakan saringan

Ayakan saringan yang digunakan untuk memisahkan agregat sesuai ukuran ayakan untuk pengujian analisa lolos saringan dan modulus halus butir.



Gamar 3. 4 Ayakan Saringan

e. Cetakan silinder

Cetakan beton silinder berukuran diameter 14 cm dan tinggi 30 cm, dimana berfungsi sebagai cetakan pembuatan sampel uji beton



Gamar 3. 5 Cetak silinder

f. Alat ukur

Yang dimaksud dalam penelitian ini adalah alat ukur dimensi, bisa berupa penggaris maupun kalliper. Alat ukur digunakan untuk mengukur dimensi dari suatu benda seperti cetakan, benda uji dan pengukuran lain dalam pengujian.



Gamar 3. 6 Alat Ukur

g. Oven

Oven digunakan untuk menguji kandungan kadar air, kadar lumpur dalam agregat halus dan agregat kasar yang digunakan dalam penelitian.



Gamar 3. 7 Oven

h. Los Angeles

Mesin los angeles merupakan salah satu mesin untuk pengujian keausan/abrasi agregat kasar. Tujuannya untuk mengetahui angka keausan yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus terhadap berat semula dalam persen.



Gamar 3. 8 Los Angeles

i. Mixer

Mesin digunakan dalam penelitian ini adalah mesin pengaduk dengan mesin bertenaga listrik.



Gamar 3. 9 Mixser

j. Kerucut abram

Digunakan untuk mengetahui nilai *slump* sebelum beton dimasukkan ke dalam cetakan.



Gamar 3. 10 Kerucut Abram

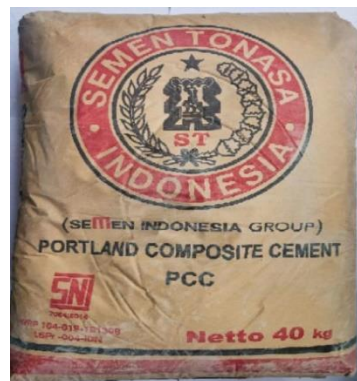
k. Alat lainnya

Alat lainnya yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggaris, ember, kuas, sendok, mangkuk, dll.

2. Bahan yang digunakan

Untuk kelancaran penelitian ini beberapa bahan yang digunakan untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian. Adapun bahan yang digunakan adalah sebagai berikut.

- a. Semen *Portland* type 1, Semen yang digunakan untuk pembuatan beton menggunakan semen *portland Composite Cemen (PCC)*.



Gamar 3. 11 Semen *Portland*

- b. Agregat kasar dan agregat halus digunakan pada penelitian ini.



Gamar 3. 12 Agregat Kasar (Krikil)



Gamar 3. 13 Agregat Halus (Pasir)

- c. Air yang digunakan dari laboratorium struktur dan bahan universitas muhammadiyah parepare. Air yang digunakan harus tempak jernih secara visual, tidak berwarna dan tidak berbau.

D. Prosedur Standar Penelitian

1. Persiapan material

Sebelum melakukan penelitian, bahan dan peralatan harus disiapkan terlebih dahulu. Persiapan bahan harus dibutuhkan untuk menyediakan bahan-bahan dengan mutu atau kualitas yang baik. Persiapan yang digunakan harus dilakukan berupa membersihkan material dari kotoran yang menempel agar tidak dapat merusak hasil penelitian.

2. Prosedur pelaksanaan pengujian semen

- a. Pemeriksaan berat jenis semen

Prosedur pelaksanaan pengujian gradasi butiran pasir sebagai berikut:

- 1) Botol le chatelier (piknometer) diisi dengan kerosin atau naptha sampai antara skala 0 sampai 1, keringkan bagian dalam botol diatas permukaan cairan.

- 2) Masukkan botol kedalam air sebagai usaha menjaga suhu yang konstan untuk menghindari variasi suhu botol yang lebih besar dari $0,2^{\circ}\text{C}$.
 - 3) Setelah suhu air sama dengan suhu cairan dalam botol, baca skala pada botol (V1)
 - 4) Masukkan contoh semen demi sedikit kedalam botol jangan sampai terjadi ada semen yang menempel pada dinding botol di atas cairan, sampai gelembung udara tidak timbul lagi dipermukaan.
 - 5) Kemudian baca skala pada botol (V2).
- b. Konsistensi normal semen portland

Prosedur pelaksanaan pengujian konsistensi semen adalah sebagai berikut:

- 1) Campur semen dengan air suling 14% (70 cc) lalu aduk sampai rata selama 3 menit hingga membentuk pasta semen.
- 2) Bila pasta semen telah tercampur rata, kemudian dibentuk menjadi bola dengan cara dilempar dari tangan kiri ke tangan kanan atau sebaliknya pada jarak 15 cm sebanyak 6 (enam) kali.
- 3) Kemudian masukkan bola pasta kedalam konikel, ratakan permukaan dengan cara ditekan menggunakan tangan.
- 4) Letakkan konikel pasta semen pada kaca datar. Jarum vikal besar ditempelkan pada permukaan semen tepat di bagian tengah dan lepaskan jarum dengan memutar pengikat E di jarum vikal tersebut selama 30 detik.

- 5) Ulangani catatan, jumlah air dapat ditambah bila penurunan jarum kurang dari 10 mm atau sebaliknya jumlah air dikurangi bila terjadi penurunan jarum lebih besar dari 10 mm.
- 6) Tentukan kadar air normal pada penurunan 10 mm berdasarkan grafik.

c. Pengujian waktu mengikat awal dan mengeras semen portland

Prosedur pelaksanaan pengujian gradasi butiran pasir sebagai berikut:

- 1) Campur semen dengan air suling sesuai dengan konsistensi normal yang didapatkan sebelumnya lalu aduk hingga rata selama 3 (tiga) menit hingga menjadi pasta.
- 2) Catat waktu saat pasta semen telah tercampur rata.
- 3) Kemudian pasta semen yang sudah rata tersebut dibentuk bola dengan cara dilempar dari tangan kiri ke tangan kanan atau sebaliknya pada jarak 15 cm sebanyak 6 (enam) kali.
- 4) Kemudian masukkan bola pasta kedalam konikel dan permukaan diratakan dengan cara ditekan.
- 5) Jarum vikat kecil ditempelkan pada bidang muka semen tepat dibagian tengahnya. Setelah 45 menit lepaskan jarum dengan memutar pengikat E dijarum vikat tersebut dan ukur penurunannya.
- 6) Setelah 15 menit dari perjatuhan pertama, jarum vikat ditarik kembali dan dijatuhkan pada permukaan yang baru (permukaan yang belum tertusuk jarum). Demikian seterusnya dilakukan dalam interval 15 menit hingga jarum tidak dapat masuk lagi kedalam

pasta semen (turun 0 mm). perlu diperhatikan jarak antara penusukan jarum adalah 3 mm dari penusukan sebelumnya.

- 7) Waktu mengikat semen ditentukan pada jarum vikat turun sebesar 25 mm. sedangkan waktu mengeras di tentukan bila jarum vikat turun sebesar 0 mm

3. Prosedur pelaksanaan agregat halus

- a. Percobaan analisa saringan atau gradasi agregat halus (pasir) Prosedur pelaksanaan percobaan analisa saringan agregat halus sebagai berikut:
 - 1) Ambil contoh agregat dengan cara perempat sebanyak 1000 gram.
 - 2) Oven selama 24 jam.
 - 3) Timbang pasir kering oven sebanyak 1000 gram. Kondisi suhu kamar.
 - 4) Timbang saringan satu persatu, lalu susun menurut ukuran saringan. Mulai dari pan, lubang saringan terkecil dan seterusnya sampai lubang saringan terbesar.
 - 5) Masukkan benda uji pada saringan teratas kemudian tutup. Pasang saringan pada mesin saringan lalu hidupkan motor pengguncang selama 15 menit.
 - 6) Biarkan selama 5 menit untuk memberi kesempatan debu-debu mengendap.
 - 7) Buka saringan tersebut, kemudian timbang masing-masing saringan beserta isinya.
 - 8) Hitung berat agregat yang tertahan pada masing-masing saringan.

- 9) Hitung persentase berat tertahan, kumulatifkan untuk mendapatkan faktor kehalusan.
 - 10) Hitung persentase lolos.
 - 11) Plot kedalam grafik hasil perhitungan lolos.
 - 12) Finess modulus adalah jumlah kumulatif persen dari suatu perhitungan analisa ayakan agregat pada seri lubang 0,15 mm, 0,30 mm, 0,60 mm sampai dengan saringan maksimum pada seri ayakan berbanding 1:2 dibagi 100.
- b. Percobaan berat jenis dan penyerapan agregat halus (pasir) dan limbah batu (stone crusher)

Prosedur pelaksanaan percobaan analisa saringan agregat adalah sebagai berikut:

- 1) Timbang pasir sebesar 500 gram.
- 2) Timbang pasir seberat 500 gram.
- 3) Rendam selama ± 24 jam.
- 4) Setelah direndam ± 24 jam, keringkan pasir hingga mencapai keadaan kering permukaan (SSD). Untuk mengetahui kondisi SSD tercapai, ambil kerucut kuningan tempatkan di tempat yang rata kemudian masukkan sampel $\frac{1}{3}$ bagian, gunakan penumbuk untuk memadatkan tumbuk 8 kali dengan tinggi jatuh kurang lebih 5 cm. Untuk lapis kedua ditumbuk 8 kali dan lapis ketiga 7 kali.
- 5) Timbang kondisi SSD sebanyak 500 gram, ambil 2 sampel.
- 6) Timbang piknometer (dalam keadaan kosong).

- 7) Isi piknometer dengan aquades, lalu timbang piknometer yang berisi aquades tersebut, tuangkan kembali aquades apabila sudah ditimbang.
 - 8) Masukkan pasir kondisi SSD sebanyak 500 gram tadi ke dalam piknometer, lalu tambahkan aquades, kocok selama ± 5 menit.
 - 9) Diamkan selama 24 jam untuk mengeluarkan gelembung udara didalamnya.
 - 10) Setelah 24 jam, timbang piknometer + pasir + aquades.
 - 11) Timbang talang (wadah) kosong
 - 12) Tuangkan pasir dari piknometer ke dalam talang (wadah) tersebut lalu oven selama 24 jam.
 - 13) Keluarkan sampel dari oven, dinginkan lalu timbang untuk mendapatkan berat kering.
- c. Percobaan berat volume agregat halus (pasir)

Prosedur pelaksanaan percobaan analisa saringan agregat halus adalah sebagai berikut:

- 1) Ukuran volume bohler.
- 2) Timbang berat Bohler
- 3) Masukkan agregat halus (pasir) ke dalam Bohler $\pm 1/3$ bagian lalu tumbuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali.
- 4) Ulangi prosedur (3) untuk lapis ke-2.
- 5) Untuk lapisan terakhir, masukkan agregat hingga melebihi permukaan atas Bohler lalu tusuk kembali sebanyak 25 kali.
- 6) Ratakan permukaannya dengan alat perata.

7) Timbang berat Bohler + pasir.

d. Percobaan kadar air agregat halus (pasir)

Prosedur pelaksanaan percobaan kadar air agregat halus adalah sebagai berikut:

- 1) Timbang talang kosong yang digunakan
- 2) Pasir ditimbang untuk memperoleh berat basah (kondisi lapangan).
- 3) Setelah itu dioven selama 24 jam dengan suhu 100 °C.
- 4) Setelah $\pm$ 24 jam, dinginkan lalu timbang kembali untuk mendapatkan berat kering.

e. Percobaan kadar lumpur agregat halus (pasir)

Prosedur pelaksanaan percobaan analisa saringan agregat halus adalah sebagai berikut:

- 1) Oven pasir sebanyak 500 gram selama 24 jam.
- 2) Setelah 24 jam timbang kembali pasir tersebut untuk mendapatkan berat kering.
- 3) Setelah ditimbang cucilah pasir dengan cara :
 - a) Masukkan kedalam saringan no. 200 dan diberi air pencuci secukupnya, sehingga benda uji terendam.
 - b) Guncang-guncangkan saringan tadi selama $\pm$ 5 menit.
 - c) Ulangi prosedur 3a dan 3b diatas, hingga air pencuci menjadi jernih (lumpur hilang).
- 4) Setelah dicuci dikeringkan lagi dengan oven selama 24 jam dengan suhu 100°C.

- 5) Setelah dioven, timbang kembali pasir tersebut untuk mendapatkan berat kering.

f. Percobaan kadar organik agregat halus (pasir)

Prosedur pelaksanaan percobaan analisa saringan agregat halus adalah sebagai berikut:

- 1) Botol bening diisi dengan pasir 1/3 bagian dan NaOH 3% 1/3 bagian juga.
- 2) Setelah itu botol tersebut dikocok selama ± 10 menit.
- 3) Setelah dikocok, diamkan selama 24 jam kemudian diamati perubahan warna yang terjadi.
- 4) Bandingkan warna tersebut dengan standard warna kandungan organik.

4. Prosedur pelaksanaan agregat kasar (kerikil)

a. Percobaan analisa saringan atau gradasi agregat kasar (kerikil)

Prosedur pelaksanaan percobaan analisa saringan atau gradasi agregat kasar adalah sebagai berikut:

- 1) Ambil contoh agregat dengan cara perempat sebanyak 2000 gram.
- 2) Oven selama 24 jam.
- 3) Timbang agregat kering oven sebanyak 2000 gr. Kondisi suhu kamar.
- 4) Timbang saringan satu persatu, lalu susun menurut ukuran saringan.

Mulai dari pan, lubang saringan terkecil dan seterusnya sampai lubang saringan terbesar.

- 5) Masukkan benda uji pada saringan teratas kemudian tutup. Pasang saringan pada mesin saringan lalu hidupkan motor pengguncang selama 15 menit.
 - 6) Biarkan selama 5 menit untuk memberi kesempatan debu-debu mengendap.
 - 7) Buka saringan tersebut, kemudian timbang masing-masing saringan beserta isinya.
 - 8) Hitung berat agregat yang tertahan pada masing-masing saringan.
 - 9) Hitung persentase berat tertahan, kumulatiskan untuk mendapatkan faktor kehalusan.
 - 10) Hitung persentase lolos.
 - 11) Plot ke dalam grafik hasil perhitungan lolos.
- b. Percobaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar (kerikil)
- Prosedur pelaksanaan percobaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar adalah sebagai berikut:
- 1) Ambil kerikil sebanyak 5000 gram.
 - 2) Rendam selama ± 24 jam.
 - 3) Setelah ± 24 jam, keringkan kerikil hingga mencapai keadaan kering permukaan (SSD).
 - 4) Timbang kondisi SSD sebanyak 5000 gram di udara.
 - 5) Timbang keranjang kosong dalam air.
 - 6) Timbang keranjang + sampel SSD dalam air.
 - 7) Keluarkan sampel dari keranjang dan oven selama ± 24 jam.

- 1) Keluarkan sampel dari oven, dinginkan lalu timbang untuk mendapatkan berat kering.

c. Percobaan berat volume agregat kasar

Prosedur pelaksanaan percobaan berat volume agregat kasar adalah sebagai berikut:

1) Kondisi lepas

- a) Ukur volume bohler.
- b) Timbang Bohler dalam keadaan kosong.
- c) Isi Bohler dengan kerikil sampai penuh.
- d) Ratakan permukaan Bohler dengan alat perata.
- e) Timbang berat bohler + kerikil.

2) Kondisi padat

- a) Ukur volume bohler.
- b) Timbang berat Bohler
- c) Masukkan agregat kasar (kerikil) ke dalam Bohler $\pm 1/3$ bagian lalu tumbuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali.
- d) Ulangi prosedur (3) untuk lapis ke-2.
- e) Untuk lapisan terakhir, masukkan agregat hingga melebihi permukaan atas Bohler lalu tusuk kembali sebanyak 25 kali.
- f) Ratakan permukaannya dengan alat perata.
- g) Timbang berat Bohler + kerikil.

d. Percobaan kadar air agregat kasar (kerikil)

Prosedur pelaksanaan percobaan kadar air agregat kasar adalah sebagai berikut:

- 1) Timbang talang kosong digunakan.
- 2) Kerikil ditimbang untuk memperoleh berat basah (kondisi lapangan).
- 3) Setelah itu dioven selama 24 jam dengan suhu 100°C.
- 4) Setelah ± 24 jam, dinginkan lalu timbang kembali untuk mendapatkan berat kering.

e. Percobaan kadar lumpur agregat kasar (kerikil)

Prosedur pelaksanaan percobaan kadar lumpur agregat kasar adalah sebagai berikut:

- 1) Oven kerikil sebanyak 1000 gram selama 24 jam.
- 2) Setelah 24 jam, timbang kembali kerikil tersebut untuk mendapatkan berat kering.
- 3) Setelah ditimbang cucilah kerikil dengan cara :
 - a) Masukkan kedalam saringan no. 200 dan diberi air pencuci secukupnya, sehingga benda uji terendam.
 - b) Guncang-guncangkan saringan tadi selama ± 5 menit.
 - c) Ulangi prosedur 3a dan 3b diatas, hingga air pencuci menjadi jernih (lumpur hilang).
- 4) Setelah dicuci dikeringkan lagi dengan oven selama 24 jam dengan suhu 100°C.
- 5) Setelah dioven, timbang kembali kerikil tersebut untuk mendapatkan berat kering.

- f. Percobaan pemeriksaan abrasi atau keausan agregat kasar (kerikil)
 - 1) Ambil benda uji (kerikil) yang akan diperiksa, lalu cuci sampai bersih.
 - 2) Keringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu 110°C.
 - 3) Ambil sampel sebanyak 5000 gram.
 - 4) Masukkan sampel pada drum abrasi beserta bola baja.
 - 5) Tutup kembali drum abrasi.
 - 6) Atur angka pada counter sesuai jumlah putaran yang diinginkan.
 - 7) Tekan tombol start, sehingga drum berputar.
 - 8) Setelah drum berhenti, pasang talang dibawah drum.
 - 9) Buka tutup tekan tombol inching sehingga drum terbalik, sehingga agregat dan bola baja tertampung pada talang.
 - 10) Saring agregat dengan saringan no. 12 dan agregat yang tertahan dicuci sampai bersih.
 - 11) Keringkan dengan oven selama 24 jam.
 - 12) Timbang berat keringnya.

5. Percobaan pemeriksaan beton segar (*concrete mixer test*)

Prosedur pelaksanaan percobaan beton segar (*concrete mixer test*) adalah sebagai berikut:

- a. Bersihkan bagian dalam *concrete mixer*.
- b. Timbang bahan yang akan digunakan sesuai hasil perhitungan *mix design*.
- c. Jalankan *mixer concrete*.
- d. Masukkan agregat ke dalam *mixer*.

- e. Masukkan air sedikit demi sedikit sampai air yang telah disediakan masuk semua sambil *mixer* jalan terus.
- f. Setelah semua bahan dimasukkan, jalankan *mixer* sampai ± 2 menit berikutnya (sampai campuran kelihatan mengkilat).
- g. Lakukan pengukuran nilai slump.
- h. Setelah nilai slump tercapai, tuangkan campuran ke dalam talang.
- i. Beton segar dimasukkan ke dalam cetakan silinder.
- j. Tiap sepertiga bagian silinder terisi, padatkan dengan tongkat pemadat.
- k. Padatkan dengan vibrator.
- l. Ratakan permukaan beton dalam cetakan.
- m. Diamkan selama 24 jam.
- n. Setelah 24 jam, buka cetakan dengan hati-hati, usahakan beton tidak menerima getaran.
- o. Beton yang telah dibuka dari cetakan langsung direndam dalam bak perendaman.

6. Percobaan pemeriksaan nilai slump (*slump test*)

Prosedur pelaksanaan percobaan pemeriksaan nilai slump (*slump test*) adalah sebagai berikut:

- a. Ambil adukan beton dari mixer.
- b. Letakan corong slump di atas talang injak kedua kakinya.
- c. Masukkan adukan beton kedalam corong slump $\pm$ sepertiga bagiannya, lalu tusuk-tusuk dengan batang pemadat secara merata sebanyak 25 kali.

- d. Lakukan hal yang sama untuk lapis kedua dan lapis ketiga atau tiap sepertiga bagian silinder.
- e. Ratakan permukaan corong.
- f. Angkat corong dengan hati-hati dalam posisi tegak lurus, lalu ukur penurunan yang terjadi (selisih antara tinggi awal dan akhir). Besarnya penurunan ini disebut nilai slump.

7. Percobaan pemeriksaan berat isi beton segar

Prosedur pelaksanaan percobaan pemeriksaan berat isi beton segar adalah sebagai berikut:

- a. Timbang dan catat berat takaran.
- b. Masukkan beton segar ke dalam takaran dibagi dalam 3 (tiga) lapis tiap lapisnya dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali.
- c. Timbang takaran dan isinya (B).

8. Percobaan pengujian kuat tekan beton keras

Prosedur pelaksanaan percobaan pemeriksaan berat isi beton segar adalah sebagai berikut:

- a. Ambil benda uji dari perendaman.
- b. Keringkan hingga mencapai kondisi SSD (kering permukaan).
- c. Timbang benda uji.
- d. Letakkan benda uji pada meja penekan. Periksa manometer yang akan digunakan pada skala nol.
- e. Bundel distel pada posisi penekanan lalu hidupkan mesinnya.

9. Amati pergerakan manometer, catat nilai maksimum beban yang dapat ditahan oleh benda uji. Setelah dibagi dengan luas penampang benda uji, diperoleh nilai kuat tekan karakteristik beton tersebut.

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan menggunakan penelitian kuantitatif dengan melakukan beberapa pengujian terhadap benda uji di laboratorium. Teknik pengumpulan data terdiri atas 2 (dua) yaitu sebagai berikut:

1. Data primer

Data yang diperoleh melalui eksperimen di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Penelitian ini berfokus pada variasi dari substitusi agregat Sungai Batu Tiakka'. Adapun data primer yang diperlukan dibagi 2 (dua) jenis yaitu:

a. Karakteristik bahan

Data yang diperlukan pada karakteristik bahan didapatkan pada pengujian sebagai berikut:

1) Karakteristik agregat halus

- a) Gradasi butiran agregat halus
- b) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus
- c) Pemeriksaan berat volume agregat halus
- d) Pemeriksaan kandungan lumpur
- e) Pemeriksaan kadar air
- f) Pemeriksaan zat organik

2) Karakteristik agregat kasar

- a) Gradasi butiran agregat kasar
- b) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar
- c) Pemeriksaan berat volume dalam agregat kasar
- d) Pemeriksaan kandungan lumpur
- e) Pemeriksaan kadar air
- f) Pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi los angeles

3) Karakteristik semen

- a) Pemeriksaan berat jenis semen
- b) Konsistensi normal semen portland
- c) Pengujian waktu mengikat awal dan mengeras semen portland

b. Karakteristik beton

Data yang diperlukan pada karakteristik beton didapatkan pada pengujian sebagai yaitu Kuat tekan selinder.

2. Data sekunder

Data sekunder sebagai pendukung merupakan gambaran pada daerah studi. Pengumpulan data sekunder merupakan pengumpulan data secara tidak langsung dari sumber/objek. Data diperoleh dari tulisan seperti buku teori, buku laporan, peraturan-peraturan, dan dokumen baik yang berasal dari instansi terkait maupun hasil kajian literature.

3. Benda uji

Campuran agregat semen dan air sebanyak yang direncanakan dan dipadatkan dalam silinder cetakan tertentu.



Gamar 3. 14 Benda uji silinder 300 mm × 150 mm

Tabel 3. 2 Jenis dan sampel benda uji

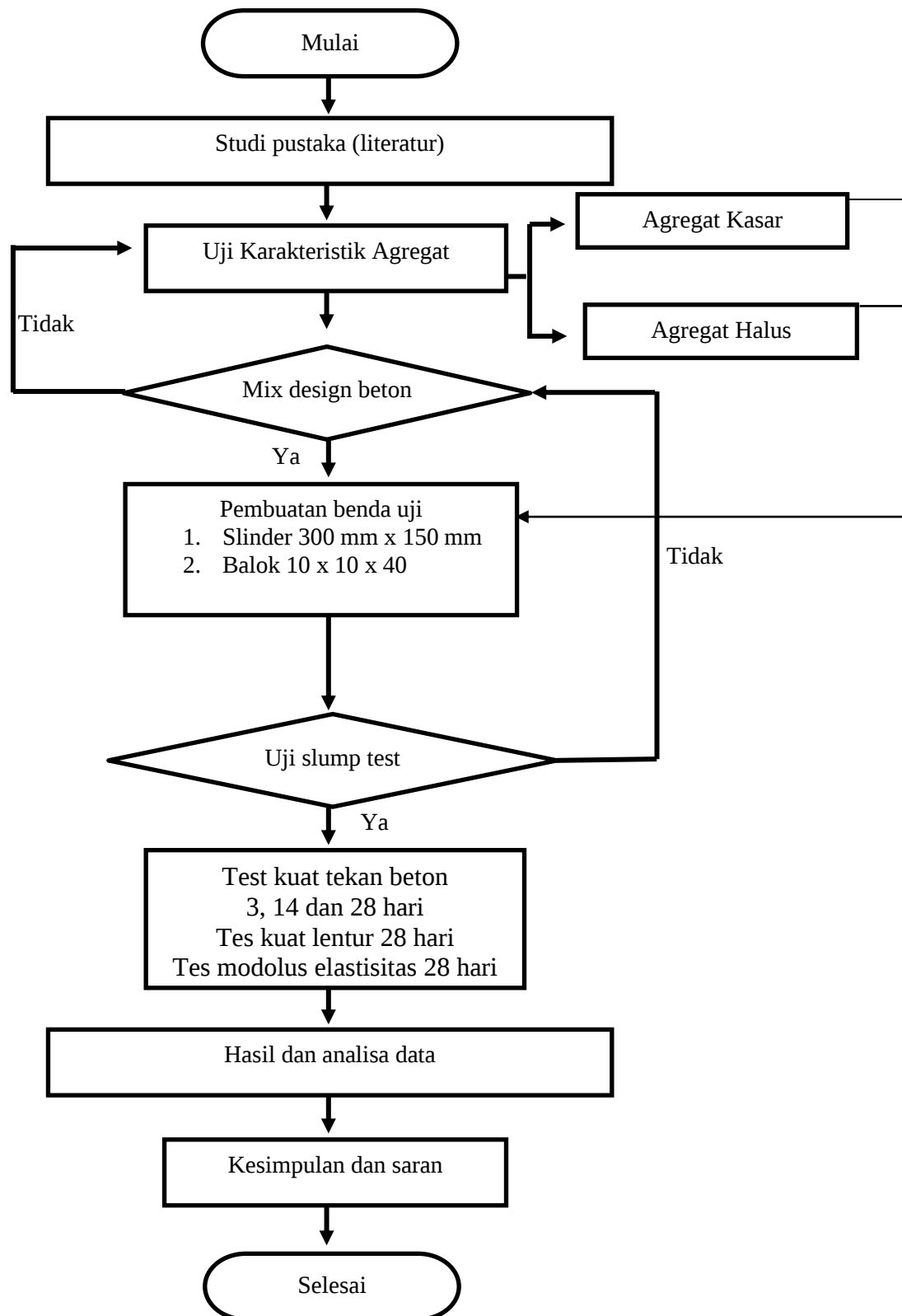
No	Jenis sampel	Umur beton (hari)			Jumlah	Keterangan
		3	14	28		
1	Kuat tekan beton	3	3	3	9	Slinder Ø15X30
2	Kuat tarik Belah			2	2	Slinder Ø15X30
3	Kuat lentur			2	2	Balok Ø15X15X60
					13	

F. Teknik Analisis Data

Pada tahapan analisis dilakukan terhadap data hasil pengujian benda uji beton. Dalam penelitian ini analisis yang dilakukan adalah analisis mengetahui nilai kuat tekan beton. Selanjutnya dipaparkan ke dalam grafik.

G. Bagan Alir penelitian

Penelitian dimulai dengan survay material, pengujian bahan, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian sampel, analisis data, pembahasan hasil pengujian, kesimpulan dan saran. Berikut disajikan diagram alir penelitian.



Gamabar 3. 15 : bagan alur penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Agregat

Pengujian yang dilakukan terhadap agregat, baik itu agregat kasar, agregat halus dan batok kelapa didasarkan pada SNI (Standar Nasional Indonesia). Hasil pengujian agregat ditunjukkan pada rekapitulasi dari percobaan-percobaan yang dilakukan di Laboratorium, yaitu sebagai berikut:

1. Agregat kasar (kerikil)

Tabel. 4.1 Rekapitulasi hasil pengujian agregat kasar (Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

NO	KARAKTERISTIK AGREGAT	STANDAR SPESIFIKASI	HASIL PENGAMATAN		NILAI RATA-RATA	KET.
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 1% (SNI S-04-1989)	1.0%	0.70%	0.85%	Memenuhi
2	Keausan	Maks 50% (SNI 2417:2008)	19.8%	13.0%	16.4%	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2% (SNI 03-1971-1990)	1.52%	1.52%	1.52%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter (SNI 03-4804-1998)	1.61	1.65	1.63	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter (SNI 03-4804-1998)	1.68	1.71	1.69	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4 % (SNI 03-1970-1990)	1.11%	1.11%	1.11%	Memenuhi

Lanjutan **Tabel. 4.1**

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	STANDAR SPESIFIKASI	HASIL PENGAMATAN		NILAI RATA-RATA	KET.
			I	II		
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3 (SNI 03-1970-1990)	2.61	2.61	2.61	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3 (SNI 03-1970-1990)	2.54	2.54	2.54	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3 (SNI 03-1970-1990)	2.56	2.56	2.56	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	6,0 - 8,0 (SNI 03-1968-1990)	6.65	7.15	6.90	Memenuhi

Dari pengujian agregat kasar (kerikil) diatas didapatkan hasil sebagai berikut:

a. Kadar lumpur agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat kasar diatas yaitu 0,85%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 1% yang menunjukkan bahwa material agregat kasar tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu.

b. Keausan agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian keausan agregat kasar diatas yaitu 16,4%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 50% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton..

c. Kadar air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar air agregat kasar diatas yaitu 1,52%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 0,5%-2,00% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

d. Berat volume agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat volume agregat kasar kondisi lepas diatas yaitu 1,63 sedangkan pengujian berat volume agregat kasar kondisi padat yaitu 1,69, dari ke 2 (dua) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,6-1,9 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

e. Penyerapan air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian penyerapan air agregat kasar diatas yaitu 1,11%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 4% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

f. Berat jenis agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat jenis nyata diatas yaitu 2,61, berat jenis kering yaitu 2,54, dan berat jenis kering permukaan yaitu 2,56, dari ke 3 (tiga) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,6-3,3 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

g. Modulus kehalusan agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian modulus kehalusan agregat kasar diatas yaitu 6,90, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 6,0-8,0 yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

2. Agregat halus (pasir)

Tabel. 4.2 Rekapitulasi hasil pengujian agregat halus (Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	STANDAR SPESIFIKASI	HASIL PENGAMATAN		NILAI RATA-RATA	KET.
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 5% (SNI S-04-1989)	3.0%	3.6%	3.30%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3 (SNI 03-2816-1992)	No. 1	No. 1	1	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5% (SNI 03-1971-1990)	1.01%	4.17%	2.59%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter (SNI 03-4804-1998)	1.41	1.42	1.41	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter (SNI 03-4804-1998)	1.45	1.50	1.47	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2% (SNI 03-1970-1990)	2%	1.42%	1.73%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3 (SNI 03-1970-1990)	2.45	2.37	2.41	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3 (SNI 03-1970-1990)	2.33	2.29	2.31	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3 (SNI 03-1970-1990)	2.38	2.33	2.35	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80 (SNI 03-1968-1990)	3.17	3.98	3.58	Memenuhi

Dari pengujian agregat halus (pasir) diatas didapatkan hasil sebagai berikut:

a. Kadar lumpur agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat halus diatas yaitu 3,30%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 5% yang menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu.

b. Kadar organik agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar organik agregat halus diatas sampel menunjukkan warna kekeruhan di angka No.1 pada standar warnah yang menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut memiliki tingkat kadar organik terbilang rendah sehingga dapat digunakan dalam campuran beton tanpa perlu dicuci terlebih dahulu.

c. Kadar air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar air agregat halus di atas yaitu 2,59%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 2,00%-5,00% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

d. Berat volume agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat volume agregat halus kondisi lepas diatas yaitu 1,41 sedangkan pengujian berat volume agregat halus kondisi padat yaitu 1,47, dari ke 2 (dua) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,4-1,9 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

e. Penyerapan air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian penyerapan air agregat halus di atas yaitu 1,73%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval dari 0,2%-2% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

f. Berat jenis agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat jenis nyata diatas yaitu 2,41, berat jenis kering yaitu 2,31 dan berat jenis kering permukaan yaitu 2,35 dari ke 3 (tiga) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,6-3,3 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

g. Modulus kehalusan agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian modulus kehalusan agregat halus diatas yaitu 3,58 hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,50-3,80 yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

B. Rancangan Campuran Beton (*Mix Design*)

Rancangan campuran beton dihitung berdasarkan SNI 7656:2012, yaitu sebagai berikut:

Tabel. 4.3 *Mix design* berdasarkan SNI 7656:2012 (Sumber: Hasil olah laboratorium 2024)

No	Uraian	Nilai
1	Kuat tekan karakteristik umur 28 hari (f_c')	20 MPa
2	Nilai margin/nilai tambah (M)	8,36 MPa
3	Kekuatan rata-rata yang hendak dicapai (f_{cr}')	33,36 MPa
4	Jenis semen (PC)	Jenis I
5	Jenis agregat halus	Alami
6	Jenis agregat kasar	Pecah
7	Faktor air semen (FAS)	0,49
8	Slump (untuk plat, balok, kolom, dinding)	75 - 100 mm
9	Ukuran agregat maksimum	20 mm
10	Daerah gradasi agregat kasar	Zona 1
11	Daerah gradasi agregat halus	Zona 3
12	Berat jenis beton	2350 kg/m ³
13	Kebutuhan air	203,0 kg/m ³
14	Kebutuhan semen Portland	413,6 kg/m ³
15	Kebutuhan agregat halus	702,6 kg/m ³
16	Kebutuhan agregat kasar	1030,8 kg/m ³

Maka diperoleh perbandingan antara agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), semen, dan air untuk kebutuhan tiap siklus pencampuran, yaitu:

1. Pasir = 45,02 kg/m³
2. Kerikil = 72,14 kg/m³
3. Semen = 33,08 kg/m³
4. Air = 14,21 liter

Analisa kebutuhan air, semen, pasir dan kerikil untuk 12 benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan panjang 300 mm, yaitu:

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Volume 12 selinder} &= 12 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 0,15^2 \times 0,30 \\
 &= 0,0636 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Agar tidak terjadi kekurangan bahan maka diperlukan penambahan volume silinder sebesar 10%, dengan analisis sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total 12 silinder} &= 0,0636 + (10\% \times 0,0636) \\
 &= 0,0636 + 0,00636 \\
 &= 0.06997 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

a. Kebutuhan untuk 12 silinder beton adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Air} &= 0.06997 \times 203,0 \text{ Kg} \\
 &= 14,21 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Semen} &= 0.06997 \times 472,8 \text{ Kg} \\
 &= 33,08 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pasir} &= 0.06997 \times 643,4 \text{ Kg} \\
 &= 45,02 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\text{Kerikil} = 0.05484 \times 1030,8 \text{ Kg}$$

$$= 72,14 \text{ Kg}$$

Tabel 4.4 *Mix design* kebutuhan bahan material untuk 12 silinder (Sumber: Hasil olah laboratorium 2024)

NO	Variasi Campuran (%)	Semen (Kg)	Kerikil (Kg)	Pasir (Kg)	Air (Kg)
1	Normal	33,08	72,14	45,02	14,21

C. Nilai *Slump Test*

Pengujian nilai *Slump test* dilakukan dengan menggunakan kerucut *abrams*, dengan membasahi kerucut *abrams* terlebih dahulu kemudian menempatkannya ditempat yang rata. Kemudian diisi dengan beton segar sebanyak 3 lapis, setiap lapisan diisi 1/3 dari volume kerucut *abrams* dan ditusuk sebanyak 25 kali dan penusukan dilakukan hingga mencapai bagian bawah dari setiap lapisan setelah pengisian kerucut selesai bagian atasnya diratakan. Dalam waktu sekitar 30 detik kerucut diangkat lurus vertikal secara perlahan, kemudian tentukan nilai *slump* dengan cara mengukur tinggi campuran selisih dengan tinggi kerucut.

Tabel 4.5 Hasil pengujian nilai *Slump test* (Sumber: Hasil olah laboratorium 2024)

NO	Variasi Campuran	Waktu campur (menit)	Slump rencana (mm)	Slump lapangan (mm)
1	Normal	± 10	75 - 100	92

Berdasarkan **Tabel 4.5** memberikan penjelasan tentang nilai hasil *Slump test* beton segar (pasta beton) didapatkan nilai memenuhi slump rencana.

D. Kuat Tekan Beton

Setelah melalui beberapa proses yaitu dari tahap pembuatan sampai dengan tahap perawatan benda uji, selanjutnya benda uji tersebut melalui proses pengujian kuat tekan terhadap benda uji tersebut. Pengujian ini dilakukan saat benda uji berumur 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan menggunakan benda uji berupa silinder dengan panjang 30 cm dan diameter 15 cm sebanyak 9 buah sampel. Kemudian setiap benda uji yang akan dilakukan pengujian kuat tekan beton ditimbang terlebih dahulu.

Adapun hasil dari pengujian kuat tekan beton dengan 3 hari perawatan adalah sebagai berikut:

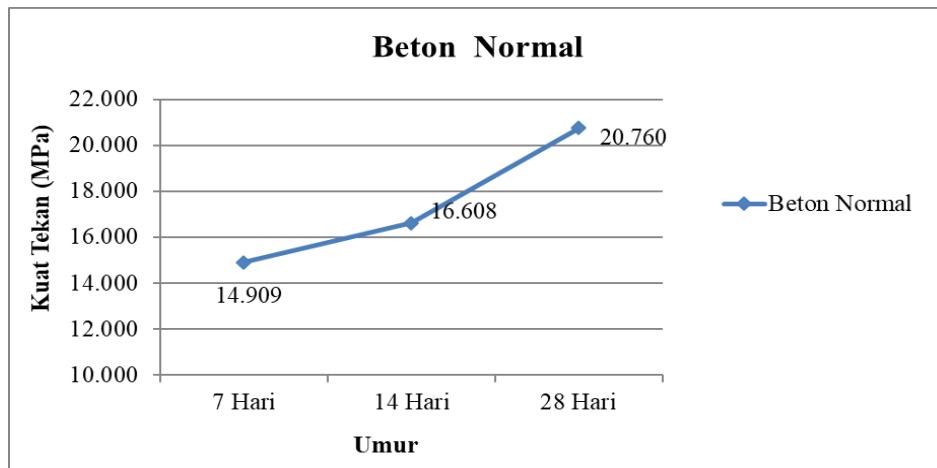
Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari kuat tekan rata-rata yang didapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.6. Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'_c (MPa)
1	7 Hari	12,44	263	14,91
2	14 Hari	12,00	293	16,61
3	28 Hari	12,22	367	20,76

Pada tabel 4.6, diatas dapat diuraikan penjelasan pada uji kuat tekan beton didapatkan nilai kuat tekan rata-rata pada beton berumur 7 hari sebesar 14,91 MPa, untuk umur 14 hari sebesar 16,61 MPa, untuk umur 28 hari sebesar 20,76 MPa, dan mencapai kuat tekan yang telah direncanakan yaitu f_c 20 MPa.

Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton disajikan dalam grafik sebagai berikut:



Gambar 4.1 Grafik pengujian kuat tekan beton

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa capaian kuat tekan beton, peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 1,70 Mpa atau 8,19% sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 4,152 Mpa atau 20%.

E. Kuat Tarik Belah Beton

Setelah melalui proses pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tarik belah terhadap benda uji tersebut. Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan menggunakan benda uji berupa silinder dengan panjang 30 cm dan diameter 15 cm sebanyak 3 buah sampel. Setiap benda uji yang akan dilakukan pengujian kuat tarik belah beton ditimbang terlebih dahulu.

Adapun hasil dari pengujian kuat tarik belah beton dengan umur perawatan 28 hari terhadap beton normal, adalah sebagai berikut:

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton normal dilakukan pada umur 28 hari kuat tarik belah rata-rata yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.7. Rekapitulasi hasil pengujian kuat tarik belah beton normal

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	L (mm)	D (mm)	Kuat Tekan f'_c (MPa)
1	28 Hari	12.00	260.00	300.00	150.00	11.56

Pada pengujian kuat tarik belah beton untuk beton normal didapatkan nilai kuat tekan rata-rata 11,56 MPa.

Dari hasil pengujian kuat tarik belah pada benda uji, tidak mengalami segregasi (penyebaran tidak merata agregat pada beton) karena agregat pada benda uji tersebar merata dalam campuran, dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.2 Dokumentasi pengujian tarik belah pada benda uji

F. Kuat Lentur Beton

Setelah dilakukannya pembuatan, uji slump, dan perawatan benda uji balok, selanjutnya yang dilakukan adalah pengujian kuat lentur benda uji. Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada benda uji umur 28 hari mutu beton yang direncanakan (f'_c) sebesar 20 MPa sebanyak 2 sampel dengan menggunakan metode SNI 03- 2834-2000. Hasil pengujian adalah sebagai berikut:

Pengujian kuat lentur yang dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari disajikan dalam tabel 4.8 sebagai berikut:

Tabel 4. 8 Kuat lentur balok Beton Normal (*Sumber: Analisis Data*)

Sampel	Detik	Berat (kg)	Beban (KN)	Modulus of Rapture (MPa)	Keterangan
1	1	32.63	0,0	0,000	
	2	32.63	6,0	1,067	Patah
2	1	32.09	0,0	0,000	
	2	32.09	8,0	1,422	Patah

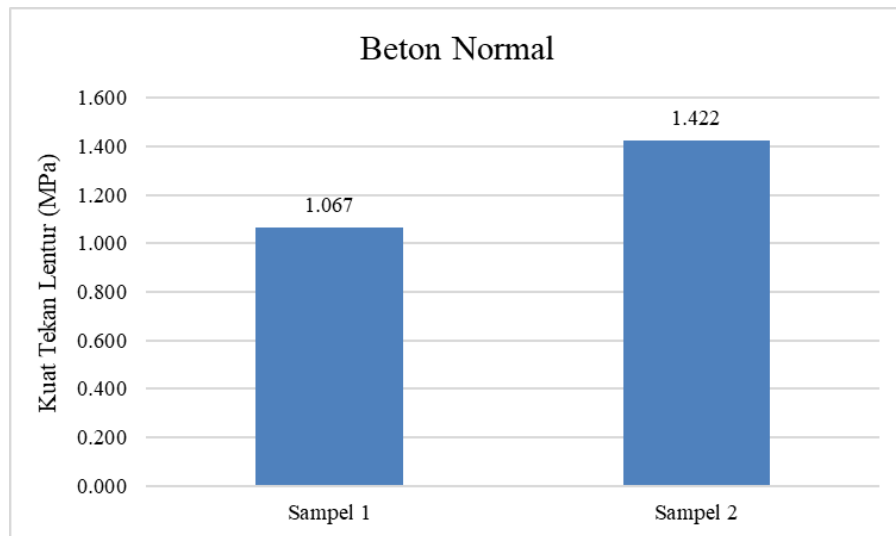
Tabel 4.8 di atas menjelaskan bahwa, beban maksimum 8,00 KN dengan rata-rata 7,00 KN dan modulus of rapture maksimum sebesar 1,422 MPa dengan rata-rata 1,244 MPa. Pada detik ke 2 (dua) kedua sampel balok sudah patah.

Secara teknis, menurut SNI 2847-2013, hubungan antara kuat lentur (f_r) dengan kuat tekan (f'_c), adalah:

$$f_r = 0,62 \sqrt{f'_c}$$

$$f_r = 0,62 \sqrt{20,76}$$

$$f_r = 2,825 \text{ MPa}$$



Gambar 4. 3 Grafik Beton Normal (*Sumber: Analisis Data*)

Pada gambar 4.3 di atas menjelaskan bahwa kuat lentur sampel 1 sebesar 1,67 MPa dan sampel 2 sebesar 1,422 MPa. Sampel 2 mengalami peningkatan dari sampel 1 sebesar 0,335 MPa. Dan nilai rata-rata yang didapatkan yaitu 1,244 MPa. Dari hasil pengujian kuat kuat lentur yang dilakukan belum memenuhi kekuatan yang di rencanakan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dibahas diatas, dapat ditarik kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

1. Hasil pengujian material agregat kasar maupun agregat halus dari Sungai Batu Tiakka' Kabupaten Tana Toraja agregat halus pasir kadar air 2,59%, kadar lumpur 3,30%, berat jenis 2.41, absorsi 1.73%, berat volume lepas 1.41 kg/liter, berat volume padat 1.47 kg/liter dan kealusan 3,58%. Karakteristik agregat kasar Sungai Batu Tiakka', agregat kasar kadar air 1.52%, kadar lumpur 0.85%, berat jenis 2.61, absorsi 1,11%, berat volume lepas 1.63 kg/liter, berat volume padat 1.69 kg/liter dan kehausan 6,90%, secara keseluruhan memenuhi ketentuan standar spesifikasi SNI yang ditetapkan sekaligus dinyatakan layak digunakan sebagai material pembuatan beton.
2. Hasil pengujian karakteristik beton yang meliputi kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat tarik lentur, sebagai berikut:
 - a) Kuat tekan beton didapatkan rata-rata 20,76 MPa. Sesuai dengan kuat tekan rencana pada penelitian ini sebesar 20 MPa, Disimpulkan beton mencapai kuat tekan rencana dan layak digunakan untuk konstruksi.
 - b) Kuat tarik belah beton didapatkan rata-rata nilai kuat tarik belah sebesar 11,56 MPa, pada benda uji tidak mengalami segregasi (penyebaran tidak merata agregat pada beton) karena agregat pada benda uji tersebar merata dalam campuran.

c) Kuat tarik lentur beton didapatkan nilai rata-rata 1,244 MPa, dan dari hasil penggunaan formula $0.62\sqrt{f'_c}$, didapatkan hasil kuat lentur adalah 2,825 MPa. Dari hasil pengujian kuat lentur yang dilakukan belum memenuhi kekuatan yang di rencanakan.

B. Saran

Adapun saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan agregat dari Sungai Batu Tiakka' Kabupaten Tana Toraja dalam pembuatan beton disarankan untuk memperhatikan kebersihan material sebelum digunakan dalam pembuatan beton, dan memperhatikan beberapa prosedur penelitian dalam pembuatan beton agar mendapatkan kuat tekan rencana.
2. Penelitian lanjutan dalam penelitian tentang penggunaan agregat Sungai Batu Tiakka' Kabupaten Tana Toraja disarankan untuk menambahkan zat adiktif dalam pembuatan beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Asrullah,d.r.(2021). “Analisa kuat tekan beton F_c' 25 Mpa dengan penambahan abu batu dan semen mortar utama type-400”. Jurnal teknik sipil UNPASL| Vol. 11 |No. 2 |Nopember 2021.
- Chairani Sabrina Mecha, T. M. (2018).” Pengaruh penambahan super plasticizer dan Abu Batu sebagai Filler untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton Normal”.Menara:JurnalTeknik Sipil, Vol. XIII No.1, Januari 2018, 10-17.
- Ellen, K. P., Herman, P., Junus, M. (2022). “Pemanfaatan Agregat Sungai Mata Allo Enrekang Sebagai Campuran Beton”. Jurnal teknik sipil UKIPaulus. 4 (1).
- Faisal, I. A ., Herman, P ., Benni, K. (2022). “Pemanfaatan Agregat Sungai Aralle Kecamatan Buntu Malangka Sebagi Bahan Campuran Beton”. Jurnal Teknik Sipil UKIPaulus, Vol. 4,No.1,2022.
- Handayani, F. (2019). “Manfaat limbah abu batu sebagai tambahan material bahan bangunan”. Program studi magister teknik sipil ULMbanjarmasin ,26 oktober 2019.
- Indonesia, S. N. (2004). "Semen portland". In Panitia Teknis S (Vol. 33).
- Indonesia, S. N. (2011). "Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium". In Badan Standardisasi Nasional, SNI (Vol. 2493).
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2008). Cara uji slump beton. In *Badan Standarisasi Nasional*.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2012). Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa. In *Panitian Teknis*.
- Misel, B. A., Herman, P., Junus, M. (2021). Pemanfaatan Agregat Sungai To Puang Kabupaten Tana Toraja Sebagai Bahan Campuran Beton. Jurnal teknik sipil UKIPaulus. 3(4).
- Malik, M. I. P. S.(2019).Studi Perancangan Campuran Beton Menggunakan Abu Batu sebagai Agregat). *Bahan dan praktek beton*.
- Nasional, B. S. (2019). Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (SNI 2847: 2019). In *BSN. Jakarta.(Indonesian)*.
- Nawy, E. G., Hardani, W., & Halus.*Institut Teknologi Nasional, jurusan teknik sipi, No.3.Vol.5, Sebtember 2019.*

- Murdock, L. J., & Brook, K. M. (1999) Suryatmono, B. (2001). *Beton prategang: suatu pendekatan mendasar*. Erlangga.
- Rajin Sugiarto, K. S. (n.d.). analisa pengaruh bahan tambah campuran beton (additive) pozzolith Ri100 Type Terhadap mutu beton. *fakultas teknik, universitas borobudur*.
- Rosie Arizki Intan Sari Steenie E, W.R. (2015). Pengaruh jumlah semen dan FAS terhadap kuat tekan beton dengan agregat yang berasal dari sungai. *jurnal sipil statik* Vol. 3, No. 1, januari 2015.
- Sri umiati, r. t. (2019). pengaruh penambahan super plasticizer terhadap kuat tekan beton. *ACE Conference*, 29 oktober 2019, padang sumatra barat.
- Suratmin, S., Satyarno, I., & Tjokrodinuljo, K. (2007). Pemanfaatan Kulit Ale-Ale sebagai Agregat Kasar dalam Pembuatan Beton. *Civil Engineering Forum Teknik Sipil*, 17(2), 530–538.
- Tjokrodinuljo, K. (1996). *Teknologi beton*. Nafiri, Yogyakarta.
- Wuryati, S., & Candra, R. (2001). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Kansius.

LAMPIRAN

PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT

1. Analisa saringan agregat halus (pasir sungai)

Berat contoh kering 1 = 1000 gram

LOBANG AYAKAN	BERAT TERTAHAN	PERSEN TERTAHAN	S PERSEN TERTAHAN	PERSEN LOLOS
(mm)	gram	%	%	%
4,75 (no. 4)	50.00	5.00	5.00	95.00
2,40 (no. 8)	60.00	6.00	11.00	89.00
1,20 (no.16)	90.00	9.00	20.00	80.00
0,60 (no. 30)	100.00	10.00	30.00	70.00
0,30 (no. 50)	388.40	38.84	68.84	31.16
0,15 (no. 100)	190.60	19.06	87.90	12.10
No. 200	65.00	6.50	94.40	5.60
Pan	56.00	5.60	100.00	0.00
JUMLAH	1.000,0	100,00		
MODULUS KEHALUSAN PASIR (F1) $= \frac{\sum \% \text{ TERTAHAN}}{100} = \frac{317,14}{100} = 3,17$				

$\sum \% \text{ tertahan} = \% \text{ tertahan (no.4+1 + no.8 + no.16 + no.30 + no.50 + no.100 + no.200)}$

(Tidak termasuk PAN)

Berat contoh kering 2 = 1000 gram

LOBANG AYAKAN	BERAT TERTAHAN	PERSEN TERTAHAN	S PERSEN TERTAHAN	PERSEN LOLOS
(mm)	gram	%	%	%
4,75 (no. 4)	100.00	0.50	0.50	90.00
2,40 (no. 8)	60.00	1.50	2.00	85.00
1,20 (no.16)	90.00	18.00	20.00	75.00
0,60 (no. 30)	100.00	58.00	78.00	60.00
0,30 (no. 50)	388.40	20.00	98.00	12.00
0,15 (no. 100)	190.60	1.50	99.50	5.00
No. 200	65.00	0.50	100.00	1.00
Pan	56.00	0.00	100.00	0.00
JUMLAH	1.000,0	100,00		
MODULUS KEHALUSAN PASIR (F1) = $\frac{\sum \% \text{ TERTAHAN}}{100} = \frac{398,00}{100} = 3,98$				

$$\text{Modulus kehalusan pasir (F) rata-rata} = \frac{F1+F2}{2} = \frac{3,17 + 3,98}{2} = 3,58$$

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) standart ASTM, interval untuk modulus kehalusan (F) yaitu berada antara **1,50–3,80**, jadi nilai modulus kehalusan yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah **3,58**, sudah memenuhi spesifikasi, jadi pasir tersebut dapat dipakai untuk bahan campuran beton.

2. Analisa saringan agregat kasar (kerikil)

Berat contoh kering 1 = 2000 gram

LOBANG AYAKAN	BERAT TERTAHAN	PERSEN TERTAHAN	S PERSEN TERTAHAN	PERSEN LOLOS
(mm)	gram	%	%	%
56,25 (1 ½)	0.00	0.0	0.0	100.0
37,50 (1)	0.00	0.00	0.00	100.00
19,05 (3/4)	100.00	5.00	5.00	95.00
9,60 (3/8)	1,200.00	60.00	65.00	35.00
4,75 (No. 4)	600.00	30.00	95.00	5.00
Pan	100.00	5.00	100.00	0.00
JUMLAH	2.000,0	100,00		
MODULUS KEHALUSAN PASIR (F1) $= \frac{\sum \% \text{ TERTAHAN}}{100} = \frac{665,00}{100} = 6,65$				

$$\sum \% \text{ tertahan} = \% \text{ tertahan } (1 \frac{1}{2} + 1 + 3/4 + 3/8 + \text{no.4}) + 5 \times 100$$

(Tidak termasuk PAN)

Berat contoh kering 2 = 2000 gram

LOBANG AYAKAN	BERAT TERTAHAN	PERSEN TERTAHAN	S PERSEN TERTAHAN	PERSEN LOLOS
(mm)	gram	%	%	%
56,25 (1 ½)	0.00	0.0	0.00	100.00
37,50 (1)	26.00	1.30	1.30	98.70
19,05 (3/4)	1,072.00	53.60	54.90	45.10
9,60 (3/8)	202.00	10.10	65.00	35.00
4,75 (No. 4)	580.00	29.00	94.00	6.00
Pan	100.00	5.00	100.00	0.00
JUMLAH	2.000,0	100,00		
MODULUS KEHALUSAN PASIR (F1) $= \frac{\sum \% \text{ TERTAHAN}}{100} = \frac{715,20}{100} = 7,15$				

$$\text{Modulus kehalusan pasir (F) rata-rata} = \frac{F1+F2}{2} = \frac{6,65 + 7,15}{2} = 6,90$$

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat kasar (kerikil) standart ASTM, interval untuk modulus kehalusan (F) yaitu berada antara **6,0–8,0**, jadi nilai modulus kehalusan yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah **6,90**, sudah memenuhi spesifikasi, jadi kerikil tersebut dapat dipakai untuk bahan campuran beton.

3. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (pasir sungai)

Berat sampel 1:

A. Berat picnometer + tutup	= 235,0 gram
B. Berat contoh kondisi SSD di udara	= 500,0 gram
C. Berat picnometer + tutup + air + contoh SSD	= 1030 gram
D. Berat picnometer + tutup + air (standar)	= 740,0 gram
E. Berat contoh kering oven di udara	= 490,0 gram

$$\begin{aligned}
 \text{Apparent specific gravity} &= \frac{E}{D+E-C} \\
 &= \frac{490,0}{740,0 + 490,0 - 1030} = 2,45
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Bulk specific gravity on dry basic} &= \frac{E}{D+B-C} \\
 &= \frac{490,0}{740,0 + 500,0 - 1030} = 2,33
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Bulk specific gravity SSD baic} &= \frac{B}{D+B-C} \\
 &= \frac{500,0}{740,0 + 500,0 - 1030} = 2,38
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Water absorption} &= \frac{B-E}{E} \times 100\% \\
 &= \frac{500,0-490,0}{490,0} \times 100\% = 2,04\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) standar ASTM, interval untuk berat jenis yaitu berada antara 1,60 – 3,30. Jadi nilai berat jenis yang diperoleh dari hasil pemeriksaan yaitu Bj Bulk = 2,33; Bj kering permukaan jenuh = 2,38; Bj semu = 2,45, telah sesuai dengan spesifikasi sedang untuk penyerapan (absorpsi) spesifikasinya yaitu maks 2%. Jadi nilai dari penyerapan yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah 2,04% telah sesuai dengan spesifikasi agregat tersebut dapat dipakai sebagai bahan campuran beton.

Berat sampel 2:

- A. Berat picnometer + tutup = 235,0 gram
- B. Berat contoh kondisi SSD di udara = 500,0 gram
- C. Berat picnometer + tutup + air + contoh SSD = 1025 gram
- D. Berat picnometer + tutup + air (standar) = 740,0 gram
- E. Berat contoh kering oven di udara = 493,0 gram

$$\begin{aligned} \text{Apparent specific gravity} &= \frac{E}{D+E-C} \\ &= \frac{493,0}{740 + 493,0 - 1025} = 2,37 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bulk specific gravity on dry basic} &= \frac{E}{D+B-C} \\ &= \frac{493,0}{740,0 + 500,0 - 1025} = 2,29 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bulk specific gravity SSD baic} &= \frac{B}{D+B-C} \\ &= \frac{500,0}{740,0 + 500,0 - 1025} = 2,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Water absorption} &= \frac{B-E}{E} \times 100\% \\ &= \frac{500,0-493,0}{493,0} \times 100\% = 1,42\% \end{aligned}$$

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) standar ASTM, interval untuk berat jenis yaitu berada antara 1,60 – 3,30. Jadi nilai berat jenis yang diperoleh dari hasil pemeriksaan yaitu Bj Bulk = 2,29 ; Bj kering permukaan jenuh = 2,33; Bj semu = 2,37, telah sesuai dengan spesifikasi sedang untuk penyerapan (absorpsi) spesifikasinya yaitu maks 2%. Jadi nilai dari penyerapan yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah 1,42% telah sesuai dengan spesifikasi agregat tersebut dapat dipakai sebagai bahan campuran beton.

4. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (kerikil)

Berat sampel 1:

- A. Berat contoh kondisi SSD di udara = 5000 gram
- B. Berat contoh kondisi SSD di air = 3050 gram
- C. Berat contoh kering oven di udara = 4945 gram

$$\begin{aligned} \text{Apparent specific gravity} &= \frac{C}{C-B} \\ &= \frac{4945}{4945-3050} = 2,61 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bulk specific gravity on dry basic} &= \frac{C}{A-B} \\ &= \frac{4945}{5000-3050} = 2,54 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bulk specific gravity SSD baic} &= \frac{A}{A-B} \\ &= \frac{5000}{5000-3050} = 2,56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Water absorption} &= \frac{A-C}{C} \times 100\% \\ &= \frac{5000-4945}{4945} \times 100\% = 1,11\% \end{aligned}$$

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat kasar (kerikil) standar ASTM, interval untuk berat jenis yaitu berada antara **1,60 – 3,30**. Jadi nilai berat jenis yang diperoleh dari hasil pemeriksaan yaitu Bj Bulk = **2,54** ; Bj kering permukaan jenuh = **2,56** ; Bj semu = **2,61**, telah sesuai dengan spesifikasi sedang untuk penyerapan (absorpsi) spesifikasinya yaitu maks **4%**. Jadi nilai dari penyerapan yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah **1,11%** telah sesuai dengan spesifikasi agregat tersebut dapat dipakai sebagai bahan campuran beton.

Berat sampel 2:

- A. Berat contoh kondisi SSD di udara = 5000 gram
- B. Berat contoh kondisi SSD di air = 3050 gram
- C. Berat contoh kering oven di udara = 4945 gram

$$\begin{aligned} \text{Apparent specific gravity} &= \frac{C}{C-B} \\ &= \frac{4945}{4945 - 3050} = 2,61 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bulk specific gravity on dry basic} &= \frac{C}{A-B} \\ &= \frac{4945}{5000-3050} = 2,54 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bulk specific gravity SSD baic} &= \frac{A}{A-B} \\ &= \frac{5000}{5000-3050} = 2,56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Water absorption} &= \frac{A-C}{C} \times 100\% \\ &= \frac{5000-4945}{4945} \times 100\% = 1,11\% \end{aligned}$$

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat kasar (kerikil) standar ASTM, interval untuk berat jenis yaitu berada antara **1,60 – 3,30**. Jadi nilai berat jenis yang diperoleh dari hasil pemeriksaan yaitu Bj Bulk = **2,54**; Bj kering permukaan jenuh = **2,56**; Bj semu = **2,61**, telah sesuai dengan spesifikasi sedang untuk penyerapan (absorpsi) spesifikasinya yaitu maks **4%**. Jadi nilai dari penyerapan yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah **1,11%** telah sesuai dengan spesifikasi agregat tersebut dapat dipakai sebagai bahan campuran beton.

5. Pemeriksaan kadar organik agregat halus (pasir sungai)

Pada tabel standar warna sampel menunjukkan tingkat kekeruhan warna berada diangka no. 2 yang berarti pasir tersebut bisa dipakai untuk campuran beton tanpa dicuci yang berarti tingkat kadar organik pada pasir tersebut terbilang rendah jadi tidak perlu dicuci sebelum digunakan sebagai bahan campuran beton.



6. Pemeriksaan keausan gabungan agregat kasar (kerikil) dengan mesin *Los Angeles*

Berat sampel 1:

- | | |
|--|-------------|
| A. Jumlah bola baja | = 11 buah |
| B. Jumlah putaran | = 500 kali |
| C. Berat kering agregat (A) | = 5000 gram |
| D. Berat kering agregat tertahan saringan no. 12 (B) | = 4010 gram |

$$\begin{aligned}\text{Keausan} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{5000 - 4010}{5000} \times 100\% = 19,80\%\end{aligned}$$

Berat sampel 2:

- | | |
|--|-------------|
| A. Jumlah bola baja | = 11 buah |
| B. Jumlah putaran | = 500 kali |
| C. Berat kering agregat (A) | = 5000 gram |
| D. Berat kering agregat tertahan saringan no. 12 (B) | = 4350 gram |

$$\begin{aligned}\text{Keausan} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{5000 - 4350}{5000} \times 100\% = 13,00\%\end{aligned}$$

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat kasar (kerikil) standar ASTM, interval untuk keausan yaitu Maks 50%. Jadi nilai persentase keausan yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah **19,80%** untuk sampel 1 dan **13,00%** untuk sampel 2, sesuai dengan spesifikasi. Jadi bahan tersebut dapat dipakai sebagai bahan campuran beton.

7. Pemeriksaan berat volume gabungan agregat halus (pasir sungai)

Berat sampel 1:

Kode	Keterangan	Padat	Lepas
A	Volume bohler (liter)	3.085	3.085
B	Berat bohler kosong (kg)	1.835	1.835
C	Berat bohler + benda uji (kg)	6.310	6.175
D	Berat benda uji (C-B)	4.475	4.340
Berat volume = $\frac{D}{A}$ (kg/liter)		1.451	1.407

Berat sampel 2:

Kode	Keterangan	Padat	Lepas
A	Volume bohler (liter)	3.085	3.085
B	Berat bohler kosong (kg)	1.835	1.835
C	Berat bohler + benda uji (kg)	6.450	6.210
D	Berat benda uji (C-B)	4.615	4.375
Berat volume = $\frac{D}{A}$ (kg/liter)		1.496	1.418

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) standard ASTM, interval untuk berat volume yaitu berada antara **1,40 – 1,90 kg/ltr**. Jadi nilai berat volume yang diperoleh dari hasil pemeriksaan yaitu **1,45 kg/ltr** dan **1,50 kg/ltr** untuk volume padat dan **1,41 kg/ltr** dan **1,4 kg/ltr** untuk volume lepas. Maka nilai yang didapat sesuai dengan spesifikasi.

8. Pemeriksaan berat volume gabungan agregat kasar (kerikil)

Berat sampel 1:

Kode	Keterangan	Padat	Lepas
A	Volume bohler (liter)	3.085	3.085
B	Berat bohler kosong (kg)	1.835	1.835
C	Berat bohler + benda uji (kg)	7.010	6.800
D	Berat benda uji (C-B)	5.175	4.965
Berat volume = $\frac{D}{A}$ (kg/liter)		1.677	1.609

Berat sampel 2:

Kode	Keterangan	Padat	Lepas
A	Volume bohler (liter)	3.085	3.085
B	Berat bohler kosong (kg)	1.835	1.835
C	Berat bohler + benda uji (kg)	7.115	6.915
D	Berat benda uji (C-B)	5.280	5.080
Berat volume = $\frac{D}{A}$ (kg/liter)		1.712	1.647

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat kasar (pasir) standard ASTM, interval untuk berat volume yaitu berada antara **1,60 – 1,90 kg/ltr**. Jadi nilai berat volume yang diperoleh dari hasil pemeriksaan yaitu **1,68 kg/ltr** dan **1,71 kg/ltr** untuk volume padat dan **1,61 kg/ltr** dan **1,6 kg/ltr** untuk volume lepas. Maka nilai yang didapat sesuai dengan spesifikasi.

9. Pemeriksaan kadar air agregat halus (pasir sungai)

Kode	Keterangan	Berat I (gram)	Berat II (gram)	Berat rata –rata
A	Berat tempat / cawan (gr)	510	510	510
B	Berat tempat + benda uji (gr)	1010	1010	1010.0
C	Berat benda uji = B - A (gr)	500	500	500.0
D	Berat benda uji kering (gr)	495	480	487.50
Berat volume = $\frac{C-D}{D} \times 100\%$		1.01%	4.17%	2.59%

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) standard ASTM, interval untuk kadar air berada antara **2,00% - 5,00%**. Jadi kadar air yang diperoleh dari pemeriksaan **2,59%** sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Jadi agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan untuk campuran beton.

10. Pemeriksaan kadar air agregat kasar (kerikil)

Kode	Keterangan	Berat I (gram)	Berat II (gram)	Berat rata –rata
A	Berat tempat / cawan (gr)	510.0	510.0	510.0
B	Berat tempat + benda uji (gr)	1510.0	1510.0	1510
C	Berat benda uji = B - A (gr)	1000.0	1000.0	1000
D	Berat benda uji kering (gr)	985.0	985	985.0
Berat volume = $\frac{C-D}{D} \times 100\%$		1.52%	1.52%	1.52%

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat kasar (kerikil) standard ASTM, interval untuk kadar air berada antara **0,50%-2,00%**. Jadi kadar air yang diperoleh dari pemeriksaan **1,52%** sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Jadi agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan untuk campuran beton.

11. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus (pasir sungai)

Berat sampel 1:

- A. Berat kering sebelum dicuci = 500 gram
 B. Berat kering setelah dicuci dan di oven 24 jam = 485 gram

$$\begin{aligned}\text{Kadar lumpur} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{500-485}{500} \times 100\% \\ &= 3,00\%\end{aligned}$$

Berat sampel 2:

- A. Berat kering sebelum dicuci = 500 gram
 B. Berat kering setelah dicuci dan di oven 24 jam = 482 gram

$$\begin{aligned}\text{Kadar lumpur} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{500-482}{500} \times 100\% \\ &= 3.60\%\end{aligned}$$

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat halus (pasir) standard ASTM, interval untuk kadar lumpur yaitu **Maks 5%**. Didapat rata-rata = **(3,00%+3,60%)/2 = 3.30%**. Maka agregat halus tersebut memenuhi spesifikasi dan tidak perlu dicuci sebelum digunakan.

12. Pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar (kerikil)

Berat sampel 1:

C. Berat kering sebelum dicuci = 1000 gram

D. Berat kering setelah dicuci dan di oven 24 jam = 990 gram

$$\begin{aligned}\text{Kadar lumpur} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{1000-990}{1000} \times 100\% \\ &= 1,00\%\end{aligned}$$

Berat sampel 2:

C. Berat kering sebelum dicuci = 1000 gram

D. Berat kering setelah dicuci dan di oven 24 jam = 993 gram

$$\begin{aligned}\text{Kadar lumpur} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{1000-993}{1000} \times 100\% \\ &= 1,00\%\end{aligned}$$

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat kasar (kerikil) standard ASTM, interval untuk kadar lumpur yaitu **Maks 1,00%**. Didapat rata-rata = **(1,00%+0,70%)/2 = 0,85%**. Maka agregat kasar tersebut memenuhi spesifikasi dan tidak perlu dicuci sebelum digunakan.

HASIL UJI KUAT TEKAN BETON

1. Perawatan benda uji umur 7 hari

No.	Tanggal		Variasi Sampel	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat tekan f'c (Mpa)	Koef. Umur	Kuat tekan f'ci (Mpa)
	Cor	Test							
1	01/07/2024	07/07/2024	Beton Normal	7	12.44	240	13.588	0.65	20.905
2	01/07/2024	07/07/2024		7	12.45	290	16.419	0.65	25.260
3	01/07/2024	07/07/2024		7	12.43	260	14.720	0.65	22.647
Rata-rata					12.44	263.33	14.91	0.65	22.94
4	02/07/2024	14/07/2024		14	12.15	330	18.684	0.88	21.231
5	02/07/2024	14/07/2024		14	11.84	350	19.816	0.88	22.518
6	02/07/2024	14/07/2024		14	12.01	200	11.323	0.88	12.868
Rata-rata					12.00	293.33	16.61	0.88	18.87
7	03/07/2024	28/07/2024		28	12.18	370	20.948	1.00	20.948
8	03/07/2024	28/07/2024		28	12.19	360	20.382	1.00	20.382
9	03/07/2024	28/07/2024		28	12.28	370	20.948	1.00	20.948
Rata-rata					12.22	366.67	20.76	1.00	20.76

2. Pengujian Kuat Lentur Balok Beton

No.	Tanggal		Jenis Sampel	Umur Hari	Berat Kg	Beban KN	L (mm)	b (mm)	d (mm)	Kuat Lentur (MPa)
	Cor	Test								
1	01/07/2024	28/07/2024	Balok	28	32.63	6	600	150	150	1.067
2	01/07/2024	28/07/2024	Balok	28	32.09	8	600	150	150	1.422
Rata-rata					32.360	7.000				1.244

3. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Silinder Beton

No.	Tanggal		Jenis Sampel	Umur Hari	Berat Kg	Beban KN	L (mm)	D (mm)	Kuat Tarik Belah (MPa)
	Cor	Test							
1	01/07/2024	28/07/2024	Silinder	28	12.02	250	300	150	11.111
2	01/07/2024	28/07/2024	Silinder	28	11.98	270	300	150	12.000
Rata-rata					2.667	57.778			11.556

DOKUMENTASI















RIWAYAT HIDUP



Junaidi Rahim Sau' adalah nama penulis skripsi ini. Lahir pada tanggal 02 Maret 2002, di Batu Tiakka', Kecamatan Saluputti, Kabupaten Tana Toraja, Provinsi Sulawesi Selatan. Penulis merupakan Anak bungsu dari dua bersaudara, dari pasangan Rauf Rahim Sau dan Nurhana Tambing. Penulis pertama kali masuk pendidikan di SD Negeri 176 Tiakka pada tahun 2010 dan tamat 2015 pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 01 Saluputti dan tamat pada tahun 2017. Setelah tamat di SMP, penulis melanjutkan ke SMK Negeri 03 Tana Toraja dan tamat pada tahun 2019. Dan pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai Mahasiswa di Universitas Muhammadiyah ParePare Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil melalui Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru (SPMB). Dengan ketekunan, motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha. Penulis telah berhasil menyelesaikan pengerjaan tugas akhir skripsi ini. Semoga dengan penulisan tugas akhir skripsi ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan. Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar - besarnya atas terselesaikannya skripsi yang berjudul "*Pemanfaatan Agregat Sungai Tiakka' Kabupaten Tana Toraja Sebagai Bahan Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton*".