`

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kabupaten Enrekang adalah salah satu Daerah Tingkat II di provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia. Ibukota kabupaten ini terletak di Kota Enrekang ± 236 Km sebelah utara Makassar. Secara administratif terdiri dari 12 kecamatan defenitif terdapat 129 kelurahan/desa, yaitu 17 kelurahan dan 112 desa, dengan luas wilayah sebesar 1.786,01 Km². Terletak pada koordinat antara 3º 14’ 36” sampai 3º 50’ 00” Lintang Selatan dan 119º 40’ 53” sampai 120º 06’ 33” Bujur Timur. Batas wilayah kabupaten ini adalah sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Tana Toraja, sebelah selatan dengan Kabupaten Luwu, sebelah timur dengan Kabupaten Sidrap dan sebelah barat dengan Kabupaten Pinrang. Kabupaten ini pada umumnya mempunyai wilayah Topografi yang bervariasi berupa perbukitan, pegunungan, lembah dan sungai dengan ketinggian 47 – 3.293 m dari permukaan laut serta tidak mempunyai wilayah pantai. Secara umum keadaan Topografi wilayah didominasi oleh perbukitan/pegunungan yaitu sekitar 84,96% dari luas wilayah Kabupaten Enrekang sedangkan yang datar hanya 15,04%. (*https://id.wikipedia.org/wiki/Kabupaten_Enrekang).*

Sungai adalah salah satu bagian dari siklus hidrologi. Air dalam sungai umumnya terkumpul dari presipitasi, seperti hujan, embun, mata air, limpasan bawah tanah, dan di beberapa negara tertentu juga berasal dari lelehan es/salju. Selain air, sungai juga mengalirkan sedimen dan polutan. Sungai juga termaksud

air tawar dari sumber alamiah yang mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah dan menuju atau bermuara ke laut, danau atau sungai yang lebih besar. Secara alami, sungai mengalir sambil melakukan aktivitas yang satu sama lain saling berhubungan. Aktivitas tersebut, antara lain erosi (pengikisan), pengangkutan (transportasi), dan pengendapan (sedimentasi). Ketiga aktivitas tersebut tergantung pada faktor kemiringan daerah aliran sungai, volume air sungai, dan kecepatan aliran. Sungai juga termaksud penghasil material alam dalam pembuatan suatu struktur beton, seperti material pasir dan kerikil.

Di Indonesia saat ini terdapat 5.950 daerah aliran sungai (DAS) dan beberapa diantaranya berada di kabupaten Enrekang dan salah satunya adalah Sungai Mata Allo yang mengaliri 3 kecamatan, yakni Kecamatan Alla, Kacamatan Anggeraja, dan Kecamatan Enrekang dengan panjang sungai 35.211 KM.

Melihat kondisi sungai Mata Allo yang mempunyai potensi cadangan agregat halus dan kasar sebesar 850.000 m^3. *(Dinas Pertambangan dan Energi Kab. Enrekang 2017),* maka dari itu material yang ada di sungai tersebut cukup melimpah baik agregat kasar maupun agregat halus, sehingga butuh adanya pengujian kelayakan agregat agar agregat dari sungai tersebut bisa dimamfaatkan masyrakat setempat yang bisa meningkatkan perekonomian daerah.

Sehingga penulis ingin mengangkat judul penelitian **"Studi Kelayakan Penggunaan Agregat Pada Sungai Mata Allo Sebagai Bahan Konstruksi"**.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik agregat halus dan kasar dari sungai Mata Allo ?

2. Berapa nilai kuat tekan, kuat tarik lentur, dan kuat tarik belah beton maksimum dari penggunaan agregat sungai Mata Allo ?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui karakteristik agregat halus dan kasar dari sungai Mata Allo.
2. Untuk mengetahui nilai kuat tekan, kuat tarik lentur, dan kuat tarik belah beton maksimum dari penggunaan agregat sungai Mata Allo.

D. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini mempunyai beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Prodi Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare.
2. Material yang digunakan dalam penelitian ini yaitu agregat yang berasal dari sungai Mata Allo Kabupaten Enrekang.
3. Benda uji yang digunakan terdiri dari 2 (dua) variasi, yaitu beton normal dan yang menggunakan agregat dari sunga mata allo, masing-masing di buat 15 sampel tiap variasinya.
4. Jumlah benda uji di batasi masing-masing 3 (tiga) benda uji untuk satu kali pengujian yakni pengujian umur beton hari ke 3, 7, 14, 21 dan 28.
5. Benda uji dibuat berupa silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
6. Benda uji berbentuk balok dengan ukuran 15 x 15 x 60 cm.
7. Kuat tekan rencana 25 MPa.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan seperti berikut:

1. Memanfaatkan material sungai Mata Allo untuk pencampuran struktur beton.
2. Mengetahui kelayakan penggunaan agregat Mata Allo sebagai material kontruksi
3. Sebagai rekomendasi pemerintah Kabupaten Enrekang sebagai bahan material beton

F. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan diatur dalam pedoman penulisan skripsi fakultas teknik universitas muhammadiyah parepare sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN.

Bab ini terdapat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Dalam bab ini membahas tentang dasar teori mengenai rumus-rumus pada penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini terdapat gambaran umum alur peneletian, mulai waktu dan lokasi penelitian, serta diagram alir penelitian tersebut.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.

Pada bab ini membahas secara keseluruhan tentang hasil penelitian yang dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari keseluruhan penulisan berdasarkan dari analisa hasil.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Beton.

Beton adalah bahan penyusun yang terdiri dari bahan semen, agregat kasar dan halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). Beton dengan mencampurkan material semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan kadang-kadang ditambah dengan material lain. Untuk mendapatkan kualitas beton yang baik harus memperhatikan material-material pembentuknya dan komposisinya. Tidak saja kualitas material yang baik akan tetapi juga diperhatikan mengenai keseragaman secara keseluruhan. Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah :

a. kualitas semen,
b. proporsi semen terhadap campuran,
c. pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton,
d. penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton,
e. kekuatan dan kebersihan agregat,
f. interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat,
g. perawatan beton, dan
h. kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton yang diekspos dan 1% bagi beton yang tidak dieskpos (Nawy, 1985:24).

Beton merupakan suatu elemen struktur yang terdiri dari partikel-partikel agregat yang dilekatkan oleh pasta yang terbuat dari semen portland dan air. Pasta itu mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel agregat dan setelah beton segar dicorkan, ia akan mengeras sebagai akibat dari reaksi-reaksi kimia eksotermis antara semen dan air sehingga membentuk suatu bahan struktur yang padat dan dapat tahan lama. Mulyono (2004), mengungkapkan bahwa beton merupakan fungsi dari bahan penyusunannya yang terdiri dari bahan semen hidrolik, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah. Sedangkan Sagel (1994), menguraikan bahwa beton adalah suatu komposit dari bahan batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Mutu beton dipengaruhi oleh bahan pembentukannya serta cara pengerjaannya. Semen mempengaruhi kecepatan pengerasan beton. Selanjutnya kadar lumpur, atas pengerjaan yang mencakup cara penuangan, pemadatan, dan perawatan, yang pada akhirnya mempengaruhi kekuatan beton.

Menurut Mulyono (2004) secara umum beton dibedakan berdasarkan kelas dan mutu beton. Kelas dan mutu beton ini, di bedakan menjadi 3 (tiga) kelas, yaitu :

a. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktutral. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahanbahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B0.
b. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus

dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B1, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahanbahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.

c. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

1. Karakteristik Beton

Beton Merupakan massa yang padat dan keras yang terbentuk dari agregat sebagai bahan pengisi, dan semen Portland sebagai bahan pengikat serta air sebagai bahan pencampur (PEDC,1983:44). Beton yang telah padat atau mengeras dapat juga dikatakan sebagai batuan tiruan, mempunyai rongga-rongga antara butiran yang besar yang disebut agregat kasar, dan diisi oleh batuan kecil agregat halus, dan pori-pori antara agregat kasar halus diisi oleh semen dan air semen. Air semen juga berfungsi sebagai pengikat dalam proses pemadatan, sehingga butiran-butiran agregat terekat dengan kuat sehingga terbentuklah satu kesatuan yang mengeras dan tahan lama.

Berdasarkan fungsi Beton dalam struktur bangunan gedung diharapkan mampu memikul beban tekan, sedangkan kemampuannya lemah dalam menerima beban Tarik, sehingga dalam pemakaian beton harus ditambahkan baja tulangan. Mutu beton menunjukan kekuatan tekan beton yaitu besarnya beban tekan persatuan luas yang menyebabkan beton hancur.

Beban ini merupakan beban maksimum persatuan luas yang sanggup dipikul oleh beton. Semakin tinggi kuat beton yang dihasilkan berarti semakin baik kualitasnya. Nilai kuat tekan beton ditentukan terutama oleh kualitas bahan pengisinya yaitu agregat halus pasir dan agregat kasar kerikil. Kekuatan tekan beton adalah kriteria untuk menentukan kualitas beton, dimana prosedur pengukurannya didasarkan pada SK SNI T-15-1990-03.

B. Material Penyusun beton

1. Semen

Semen adalah zat berbentuk bubuk, dan jika dicampur dengan air, akan membentuk pasta. Pasta semen ini berfungsi untuk melekatkan dan mengikat antar agregat satu sama lain.Pada umumnya semen berfungsi untuk:

a. Mengikat pasir dan kerikil agar terbentuk beton.

b. Mengisi rongga-rongga diantara butir-butir agregat

Adapun jenis-jenis semen, sebagai berikut:

Tabel 2.1 Jenis Semen

No.SNI	Nama
SNI 15-0129-2004	Semen portland putih
SNI 15-0302-2004	Semen Portlant Pozzolan / Portlant Pozolan Cement (PPC)
SNI 15-2049-2004	Semen portland / Ordinary Portland Cement (OPC)
SNI 15-3500-2004	Semen portland campur
SNI 15-3758-2004	Semen masonry
SNI 15-7064-2004	Semen portland komposit

Sumber: (*https://id.wikipedia.org/wiki/Semen*)

Sifat kimia zat yang membuat hal ini mempengaruhi kualitas semen yang diproduksi, sebagai hasil dari urutan kimia yang terjadi senyawa yang diperoleh dari semen Portland.

Sedangkan susunan untuk oxida dari semen portland (Antono, 1995), seperti berikut ini:

Tabel 2.2 Susunan Oxida Semen Portland.

Oksida	% rata-rata
Kapur (CaO)	63
Silika (SiO_2)	22
Alumina (Al_2O_3)	7
Besi (Fe_2O_3)	3
Magnesia (MgO)	2
Sulfur (SO_3)	2

(Sumber : ASTM C.150)

Komposisi semen Portland (Anthony, 1995). Sifat kimia zat yang membuat hal ini mempengaruhi kualitas semen yang diproduksi, sebagai hasil dari urutan kimia yang terjadi senyawa yang diperoleh dari semen Portland.

Semen adalah adhesive hidrolik yang dihasilkan oleh paging clinker yang terdiri dari komponen utama kalsium silikat dan tambahan bahan batu gypsum apapun Senyawa ini dapat bereaksi dengan air dan bentuk bahan baru yang adhesive Untuk bebatuan.

Semennya digunakan untuk mengelem biji-bijian dari digabungkan menjadi campuran beton sampai shrinkage dari masayang padat terjadi. Pasta semen campuran semen dengan air, dalam campuran semen ketika dicampur dengan pasir dan akan membentuk beton ketika Ditambahkan split.

Semen pada arti umum adalah bahan yang memiliki perekat dan kohesif, itu digunakan sebagai binder (binder materi), yang digunakan bersama-sama dengan kerikil dan pasir. Semen dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

a. Semen non-hidrolik adalah semen yang tidak dapat mengeras di dalam air atau tidak stabil di dalam air. Contoh semen non-hidrolik *(Hidrolic Binder)* adalah kapur di mana kapur klasik adhesive di sebuah bangunan yang terbuat dari pemanasan kapur pada suhu 850 derajat Celcius. CaCO3 dari kapur akan merilis CO2 dan hasil membakar kapur atau quicklime (CaO). CaCO3 + H2O Ca(OH)2 + CO2 produk ini bereaksi cepat dengan air untuk menghasilkan CA(OH)2 dalam pembesaran halus dan CA (OH)2 tidak dapat mengeras di dalam air tapi dapat mengeras ketika reaksi dengan CO2 dari udara membentuk CaCO3 kembali.
b. Semen hidraulis adalah semen yang dapat mengeras dalam air menghasilkan padatan yang stabil dalam air. Oleh karena mempunyai sifat hidraulis, maka semen tersebut bersifat:
    1) Dapat mengeras bila dicampur air.
    2) Tidak larut dalam air.
    3) Dapat mengeras walau didalam air Contoh semen hidraulis adalah semen Portland, semen campur, semen khusus dan sebagainya.

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesi *(adhesive)* dan kohesif *(cohesive)* yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Fungsi utama semen adalahuntuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa yang kompak atau padat dan mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat Semen Portland dibuat dariserbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan alumunium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu (Nawy, 1998). Menurut ASTM C – 150.1985, Semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama dengan bahan utamanya. Adapun Teori PCC adalah sebagai berikut.

Portland Composite Cement (PCC) adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut memiliki kadar total 6 % hingga 35% dari massa semen portland komposit

Tabel 2.3 Tipe Semen Portland

Tipe Semen	Kegunaan/Fungsi
Tipe I	*Ordinary Portland Cement* (*OPC*), semen untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus(panas hidrasi, ketahanan terhadap sulfat, kekuatan awal).
Tipe II	*Moderate Sulphate Cement*, semen untuk beton yang tahan terhadap sulfat sedang dan mempunyai panas hidrasi sedang.
Tipe III	*High Early Strength Cement*, Semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras).
Tipe IV	*Low Heat of Hydration Cement*, Semen untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah, dengan kekuatan awal rendah.
Tipe V	*High Sulphate Resistance Cement*, semen untuk beton yangtahan terhadap kadar sulfat tinggi.

(Sumber : ASTM C150)

Selain itu, Berdasarkan *British Standard Cements* yang baru (BS EN 197-1 PCC) dibagi atas dua jenis berdasarkan kandungan clinker yang ada, yaitu:

Tabel 2.4 Tipe *Portland Composite Cement.*

Tipe PCC	**Kandungan *Clinker* (%)**	**Kandungan lainnya**
CEM II/A–M	80 – 94	6 – 20
CEM II/B–M	65 – 79	25 – 35

(Sumber : British Standard Cements(BS EN 197-1)

Penggunaan PCC meningkatkan efisiensi ekologis darikonstruksi beton,dimana penggunaan bahan lain selain *clinker* dapat mengurangi emisi CO2 selama pembuatan semen. Oleh karena itu, dewasa ini, PCC mulai marak digunakan, menggantikan Portland Cement biasa.

2. Agregat.

Agregat ialah komponen beton berperan penting dalam menentukan besarnya volume yang di gunakan. Agregat untuk beton adalah pecahan mineral padat yang

mengelilingi pendekatannya dengan ukuran biji-bijian antara 0,063 mm-150 mm Agregate menurut asal dapat dibagi menjadi dua agregat yang diperoleh dari sungai dan Agregate buatan dari batu hancur. Dalam hal ini, kumpulan yang digunakan adalah kumpulan alam dalam bentuk agregatar (kerikil), pasir kasar (pasir kasar) dan pasir halus (pasir halus). Dalam campuran beton, Kumpulan adalah penguatan reinforcing material (Stringer) dan filler (isian), menempati 60% - 75% dari total volume beton.

a. Agregat Kasar.

Agregat kasar (*Coarse Aggregate*) sering disebut kerikil sebagai hasil proses alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pabrik batu, dengan butirannya berukuran antara 4,76 mm – 150 mm. Ketentuan agregat kasar antara lain:

1) Agregat kasar harus terdiri dari butiran yang keras dan tidak berpori. Aggregat kasar yang butirannya pipih hanya dapat dipakai jika jumlah butir-butir pipihnya tidak melampaui 20% berat agregat seluruhnya.
2) Agregat kasar tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak beton, seperti zat yang relatif alkali.
3) Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% dalam berat keringnya. Bila melampaui harus dicuci.
4) Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil alam dari batu pecah.
5) Agregat kasar harus lewat tes kekerasan dengan bejana penguji Rudeloff dengan beban uji 20 ton.

6) Angka kehalusan (*Fineness Modulus*) untuk *Coarse Aggregate* antara 6-7,5.
7) Kadar bagian yang lemah jika diuji dengan goresan batang tembaga maksimum 5%.

Jenis agregat kasar yang umum adalah:

1) Batu pecah alami: Bahan ini didapat dari cadas atau batu pecah alami yang digali.
2) Kerikil alami: Kerikil didapat dari proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir.
3) Agregat kasar buatan: Terutama berupa *slag* atau *shale* yang biasa digunakan untuk beton berbobot ringan.
4) Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat: Agregat kasar yang diklasifikasi disini misalnya baja pecah, barit, magnatit dan limonit.

b. Agregat Halus

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat pemecah batu. Agregat ini berukuran 0,063 mm - 4,76 mm yang meliputi pasir kasar (*Coarse Sand*) dan pasir halus (*Fine Sand*). Untuk beton penahan radiasi, serbuk baja halus dan serbuk besi pecah digunakan sebagai agregat halus. Menurut PBI, agregat halus memenuhi syarat:

1) Agregat halus harus terdiri dari butiran-butiran tajam, keras, dan bersifat kekal artinya tidak hancur oleh pengaruh cuaca dan temperatur, seperti terik matahari hujan, dan lain-lain.
2) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 % berat kering, apabila kadar lumpur lebih besar dari 5%, maka agregat halus harus dicuci bila ingin dipakai untuk campuran beton atau bisa juga digunakan langsung tetapi kekuatan beton berkurang 5 %.
3) Agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik (zat hidup) terlalu banyak dan harus dibuktikan dengan percobaan warna dari *ABRAMS-HARDER* dengan larutan NaOH 3%.
4) Angka kehalusan (*Fineness Modulus*) untuk *Fine Sand* antara 2,2–3,2.
5) Angka kehalusan (*Fineness Modulus*) untuk *Coarse Sand* antara 3,2–4,5.
6) Agregat halus harus terdiri dari butiran yang beranekaragam besarnya.

Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan tersebut juga dapat dipakai, asal saja kekuatan tekan adukan agregat pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% dari kekuatan adukan agregat yang sama, tetapi dicuci terlebih dahulu dalam larutan NaOH 3% yang kemudian dicuci bersih dengan air pada umur yang sama.Agregat halus harus terdiri dari butiran yang beranekaragam dan apabila diayak dengan ayakan susunan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1) Sisa diatas ayakan 4 mm minimum beratnya 2%.
2) Sisa diatas ayakan 1mm minimum beratnya 10%.

3) Sisa diatas ayakan 0,025 beratnya berkisar antara 80% sampai 95%.

3. Air

Hampir semua air alami yang dapat diminum dan tidak mempunyai rasa atau bau yang mencolok memenuhi syarat sebagai air campuran untuk pembuatan beton. Apabila ketidakmurnian dalam air campuran berlebihan, dapat mempengaruhi tidak hanya waktu pengikatan (setting time), kuat beton, stabilitas volume (perubahan panjang), tetapi dapat juga mengakibatkan pengefloran (efflorescence) atau korosi tulangan. Konsentrasi tinggi dari bahan solid yang dapat larut dalam air, sebaiknya dihindari.Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan (SNI-03-2847-2002).

Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi (SNI-03-2847-2002):

a. Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.
b. Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum.

Syarat air menurut SK SNI 03-2847-2002 adalah air yang dapat digunakan dalam proses pencampuran beton adalah sebagai berikut:

a. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
b. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.

Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama dan hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, terkecuali pada air pencampur, yang dibuat dan diuji sesuai dengan “Metode uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis (Menggunakan spesimen kubus dengan ukuran sisi 50 mm)” (ASTM C 109).

C. Kuat Tekan

kuat tekan beton merupakan besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton terbelah bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain. Kekuatan tekan beton ditentukan

oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar, agregat halus, air secukupnya dan berbagai jenis campuran. Perbandingan dari air semen merupakan factor utama dalam menentukan kekuatan beton.Semakin rendah perbandingan air semen, semakin tinggi kekuatannya.Beton relative kuat menahan tekanan.kerusakan beton sebagian diakibatkan karena rusaknya ikatan pasta dan agregat.

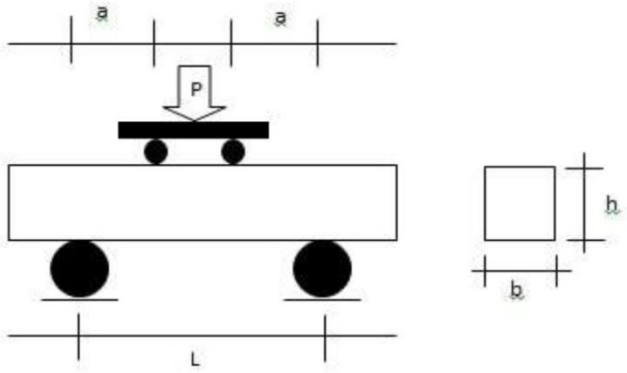
Kuat tekan beton merupakan kekuatan tekan maksimum yang dapat dipikul beton persatuan luas. Berdasarkan SNI 1974:2011, nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

$$f'c=\frac{P}{A} \quad \ldots\ldots\ldots\

D. Kuat Tarik Lentur

Kuat tarik lentur ialah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI 03-4431-1997).

Sebuah balok yang diberi beban akan mengalami transformasi, dan oleh sebab itu timbul momen-momen lentur sebagai daya tarik dari material yang membentuk balok tersebut terhadap beban luar. Tegangan yang timbul selama mengalami transformasi tidak boleh melebihi tegangan lentur ijin untuk bahan dari beton itu. Momen eksternal harus ditahan oleh bahan dari beton, dan harga maksimum yang harus didaptkan sebelum balok mengalami keruntuhan atau patah sama dengan momen penahan internal dari balok.



Gambar 2.1 Pengujian Kuat Tarik Lentur

Sistem pembebanan pada pengujian tarik lentur, ialah benda uji dibebani sedemikian rupa sehingga hanya akan mengalami kerusakan akibat lentur murni seperti Gambar di bawah ini.

Rumus kuat tarik lentur diperlihatkan pada Persamaan 3.:

$$fr = \frac{3Pa}{bh^2} \quad \text{(2.2)}$$

dimana :

fr = Kuat Tarik Lentur MPa

P = Beban pada waktu lentur kN

a = Jarak dari perletakan ke gaya mm

b = Lebar penampang balok [mm]

h = Tinggi penampang balok [mm].

E. Kuat Tarik belah

Beton adalah material yang lemah terhadap tegangan tarik. Faktor pembuatan kekuatan tarik sama dengan kuat tekan hanya besarnya kuat tarik untuk beton normal pada umumnya adalah antara 9% - 15% dari kuat tekannya. Kekuatan tarik dalam riset ini ditentukan dengan menggunakan exprimen belah silinder *(the split cylinder)* dimana silinder ukuran diameter 100 mm dan tinggi 200 mm diberikan beban tegak lurus terhadap sumbu longitudinalnya dengan silinder ditempatkan secara horisontal diatas pelat mesin percobaan. Benda uji terbelah dua pada saat dicapainya kekuatan tarik.

Kuat tarik beton dihitung dengan persamaan:

$$fct = \frac{2P}{\pi lD} \quad \text{(2.3)}$$

dimana :

fct = kuat tarik belah (MPa)

P = beban pada waktu belah (N)

l = panjang benda uji (mm)

d = diameter benda uji (mm)

F. Perancangan Campuran Beton *(Mix Design)*

Proses memilih bahan-bahan pembetonan yang tepat dan memutuskan jumlah/kuantitas ketergantungan dari bahan-bahan tersebut dengan mempertimbangkan syarat mutu beton, kekuatan (*strength*), ketahanan (*durability*), dan kemudahan pengerjaan (*workability*) serta nilai ekonomisnya.

Pembuatan campuran beton menggunakan *Mix design* SK SNI 1991. Metode tersebut sebenarnya mengadopsi dari metode DOE *(Development of Enviroment)*. Dalam metode ini telah ditentukan harga *W/C*-nya sehingga nilai semen, pasir dan kerikil didapat dari proses hitungan SK SNI 1991 tersebut.

Metode penentuan *w/c* ini diharapkan dapat memudahkan perhitungan. Langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

a. Menentukan jenis semen yang dipakai.

b. Menentukan jenis kerikil.

c. Menentukan faktor air semen (*w/c*)

Penetapan jumlah air yang diperlukan per m3 beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat, jenis agregat dan slump yang diinginkan,

a. Nilai slump direncanakan = (10- 30) mm.

b. Ukuran maksimum agregat kasar = 20 mm.

c. Kebutuhan air:

Rumus:

A = Ah + Ak . . . . . .(2.4)

Dimana:

A = kebutuhan air (1/m3 beton).

Ah = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halus.

Ak = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasar.

A = 0,67x160 + 0,33x190 = 169,91/m3 beton. Kebutuhan air per m3 beton = 169,9 liter.

1. Penetapan jumlah semen .

   Fas = 0,324

   Kebutuhan air per m3 beton = 169,9 liter.

   kebutuhan semen per m3 S = $\frac{A}{Fas}$ . . . . . .(2.5)

Menentukan nilai slump yang dilihat dari tabel 2.6

Tabel 2.6 Penentuan Nilai Slump

Pemakaian Beton	Maksimum	Minimum
Dinding plat pondasi dan pondasi telapak bertulang.	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah.	9,0	2,5
Plat, Balok, Kolom dan dinding.	15,0	7,5
Perkerasan jalan.	7,5	5,0
Pembetonan missal	7,5	2,5

(Sumber: SK SNI 1991)

Tabel 2.7 Ukuran Butiran Maksimum Kerikil

Ukuran Maksimum Kerikil (mm)	JenisBatuan	Slump			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Alami Batu pecah	150 180	180 205	205 230	225 250
20	Alami Batu pecah	135 170	160 190	180 210	195 225
40	Alami Batu pecah	115 155	140 175	160 190	175 205

(Sumber: SK SNI 1991)

2. Menentukan presentase pasir terhadap campuran.

   a. Berat jenis campuran dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Bj campuran} \frac{P}{100} x\ Bj\ agregat\ halus + \frac{K}{100} x\ Bj\ agregat\ kasar. . . . . \quad (2.6)$$

Dimana :

Bj campuran = Berat jenis agregat campuran kg/m^3

Bj agr halus = Berat jenis agregat halus kg/m^3

Bj agr kasar = Berat jenis agregat kasar kg/m^3

P = Persentase agregat halus terhadap agregat kasar (%)

K = Persentase agregat kasar terhadap agregat halus (%)

b. Kebutuhan agregat campuran dihasilkan dari perhitungan berat beton dikurangi dengan kebutuhan air, semen.

c. Kebutuhan agregat halus adalah persentase agregat halus dikalikan dengan kebutuhan agregat campuran.

d. Kebutuhan agregat kasar adalah kebutuhan agregat campuran dikurangi dengan kebutuhan agregat halus.

e. Hasil diatas terhitung dengan menggunakan hitungan 1 m^3

Untuk kebutuhan volume benda uji maka volume total benda uji dikalikan dengan masing-masing kebutuhan material dalam beton.

G. Penelitian Terdahulu

1. Ruslan Ramang, Dantje A. T. Sina, dan Muhamad Irpan (Universitas Nusa Cendana (2014)), Berdasarkan hasil dari tes laboratorium dari kekuatan kompresive dan tekanan komprensi Divisi beton, kualitas beton menggunakan pasir laut kecil dengan kondisi asli tanpa penyaringan nilai yang diperoleh pada 28 hari sama dengan 23.59 MPa dan jumlah daya tarik dari 2.888 MPa, dimana nilai beton itu masih lebih kecil dibandingkan dengan nilai beton sekitar 3,942

dengan nilai beton. Hasil yang sama juga diberikan untuk beton menggunakan pasir laut sedikit Alor dicuci menggunakan air bersih dimana hasil yang diperoleh untuk nilai-nilai kekuatan kompresive dalam 28 hari sama dengan 24.53 MPa, dan juga nilai dari kekuatan split tensile dari 3.11 MPa. Meskipun mencuci pasir laut meningkatkan kekuatan kompresive oleh 399%, nilai masih lebih kecil dibandingkan dengan kualitas beton menggunakan tecary sand dengan nilai dari kekuatan compressive pada 28 hari hidup oleh 26.99 MPa dan split tensile strength oleh 3.59 MPa. Terlihat dari sisi zat kimia garam dari garam ke sampel beton menggunakan pasir kecil Alor laut yang asli dan dicuci pertama kali bertemu kondisi batas dalam kelompok yang seharusnya tidak 1% dari berat semen yang digunakan sebagai hasilnya dari isi garam sama dengan berat dengan berat sama dengan berat sama dengan 4405% untuk keadaan laut kecil Alor dan sabun pasir yang diperoleh lebih dari campuran garam pada 1% dari garam pada 0,211. Meskipun kekuatan kompresive tensile dan belahan dada yang diperoleh untuk beton menggunakan kecil Alor sea sand adalah kondisi aslinya dan setelah bocor dibandingkan dengan penggunaan belakan pasir Takari, kekuatan kompresor kecil dari beton laut dapat memenuhi kebutuhan daya kompresor kecil atau compressive, dan juga berdasarkan hasil dari tes fisik yang kuat dari setiap tes fisik yang memberikan nilai yang signifikan pada setiap hari.

2. Yosep Bala, Adjib Karjanto, dan Nawir Rasidi (Universitas Tribhuwana Tunggadewi Malan (2018)), uji kelayakan kualitas pasir namaweka dan pasir apung waikomo terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton. Hasil pengujian agregat halus dari gunung Namaweka sangat baik, ditinjau dari hasil pengujian analisa

saringan didapat gradasi zona 2, berat jenis kering oven 2,475 (gr/cm2),berat jenis kering oven JPK atau SSD 2,604 (gr/cm2),penyerapan atau absorbsi 5,208 %,kadar air 0,359%, pengujian kadar lumpur 4,34%.Dan untuk pasir apung Waikomo kabupaten Lembata didapat hasildari pengujian analisa saringan didapat gradasi zona 2, pengujian berat jenis kering oven 1,289 (gr/cm2),berat jenis kering oven JPK atau SSD 1,372 (gr/cm2),penyerapan atau absorbsi 6,440%,kadar air 0,146%, pengujian kadar lumpur 4,34%. Dari hasil uji ini untuk agregat halus rata- rata memenuhi syarat SNI. Dari pengujian yang telah dilakukan didapat angka slump sebesar 151 mm untuk material Namaweka dan 160 mm untuk material Waikomo, dimana nilai ini sesuai dengan nilai slump yang telah direncanakan sebelumnya yaitu 60-180 mm. Pencapaian nilai slump dapat dikarenakan jumlah air yang digunakan dan dihitung saat perencanaan campuran tidak berlebih sehingga campuran menjadi tidak terlalu encer. Hasil pengujian tegangan tekan dan tegangan tarik rata-rata adalah sebagai berikut; untuk kuat tekan material namawaeka Fci 177,33 kg/cm2 atau 17,73 Mpa, untuk material Waikomo didapat hasil Fci 57,779kg/cm2 atau 5,78 Mpa. Sedangkan untuk kuat tarik beton didapat: untuk kuat tarik material namawaeka Fci 54,848 kg/cm2 atau 5,485 Mpa, untuk material Waikomo didapat hasil Fci 19,446kg/cm2 atau 1,945 Mpa. Hasil dari penelitian Material gunung Namaweka tidak masuk untuk mutu beton fc’ 25,5 Mpa, tetapi masuk mutu beton fc’ 16,4 MPa yaitu 177,33kg/cm2,Untuk Material Waikomo tidak masuk untuk mutu betonfc’ 25,5 Mpa, tetapi masuk mutu beton fc’ 7,4 MPa yaitu54,848 kg/cm2. pengujian terhadap Mutu Agregat dan air yang menjadi bahan pembuat beton.

3. *Arif, (Universitas Muhammadiyah Parepare (2014))*, Perbandingan Material Alam dan Batu Pecah Sungai Karajae Kabupaten Enrekang Pada Campuran Beton. Hasil pemgujian, silinder beton normal dengan menggunakan agregat batu alam, kuat tekan yang dihaslkan 21,98 Mpa. Untuk silinder beton yang menggunakan agregat batu pecah kuat tekan yang didapatkan 38,38 MPa. Sedangkan menurut perhitungan desain 30 Mpa. Jadi beton yang mempunyai kuat tekan lebih tinggi yaitu beton menggunakan batu pecah, dan balok beton nomal dengan menggunakan agregat kasar alami dari kuat tekan lentur menggunakan di hasilkan yaitu 4,59 Mpa, untuk balok beton normal dengan menggunakan agregat kasar batu pecah hasil yang didapatkan 5,16 Mpa. Maka perbandingan kuat tekan lentur kedua variasi beton tersebut untuk balok normal yang menggukan kuat batu pecah lebih besar dibandingkan dengan balok normal yang menggunakan batu alam.

4. *(Ika Sulianti, Dkk (2018)).* Berdasarkan perhitungan mix design beton yang direncanakan, didapat jumlah material yang dibutuhkan untuk tiap m3 benda uji. Berdasarkan data pengujian slump beton diatas didapat nilai slump rata – rata untuk campuran beton menggunakan agregat ukuran ½ yaitu 8.33 cm, untuk campuran beton menggunakan agregat ukuran 2/3 yaitu 10.16, dan untuk agregat campuran beton yang menggunakan agregat ukuran ½ dan 2/3 yaitu 7.66, hasil slump tersebut telah memenuhi persyaratan ukuran slump yang telah direncanakan pada job mix sebelumnya. Berdasarkan hasil pengujian yang didapat menunjukkan adanya perbedaan kuat tekan yang signifikan 27% untuk butir agregat kasar maksimum 20 mm (agregat kasar 12), 37% untuk butir agregat

kasar maksimum 40 mm (agregat kasar 2/3) dan 38% untuk butir agregat maksimum 40 mm (agregat kasar campuran ½ dan 2/3). Ini menandakan bahwa hasil pengujian core drill akan didapat mutu lebih rendah dari semestinya yang didapat sampel kubus. Terdapat pengaruh yang sangat besar dengan berbagai jenis ukuran butir agregat kasar. Hal yang sama terdapat peningkatan mutu beton yang berbanding lurus dengan besaran butir agregat kasar yang digunakan seperti pada grafik.

5. *aristofel r. resi, elia hunggurami, sudiyo utomo, (fst undana – kupang 2017), kelayakan pasir kali mas sebagai agregat halus pada campuran beton dan mortar*. Berdasarkan hasil pengujian kekuatan kompresive beton itu ditemukan bahwa hasil dari kekuatan kompresive beton menggunakan sand MAs lebih tinggi dari pada penggunaan sand Takari. Kekuatan kompresif beton yang dihasilkan menggunakan Pasir mas dengan perawatan 7,14 dan 28 hari adalah dengan rencana Kualitas 15 MPa yang merupakan 12,56 MPA, 16,61 MPa dan 17,27 MPa dibandingkan dengan penggunaan tecari pasir yang 11,63 MPa dan 15,85 MPa. Dengan kualitas 25 MPa rencana kuat yang diperoleh menggunakan periode waktu Pasi yaitu 19.44 MPa, 26.333 MPa yang merupakan 27.46 MPa dibandingkan dengan penggunaan Takari pasir yang adalah 18,21 MPA, 25,57 MPa dan mpa. Berdasarkan hasil pengujian kekuatan kompresive dari mortar memperoleh hasil dari kekuatan compressive dari kecepatan 28 hari dengan komposisi campuran dari 1 Pcc : 2 Pasir, 1 Pcc : 4 Pasir, 1 Pcc : 6 Pasir dan 1 Pcc: : 8 Pasir dengan kekuatan campuran dengan campuran pasir Kali mas berturut-turut ialah 42,00 MPa, 36,67 MPA, 26,00 MPa dan 17,33 dibandingkan dengan

mungunakan pasir takari berturut-turut ialah 39,33 MPa, 32,00 MPa, 22,00 MPa dan 16,00 MPa.

`

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

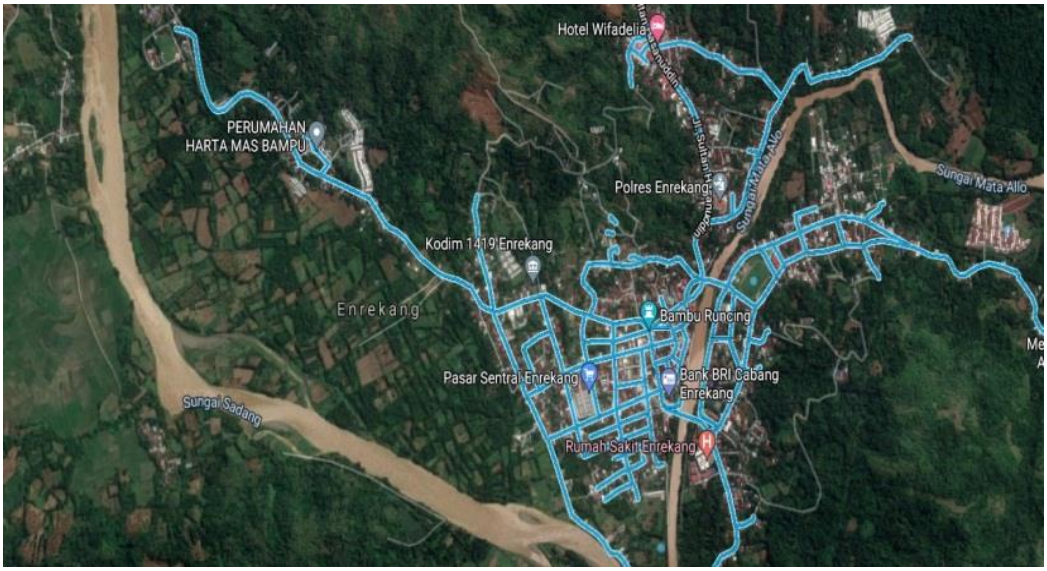
Jenis penelitian yang digunakan adalah Laboratory *Research* (Penelitian Laboraturium), dimana menggunakan metode kuantitatif yang merupakan metode penelitian yang banyak menuntut penggunaan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan dari hasilnya disertai dengan gambar, table, grafik, atau tampilan lainnya. Kemudian data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan prosedur pengujian dilaboratorium

B. Lokasi dan Waktu

1. Lokasi

Lokasi pengambilan agregat untuk penelitian ini berada pada sungai Mata Allo Kabupaten Enrekang.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Struktur Program Studi Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare. Durasi penelitian ini sampai dengan penyusunan Tugas Akhir diselenggarakan selama 5 (lima) bulan.



Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan Agregat, Kabupaten Enrekang
(Sumber: Google Maps)

2. Waktu

Pengujian material di laboratorium dilakukan selama sebulan, sedangkan pencampuran, perawatan, serta pengujian benda uji dilakukan selama 4 (empat) bulan. Durasi penelitian ini sampai dengan penyusunan Tugas Akhir diselenggarakan selama 5 (lima) bulan. Waktu penelitian disajikan dalam bentuk matriks sebagai berikut:

Tabel 3.1 Matriks Waktu Penelitian

No.	Uraian Kegiatan	Bulan 2021				
		Mei	Juni	Juli	Agu	Sep
1.	Pengujian material					
2.	Analisa hasil uji material					
2.	Pencampuran beton					
3.	Perawatan benda uji					
4.	Pengujian benda uji					
5.	Analisa hasil pengujian					

C. Alat Dan Bahan

1. Alat

Penelitian ini menggunakan alat-alat yang tersedia di Laboratorium Struktur dan Bahan Prodi Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare. Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

a. Timbangan
b. Oven
c. Saringan/ Ayakan
d. Mesin penggetar ayakan (*Shieveshaker*)
e. Corong konik/ *ConicalMould*
f. Kerucut Abrams
g. *Universal Testing Machine*
h. Mesin Pencampur bahan (*mixer*/molen)
i. Cetakan benda uji (silinder)
j. Bak Perendaman
k. Alat Bantu:
    1) Cetok semen
    2) Piknometer
    3) Pengukur waktu
    4) Ember dan talam
    5) Mistar

2. Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan yang terdiri dari :

a. *Portland Composit Cement* (PCC).

b. Agregat halus (pasir).

c. Agregat kasar (kerikil).

Air yang digunakan untuk pencampuran dan perendaman benda uji adalah air yang berasal dari Laboratorium Struktur dan Bahan Prodi Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare

D. Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan pengujian bahan material untuk menentukan layak atau tidaknya sebuah material digunakan. Selanjutnya dilakukan pengolahan data hasil uji material untuk menentukan mix design. Setelah itu dilakukanlah pencampuran beton dan dicetak dalam sebuah cetakan silinder. Dua hari kemudian cetakan dilepas dan benda uji di keringkan selama 24 jam. Setelah itu barulah dilakukan perendaman sesuai dengan jumlah hari penelitian yang direncanakan. Setelah hari perendaman berakhir, benda uji dikeringkan 24 jam. Setelah itu dilakukanlah pengujian kuat tekan benda uji dengan alat Universal Testing Machine (UTM). Kemudian hasil dari uji kuat tekan yang dilakukan akan diolah dan dianalisis.

E. Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berupa benda uji beton berbentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan jumlah sampel

34 sampel terdiri dari 2 (Dua) variasi yaitu beton yang menggunakan material batu alami dan menggunakan material batu pecah, masing-masing variasi dibuat 17 tiap sampel, 30 sampel untuk benda uji kuat tekan dan 4 (Empat) sampel untuk benda uji kuat tarik belah. Benda uji berbentuk balok dengan ukuran 15x15x60 cm dengan jumlah sampel 4 sampel terdiri dari 2 (Dua) variasi yaitu beton yang menggunakan material batu alami dan menggunakan material batu pecah, masing-masing variasi dibuat 2 (Dua) tiap sampel. Total benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah 38 benda uji.

Tabel 3.2 Jumlah Benda Uji Kuat Tekan

UMUR (HARI)	JUMLAH BENDA UJI	
	Material Batu Alami	Material Batu Pecah
3	3	3
7	3	3
14	3	3
21	3	3
28	3	3
Jumlah	15	15
Total : 30 buah benda uji		

Tabel 3.3 Jumlah Benda Uji Kuat Tarik Belah

UMUR (HARI)	JUMLAH BENDA UJI	
	Material Batu Alami	Material Batu Pecah
28	2	2
Jumlah	2	2
Total : 4 buah benda uji		

Tabel 3.4 Jumlah Benda Uji Kuat Lentur

UMUR (HARI)	JUMLAH BENDA UJI	
	Material Batu Alami	Material Batu Pecah
28	2	2
Jumlah	2	2
Total : 4 buah benda uji		

F. Pengujian Material

1. Analisa saringan *(SNI* 03-1968-1990*)*

Urutan proses dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

a. benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu 110+5°C, sampai berat tetap;

b. saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang *shieve shaker machine* selama 15 menit.

2. Berat Jenis (SNI 1969 – 2008)

a. Perhatikan bahwa seluruh penentuan berat harus sampai ketelitian 0,1 gram.

b. Isi piknometer dengan air sebagian saja. Segera setelah itu masukkan ke dalam piknometer (500+10) gram agregat halus dalam kondisi jenuh kering permukaan yang telah dipersiapkan sebelumnya. Tambahkan kembali air sampai kira-kira 90% kapasitas piknometer. Putar dan guncangkan piknometer dengan tangan untuk menghilangkan gelembung udara yang terdapat di dalam air. Cara uji lain yang dapat digunakan untuk mempercepat pengeluaran gelembung udara dari dalam air diperbolehkan asalkan tidak menimbulkan pemisahan dan merusak butiran agregat. Sesuaikan temperature piknometer, air dan agregat pada 23+2°C, apabila diperlukan rendam dalam air yang bersirkulasi. Penuhkan piknometer

sampai batas pembacaan pengukuran. Timbang berat total dari piknometer, benda uji dan air. Pada umumnya dibutuhkan waktu 15 sampai 20 menit untuk menghilangkan gelembung udara dari dalam air bila menggunakan cara manual. Menyentuhkan ujung dari handuk kertas ke dalam piknometer cukup efektif untuk menghilangkan buih yang timbul saat menggetarkan atau memutar untuk menghilangkan gelembung, atau dengan cara menambahkan beberapa tetes *isopropyl alcohol* segera setelah gelembung udara dihilangkan dan memambahkan air sampai batas pengukuran juga cukup efektif untuk menghilangkan buih yang terbentuk.

3. Berat Isi (SNI 03-4804-1998)

Pengujian berat isi sebagai berikut:

a. Kondisi Padat

Kondisi padat dapat dilakukan dengan cara tusuk dan cara ketuk:

1) Cara Tusuk:

a) Isi penakar sepertiga dari volume penuh dan ratakan dengan batang perata;

b) Tusuk lapisan agregat dengan 25 x tusukan batang penusuk;

c) Isi lagi sampai volume menjadi dua per tiga penuh kemudian ratakan dan tusuk seperti diatas;

d) Isi penakar sampai berlebih dan tusuk lagi;

e) Ratakan permukaan agregat dengan batang perata;

f) Tentukan berat penakar dan isinya dan berat penakar itu sendiri;

g) Catat beratnya sampai ketelitian 0,05 kg;

h) Hitung berat isi agregat menurut rumus 1 dan 2 pada butir 2.3.1

i) Hitung kadar rongga udara menurut rumus 3 pada butir 2.3.2

2) Cara Ketuk:

a) Isi agregat dalam penakar dalam tiga tahap sesuai ketentuan 3.1 1) (1);

b) Padatkan untuk setiap lapisan dengan cara mengetuk-ngetukan atas penakar dengan secara bergantian di atas lantai yang rata sebanyak 50 kali;

c) Ratakan permukaan agregat dengan batang perata sampai rata;

d) Tentukan berat penakar dan isinya sama seperti langkah pada 1) (6);

e) Hitung berat isi dan kadar rongga udara dalam agregat seperti langkah 1) (8) dan 1) (9).

b. Kondisi Gembur

Kondisi gembur dengan cara sekop atau sendok:

a) Isi penakar dengan agregat memakai sekop atau sendok secara berlebihan dan hindarkan terjadinya pemisahan dari butir agregat;
b) Ratakan permukaan dengan batang perata;
c) Tentukan berat penakar dan isinya dan berat penakar sendiri;
d) Catat beratnya sampai ketelitian 0,05 kg;
e) Hitung berat isi dan kadar rongga udara dalam agregat seperti langkah pada butir 2) (5).

4. Keausan Agregat (SNI 2417 : 2008)

Pengujian dilaksanakan dengan cara sebagai berikut:

a. Benda uji dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin abrasi Los Angeles;
b. Putaran mesin dengan kecepatan 30 rpm sampai dengan 33 rpm; jumlah putaran gradasi A, gradasi B, gradasi C dan gradasi D adalah 500 putaran dan untuk gradasi E, gradasi F dan gradasi G adalah 1000 putaran;
c. Setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan No.12 (1,70 mm); butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada temperatur 110°C ± 5°C sampai berat tetap;
d. Jika material contoh uji homogen, pengujian cukup dilakukan dengan 100 putaran, dan setelah selesai pengujian disaring dengan saringan No.12 (1,70 mm) tanpa pencucian. Perbandingan hasil pengujian antara

100 putaran dan 500 putaran agregat tertahan di atas saringan No.12 (1,70 mm) tanpa pencucian tidak boleh lebih besar dari 0,20;

e. Metode ini tidak berlaku untuk pengujian material dengan metode ASTM C 535-96 yaitu *Standard Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse aggregate by Abrasion and impact in the Los Angeles Machine*.

Untuk menghitung hasil pengujian, gunakan rumus berikut:

Keausan = $\frac{a-b}{a} X\ 100\%$ . . . . . (3.1)

dengan pengertian:

a = berat benda uji semula (g)

b = berat benda uji tertahan saringan No.12 (1,70 mm) (g)

5. Kadar Lumpur (SNI 03 – 2816 – 1992)

Urutan proses pengujian ini adalah sebagai berikut :

a. Masukkan benda uji kedalam botol gelas sampai mencapai garis skala 130 ml;

b. Tambahkan larutan (3% NaOH+97% air) dan dikocok sampai volume mencapaii 200 ml;

c. Tutup botol; kocok kuat-kuat, kemudian di diamkan selama 24 jam;

d. Warna standar dapat menggunakan larutan standar atau organik place No. 3;

e. Jika warna larutan benda uji lebih gelap dari warna larutan standar atau menunjukkan warna standar lebih besar dari No. 3, maka kemungkinan

mengandung bahan organic yang tidak di izinkan untuk bahan campuran mortar atau beton.

G. Metode Pengecoran.

Adapun tahapan-tahapan dalam pengecoran pada benda uji sebagai berikut:

1. Alat-alat dibersihkan terlebih dahulu, kemudian menimbang bahan-bahan yang digunakan sesuai dengan komposisi hasil *mix design.*
2. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan. Kemudian tuangkan agregat kasar, agregat halus, dan semen.
3. Setelah bahan tersebut tercampur rata, masukkan air sedikit demi sedikit sesuai dengan jumlah yang telah ditentukan.
4. Setelah tercampur rata, dilakukan uji slump sesuai SNI 03-1972-2008 untuk mengukur tingkat *workability* adukan.
5. Selanjutnya campuran beton dituangkan ke dalam cetakan silinder. Untuk adukan beton dipadatkan dan digetarkan menggunakan vibrator.
6. Diamkan selama 24 jam.
7. Setelah 24 jam, cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton.

H. Metode Perawatan Benda Uji

Perawatan beton (*curing*) dilakukan setelah beton mencapai final setting, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan Benda Uji yang dilakukan adalah menaruh benda uji dalam air yaitu dengan caradi rendam dalam bak air di Laboratorium Struktur dan Bahan selama 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.

Sangat jelas sekali. Menyembuhkan umumnya dipahami sebagai perawatan beton, yang bertujuan untuk menjaga beton tidak terlalu cepat kehilangan air, atau sebagai pekerjaan untuk mempertahankan kelembaban dan suhu beton, segera setelah proses selesai, beton selesai dan persiapan total telah tercapai.

Tujuan curing beton / curing adalah untuk memastikan reaksi hidrasi semen komposit termasuk bahan tambahan atau bahan alternatif yang dapat terjadi secara optimal sehingga mutu beton yang diharapkan untuk dicapai, dan menjaga agar tidak berlebihan susut pada beton karena kehilangan kelembapan yang terlalu cepat atau tidak seragam, sehingga dapat menyebabkan retak.

Proses konkrit dilakukan segera setelah beton telah dicoba atau telah memasuki tahap perbaikan padat (untuk permukaan beton terbuka) atau setelah cetakan/ ref/ refwork telah dibuka, untuk periode tertentu bertujuan untuk menjamin kelangsungan kondisi yang diperlukan untuk proses reaksi dari senyawa kimia yang ada di campotran. Durasi pengolahan selama 7 hari berturut-turut dimulai pada hari kedua setelah decanting.

Menurut SNI 03-2493-191, objek percobaan harus memenuhi syarat-syarat berikut :

1. setelah selesai untuk mempertahankan penguapan air dari beton segar, bagian uji setelah selesai/ pelumasan harus ditutupi dengan bahan yang tidak mudah untuk air, tidak reaktif dan mudah untuk digunakan, tetapi juga harus mampu mempertahankan bahkan ketika sampel uji tersebut dirap dari cetakan. Ketika menggunakan plastik limaparan menyebar melebihi permukaan seluruh bagian tes untuk menjaga kelembaban. Permukaan bagian luar cetakan harus

disimpan tidak untuk menangani langsung dengan air selama 24 jam pertama setelah mencetak beton, dapat mengubah air di dalam mortir, dan menyebabkan kerusakan pada objek tes.

2. Lepas cetakan sampel uji menghapus bagian uji dari cetakan setelah 20 jam dan tidak lebih dari 48 jam setelah mencetak.
3. Perlakukan objek percobaan jika tidak ditentukan dengan cara lain, rendam seluruh bagian tes dalam air yang memiliki suhu 23 ± 2°C Mulai untuk melepaskan cetakan sampai waktu tes dilakukan. Ruang penyimpanan harus bebas getaran terutama pada saat 48 jam pertama setelah menyimpan objek uji. Untuk reprinting, pengobatan kondisi harus sama seperti dijelaskan di atas. Kondisi perawatan seperti ini juga dapat dilakukan dengan perendaman air jenuh travertine juga dapat disimpan di ruang lembab atau dalam lemari lembab, menguji benda harus disimpan dari tetesan air atau aliran air dari luar.

I. Teknik Pengumpulan Data

1. Pengumpulan Data Sekunder

Tahap awal dari pekerjaan ini ialah mengumpulkan data sekunder berupa standar mutu, serta mencari literatur-literatur terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Data tersebut dipergunakan untuk menentukan mutu beton yang akan diteliti, serta menentukan langkah kerja lebih lanjut dalam tahap penelitian yang akan dilakukan.

2. Pengumpulan Data Primer

Tahap selanjutnya dari pekerjaan ini ialah mengumpulkan data primer berupa Agregat kasar dan halus secara langsung sebagai bahan penelitian untuk mencari kekuatan tekannya, apakah layak untuk digunakan.

J. Teknik Analisis Data

1. Evaluasi Karakteristik Bahan

Evaluasi bahan-bahan penyusunan beton seperti semen, agregat (kerikil), denda Agregate (pasir) dan air. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari tahu apakah bahan yang digunakan untuk membentuk beton dalam penelitian ini memiliki nilai sesuai dengan persyaratan standar yang telah didirikan.

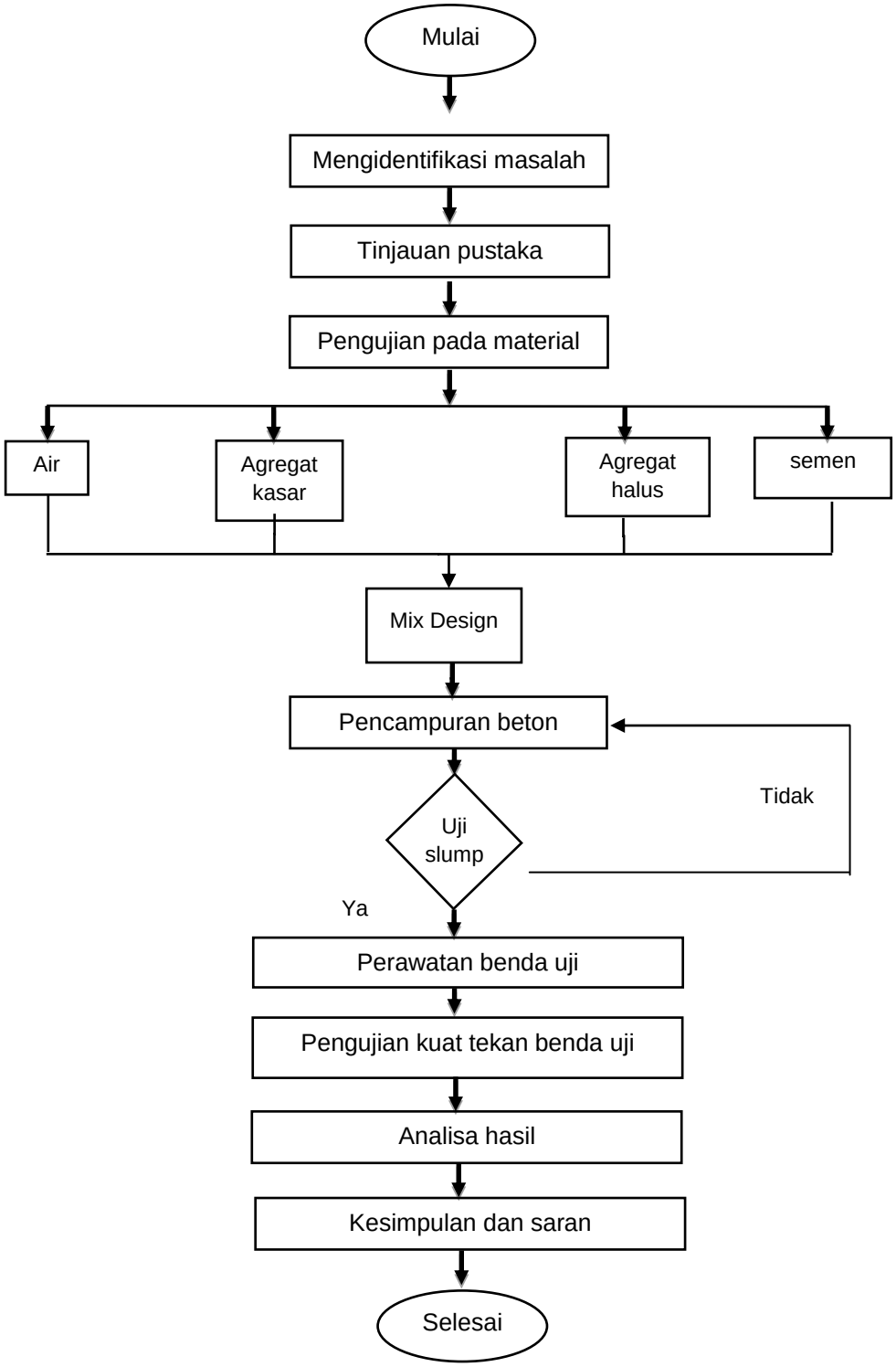
2. Analisa Kuat Tekan Beton

Analisis yang dilakukan dengan membandingkan hasil data dari kekuatan kompresive dari setiap variasi campuran melalui grafik, sehingga kita dapat menentukan efek yang dihasilkan di setiap grafik usia beton.

Untuk menghitung besarnya kuat tekan dipergunakan persamaan matematis, sebagai berikut:

Pengujian Kuat Tekan Beton *(SNI* 03-0691-1996*)*

K. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Material

Sebelum melakukan perancangan campuran (*Mix Design*) terlebih dahulu memeriksa/menguji material yang akan digunakan pada perancangan campuran data yang didapat dari hasil pengujian pada material di laboratorium struktur dan bahan terdapat tabel berikut:

Tabel 4.1. Hasil pengujian material agregat kasar (Batu Alami)

No	Jenis pengujian	Hasil	Syarat SNI 03-2834-2000	Keterangan
1	Kadar air	0,91%	0,5 - 2%	Memenuhi
2	Kadar lumpur	0,98%	Maksimal 1%	Memenuhi
3	Berat jenis	2,98	1,6 – 3,3	Memenuhi
4	Absorsi	2,57%	Maksimal 4%	Memenuhi
5	Berat volume lepas	1,61 Kg/liter	1,6 –1,9Kg/liter	Memenuhi
6	Berat volume padat	1,80 Kg/liter	1,6 –1,9Kg/liter	Memenuhi
7	Pemeriksaan keausan	19,4%	Maksimal 50%	Memenuhi

Sumber: (hasil olah data 2021)

Dari hasil pengujian material agregat kasar batu alami pada beton normal untuk kadar air 0.91%, kadar lumpur 0.98%, berat jenis 2.98, absorsi 2.57%, berat volume lepas 1.61 kg/liter, berat volume padat 1.80 kg/liter dan keausan 19.4%. Jadi dari hasil pengujian yang didapat bahwa agregat kasar yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton, dapat dipakai karena memenuhi standar yang ditentukan pada SNI 03-2834-2000.

Tabel 4.2. Hasil pengujian pada material agregat kasar (Batu Pecah)

No	Jenis pengujian	Hasil	Syarat SNI 03-2834-2000	Keterangan
1	Kadar air	1,11%	0,5 - 2%	Memenuhi
2	Kadar lumpur	0,93%	Maksimal 1%	Memenuhi
3	Berat jenis	3,3	1,6 – 3,3	Memenuhi
4	Absorsi	3,23%	Maksimal 4%	Memenuhi
5	Berat volume lepas	1,60 Kg/liter	1,6 –1,9Kg/liter	Memenuhi
6	Berat volume padat	1,83 Kg/liter	1,6 –1,9Kg/liter	Memenuhi
7	Pemeriksaan keausan	20%	Maksimal 50%	Memenuhi

Sumber: (hasil olah data 2021)

Dari hasil pengujian material agregat kasar pada beton normal untuk kadar air 1.11%, kadar lumpur 0.93%, berat jenis 3.3, absorsi 3.23%, berat volume lepas 1.60 kg/liter, berat volume padat 1.83 kg/liter dan keausan 20%. Jadi dari hasil pengujian yang dapat bahwa agregat halus yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton, dapat dipakai karena memenuhi standar yang telah ditentukan pada SNI 03-2834-2000.

Tabel 4.3 Hasil pengujian pada material agregat halus (Pasir Sungai Mata Allo)

No	Jenis pengujian	Hasil	Syarat SNI 03-2834-2000	Keterangan
1	Kadar air	2,46%	2% - 5%	Memenuhi
2	Kadar lumpur	2,05%	Maksimal 5%	Memenuhi
3	Berat jenis	2,57	1,6 – 3,3	Memenuhi
4	Absorsi	1,73%	0,2% - 2%	Memenuhi
5	Berat volume lepas	1,43 Kg/liter	1,4 –1,9Kg/liter	Memenuhi
6	Berat volume padat	1,63 Kg/liter	1,4 –1,9Kg/liter	Memenuhi
7	Kadar Organik	No. 1	< No.3	Memenuhi

Sumber: (hasil olah data 2021)

Dari hasil pengujian material agregat halus pada beton normal untuk kadar air 2.46%, kadar lumpur 2.05%, berat jenis 2.57, absorsi 1.73%, berat volume lepas 1.43 kg/liter, berat volume padat 1.63 kg/liter dan kadar organik terdapat pada warna no.1. Jadi dari hasil pengujian yang didapat bahwa agregat kasar yang

akan digunakan sebagai bahan campuran beton, dapat dipakai karena memenuhi standar yang ditentukan pada SNI 03-2834-2000.

B. Mix Design

1. Agregat Batu Alami

a. Data Material

Berat jenis pasir : 2,57 kg/m^3

Berat jenis kerikil : 2,98 kg/m^3

Berat jenis semen : 3,15 kg/m^3

Modulus halus butir pasir : 3,754 mm

Ukuran maksimum agregat : 19,05 mm

Kering permukaan Split/Kerikil (SSD) : 2,84 kg/m^3

Kuat dasar rencana (fc') : 25 MPa = 250 kg/m^2

Jenis konstruksi : Balok dan Kolom

b. Berdasarkan SNI 03-2834-2000

1) Standar deviasi (Sr):

Tabel 4.4 Standar Devisi

Volume Pekerjaan		Mutu Pelaksanaan		
Klasifikasi	m^3	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil	< 1000	45 < s ≤ 55	55 < s ≤ 65	65 < s ≤ 85
Sedang	1000 – 3000	35 < s ≤ 45	45 < s ≤ 55	55 < s ≤ 75
Besar	> 3000	25 < s ≤ 35	35 < s ≤ 45	45 < s ≤ 65

Sumber : (SNI 03-2834-2000)

Standar deviasi (Sr) = 60 kg/m^2

2) Nilai tambah (margin):

M = 1,64 × Sr

= 1,64 × 60

= 98,4 kg/m^2

3) Kuat rata-rata (Fcr) uji 28 hari :

Fcr = fc+ M

= 250 + 98,4

= 348,4 kg/m^2

4) Penentuan Nilai Slump

Tabel 4.5 Nilai Slump untuk berbagai jenis konstruksi

Jenis Konstruksi	Slump (cm)	
	Minimum	Maksimum
Pondasi bertulang, dinding, tiang	5	12,5
Tiang pondasi tak bertulang kaison	2,5	10
Pelat, Balok, Kolom	7,5	15
Beton untuk jalan (pavement)	5	7,5
Beton massa (konstruksi massa yang berat)	2,5	7,5

Sumber: (SNI 03-2834-2000)

Slump rencana yang digunakan 10 cm = 100 mm.

5) Volume air yang digunakan setiap m3 campuran beton.

Tabel 4.6 Volume air yang digunakan pada tiap m3 campuran beton untuk berbagai nilai slump dan ukuran agregat maksimum

Slump (cm)	air yang diperlukan tiap m^# adukan beton (ltr/kg) untuk ukuran agregat maksimum (mm)							
	9,6	12,5	19,6	25	38,1	50	76,2	150
Beton Biasa (*non-air entrained*)								
2,5-5,0	213	203	188	183	168	157	147	127
7,5-10,0	234	223	208	198	183	173	163	142
15,0-17,5	248	234	218	208	193	183	173	152
Kira kira udara terperangkap (%)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2
Beton Bergelembung Udara (*air entrained*)								
2,5-5,0	188	183	168	157	147	137	127	111
7,5-10,0	208	198	183	173	163	152	142	122
15,0-17,5	218	208	193	183	173	163	152	132
Kira kira udara terperangkap (%)	8,0	7,0	6,0	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0

Sumber: (SNI 03-2834-2000)

Bila ditabel tidak ditemukan, maka dilakukan perhitungan interpolasi pembacaan tabel berdasarkan ukuran agregat maximum dan nilai slump. Ukuran agregat maksimum yaitu 19,05 mm yang berada diantara 12,5 mm dan 19,6 mm maka:

a) Berat Air

Diketahui:

Y	=	19,05 mm	X1	=	223 lt
Y1	=	12,5 mm	X2	=	208 lt
Y2	=	19,6 mm			

Ditanyakan:

X = ?

Maka:

$$X = X1 + \left(\left(\frac{(Y - Y1)}{(Y2 - Y1)}\right) \times (X2 - X1)\right)$$

$$X = 223 + \left(\left(\frac{(19{,}05 - 12{,}5)}{(19{,}6 - 12{,}5)}\right) \times (208 - 223)\right)$$

$$X = 209{,}2 \text{ lt}$$

b) Perkiraan udara yang terperangkap

Diketahui:

Y	=	19,05 mm	X1	=	2,5 %
Y1	=	12,5 mm	X2	=	2,0 %
Y2	=	19,6 mm			

Ditanyakan:

X = ?

Maka:

$$X = X1 + \left(\left(\frac{(Y - Y1)}{(Y2 - Y1)}\right) \times (X2 - X1)\right)$$

$$X = 2{,}5 + \left(\left(\frac{(19{,}05 - 12{,}5)}{(19{,}6 - 12{,}5)}\right) \times (2{,}0 - 2{,}5)\right)$$

$$X = 2{,}0\ \%$$

6) Penentuan Faktor Air Semen (FAS)

Tabel 4.7 Faktor air semen pada berbagai jenis konstruksi dan keadaan cuaca.

Jenis Konstruksi	Keadaan Cuaca luar					
	Perubahan suhu yang berbahaya berkali-kali dari air beku dan cair (hanya untuk beton air-entrained)			Bersuhu Sedang		
	Di udara	Di permukaan air atau di daerah naik turunnya /pancaran air		Di udara	Di permukaan air atau di daerah naik turunnya/pancaran air	
		Air Sejuk	Air Es		Air Sejuk	Air Es
Tampang tipis seperti: beton untuk tepi jalan, strip-strip, tiang bertulang, pipa beton hiasan dan semua beton yang selimutnya < 2 cm	0,500	0,445	0,408	0,545	0,500	0,408
Tampang sedang seperti : dinding penahan tanah, pilar, balok, kolom	0,545	0,500	0,455		0,545	0,455
Bagian luar dari beton massa yang berat	0,590	0,500	0,455		0,545	0,455
Beton yang di tuang di dalam air		0,455	0,455		0,455	0,455
Pelat yang ditempatkan di permukaan tanah	0,545					

Sumber: (SNI 03-2834-2000)

Maka, FAS 1 = 0,545

Tabel 4.8 FAS dan kuat desak pada beton umum umur 28 hari.

Faktor Air Semen	Kemungkinan Kuat Desak pada Beton umum 28 hari (kg/cm^2)	
	Beton biasa (*non-air entrained*)	Beton bergelembung Udara (*air entrained*)
0,36	420	340
0,45	350	280
0,54	280	225
0,63	225	185
0,72	175	140
0,81	140	115

Sumber: (SNI 03-2834-2000)

Ukuran kuat tekan rencana (Fcr) yaitu 340,2 kg/cm^2 yang berada diantara 350 dan 280 maka nilai FAS 2:

Diketahui:

Y	=	340,2 kg/cm^2	X1	=	0,45
Y1	=	350 kg/cm^2	X2	=	0,54
Y2	=	280 kg/cm^2			

Ditanyakan:

X = ?

Maka:

$$X = X1 + \left(\left(\frac{(Y - Y1)}{(Y2 - Y1)} \right) \times (X2 - X1) \right)$$

$$X = 0{,}45 + \left(\left(\frac{(340{,}2 - 350)}{(280 - 350)} \right) \times (0{,}54 - 0{,}45) \right)$$

$$X = 0{,}46$$

Dari nilai FAS 1 dan FAS 2, diambil nilai terkecil sebagai nilai FAS yang akan digunakan, yaitu 0,46.

7) Berat semen tiap 1 m^3 beton

W air = 209,2 lt

W semen = $\frac{\text{W air}}{\text{FAS}} = \frac{209{,}2 \text{ lt}}{0{,}46}$ = 452,14 kg/m^3 = 0,452 ton

Volume semen = $\frac{\text{W semen (ton)}}{\text{BJ semen}} = \frac{0{,}452}{3{,}15}$ = 0,144 m^3

8) Berat kerikil tiap 1 m^3 beton

Tabel 4.9 Volume agregat setiap satuan volume campuran beton.

Ukuran Butir maksimum Agregat/batuan (mm)	Volume Kricak kering tusuk (SSD) tiap satuan Volume Beton untuk berbagai nilai Modulus Halus Butir (MHB)			
	2,4	2,6	2,8	3,0
9,5	0,46	0,44	0,42	0,40
12,7	0,55	0,53	0,51	0,49
19,2	0,65	0,63	0,61	0,59
25,0	0,70	0,68	0,66	0,64
38,1	0,76	0,74	0,72	0,70
50,0	0,79	0,77	0,75	0,73
76,0	0,84	0,82	0,80	0,78
150,0	0,90	0,88	0,86	0,84

Sumber: (SNI 03-2834-2000)

Nilai berat jenis kerikil yaitu 2,98 yang berada diantara 2,8 dan 3,0 dengan ukuran butir maksimum agregat/batuan 19,05 mm yang berada diantara 12,7 mm dan 19,2 mm maka Volume kerikil:

Diketahui:

Y = 19,05 mm
Y1 = 2,8 mm
Y2 = 3,0 mm
X1 = 0,61
X2 = 0,59

Ditanyakan:

X = ?

Maka:

$$X = X1 + \left(\left(\frac{(Y - Y1)}{(Y2 - Y1)} \right) \times (X2 - X1) \right)$$

$$X = 0{,}61 + \left(\left(\frac{(19{,}05 - 2{,}8)}{(3{,}0 - 2{,}8)} \right) \times (0{,}59 - 0{,}61) \right)$$

$$X = 0{,}59$$

Berat kering tusuk SSD = 1,80 kg/lt

W kerikil = V kerikil × SSD = 0,59 × 1,80 = 1,065 ton = 1064,997 kg

Volume semen = $\frac{\text{W kerikil (ton)}}{\text{BJ kerikil}} = \frac{1{,}065}{2{,}98} = 0{,}358\ m^3$

9) Berat pasir tiap 1 m^3 beton

V. Semen = 0,144 m³

V. Kerikil = 0,358 m³

V. Air = 0,209 m³

V. Udara = 0,0204 m³

V. Pasir = 1 – (V. semen + V. kerikil + V. Air + V. Udara)

= 1 – (0,144 + 0,358 + 0,209 + 0,0204)

= 0,269 m³

W. pasir = V. Pasir × BJ Pasir

= 0,269 × 2,57 = 0,691 ton

= 690,883 kg

10) Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m^3 beton.

W Semen = 452,14 kg/m^3

W pasir = 690,883 kg/m^3

W kerikil = 1064,997 kg/m^3

W air = 209,2 liter/m^3

Perbandingan berat= semen : pasir : kerikil : air = 1 : 1,53 : 2,36 : 0,46

11) Kebutuhan Bahan Pembuatan Benda Uji Beton

Untuk Silinder:

Dibutuhkan beton berbentuk silinder sejumlah 17 buah.

Diameter (d) = 0,15 m

Tinggi (h) = 0,3 m

Volume 1 silinder = 0,0053 m^3

Volume total silinder = 0,0901 m^3

Agar tidak terjadi kekurangan bahan maka diperlukan penambahan volume silinder sebesar 25%.

Volume tambahan = 0,0225 m^3

Volume total = silinder + tambahan = 0,1127 m^3

Untuk Balok:

Dibutuhkan beton berbentuk balok sejumlah 2 buah.

Panjang (p) = 0,6 m

Lebar (l) = 0,15 m

Tinggi (h) = 0,15 m

Volume 1 balok = 0,0135 m^3

Volume total balok = 0,027 m^3

Agar tidak terjadi kekurangan bahan maka dapat dilakukan penambahan volume balok sebesar 25%.

Volume tambahann = 0,06 m^3

Volume total = 0,3 m^3

Tabel 4.10 *Mix Design* silinder menggunakan agregat kasar Batu Alami

Bahan beton	Berat 1 sampel silinder
Air	1,11 lt
Semen	2,40 kg
Agregat halus	3,67 kg
Agregat kasar	5,66 kg

Sumber: (hasil olah data)

Berdasarkan hasil yang didapat di laboratorium untuk perancangan campuran (*Mix design)* dengan menggunakan agregat kasar batu alami untuk 1 (satu) sampel silinder yaitu, air 1,11 lt, semen sebesar 2.40 Kg, agregat halus 3.67 Kg, dan agregat kasar 5.66 Kg..

Tabel 4.11 *Mix Design* balok menggunakan agregat kasar Batu Alami

Bahan beton	Berat 1 sampel balok
Air	20,92 lt
Semen	45,21 kg
Agregat halus	69,09 kg
Agregat kasar	106,50 kg

Sumber : (hasil pengolahan data 2021)

Berdasarkan hasil yang didapatkan di laboratorium untuk perancangan campuran (*Mix design)* dengan menggunakan agregat kasar batu alami untuk 1 (satu) sampel balok yaitu, air 20,92 lt, semen 45,21 kg, agregat halus 69,09 kg dan agregat kasar 106,50 kg.

2. Agregat Batu Pabrik

a. Data material.

Berat jenis pasir : 2,57 kg/m^3

Berat jenis krikil : 3,30 kg/m^3

Berat jenis semen : 3,15 kg/m^3

Modulus halus butir pasir : 3,754 mm

Ukuran agregat maksimum : 19,05 mm

Kering permukaan Split/Kerikil (SSD) : 1,83 kg/m^3

Kuat dasar rencana (fc') : 25 MPa = 250 kg/m^2

Jenis konstruksi : Balok dan Kolom

b. Berdasarkan SNI 03-2834-2000

1) Standar deviasi (Sr):

Tabel 4.12 Standar Deviasi

Volume Pekerjaan		Mutu Pelaksanaan		
Klasifikasi	m^3	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil	< 1000	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 65$	$65 < s \leq 85$
Sedang	1000 – 3000	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 75$
Besar	> 3000	$25 < s \leq 35$	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 65$

Sumber : (SNI 03-2834-2000)

Standar deviasi (Sr) = 60 kg/m^2

2) Nilai tambah (margin):

M = 1,64 × Sr

= 1,64 × 60

= 98,4 kg/m^2

3) Kuat tekan rata-rata (Fcr) uji silinder 28 hari :

Fcr = fc+ M

= 250 + 90,2

= 348,4 kg/m^2

4) Penentuan Nilai Slump

Tabel 4.13 Nilai Slump untuk berbagai jenis konstruksi

Jenis Konstruksi	Slump (cm)	
	Minimum	Maksimum
Pondasi bertulang, dinding, tiang	5	12,5
Tiang pondasi tak bertulang kaison	2,5	10
Pelat, Balok, Kolom	7,5	15
Beton untuk jalan (pavement)	5	7,5
Beton massa (konstruksi massa yang berat)	2,5	7,5

Sumber: (SNI 03-2834-2000)

Slump rencana yang digunakan 10 cm = 100 mm

5) Volume air yang digunakan setiap m3 dalam adukan campuran.

Tabel 4.14 Volume air yang digunakan tiap m3 beton untuk berbagai nilai slum dan besar kecil ukuran agregat max.

Slump (cm)	air yang diperlukan tiap m^# adukan beton (ltr/kg) untuk ukuran agregat maksimum (mm)							
	9,6	12,5	19,6	25	38,1	50	76,2	150
Beton Biasa (*non-air entrained*)								
2,5-5,0	213	203	188	183	168	157	147	127
7,5-10,0	234	223	208	198	183	173	163	142
15,0-17,5	248	234	218	208	193	183	173	152
Kira kira udara terperangkap (%)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2
Beton Bergelembung Udara (*air entrained*)								
2,5-5,0	188	183	168	157	147	137	127	111
7,5-10,0	208	198	183	173	163	152	142	122
15,0-17,5	218	208	193	183	173	163	152	132
Kira kira udara terperangkap (%)	8,0	7,0	6,0	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0

Sumber: (SNI 03-2834-2000)

Bila ditabel tidak ditemukan, maka dilakukan perhitungan interpolasi pembacaan tabel berdasarkan ukuran agregat maximum dan nilai slump. Ukuran agregat maksimum yaitu 19,05 mm yang berada diantara 12,5 mm dan 19,6 mm maka:

a) Berat Air

Diketahui:

Y = 19,05 mm
Y1 = 12,5 mm
Y2 = 19,6 mm
X1 = 223 lt
X2 = 208 lt

Ditanyakan:

X = ?

Maka:

$$X = X1 + \left(\left(\frac{(Y - Y1)}{(Y2 - Y1)} \right) \times (X2 - X1) \right)$$

$$X = 223 + \left(\left(\frac{(19{,}05 - 12{,}5)}{(19{,}6 - 12{,}5)} \right) \times (208 - 223) \right)$$

$$X = 209{,}2 \text{ lt}$$

b) Perkiraan udara yang terperangkap

Diketahui:

Y = 19,05 mm X1 = 2,5 %
Y1 = 12,5 mm X2 = 2,0 %
Y2 = 19,6 mm

Ditanyakan:

X = ?

Maka:

$$X = X1 + \left(\left(\frac{(Y - Y1)}{(Y2 - Y1)} \right) \times (X2 - X1) \right)$$

$$X = 2{,}5 + \left(\left(\frac{(19{,}05 - 12{,}5)}{(19{,}6 - 12{,}5)} \right) \times (2{,}0 - 2{,}5) \right)$$

$$X = 2{,}0\ \%$$

6) Penentuan Faktor Air Semen (FAS)

Tabel 4.15 Faktor Air Semen pada (ltr/kg semen) untuk berbagai jenis konstruksi dan keadaan cuaca.

Jenis Konstruksi	Keadaan Cuaca luar					
	Perubahan suhu yang berbahaya berkali-kali dari air beku dan cair (hanya untuk beton air-entrained)			Bersuhu Sedang		
	Di udara	Di permukaan air atau di daerah naik turunnya /pancaran air		Di udara	Di permukaan air atau di daerah naik turunnya/pancaran air	
		Air Sejuk	Air Es		Air Sejuk	Air Es
Tampang tipis seperti: beton untuk tepi jalan, strip-strip, tiang bertulang, pipa beton hiasan dan semua beton yang selimutnya < 2 cm	0,500	0,445	0,408	0,545	0,500	0,408
Tampang sedang seperti : dinding penahan tanah, pilar, balok, kolom	0,545	0,500	0,455		0,545	0,455
Bagian luar dari beton massa yang berat	0,590	0,500	0,455		0,545	0,455
Beton yang di tuang di dalam air		0,455	0,455		0,455	0,455
Pelat yang ditempatkan di permukaan tanah	0,545					

Sumber: (SNI 03-2834-2000)

Maka, FAS 1 = 0,545

Tabel 4.16 Faktor air semen dan kemungkinan kuat desak beton umum 28 hari.

FAS	Kemungkinan Kuat Desak Beton umum 28 hari (kg/cm^2)	
	Beton biasa (*non-air entrained*)	Beton bergelembung Udara (*air entrained*)
0,36	420	340
0,45	350	280
0,36	420	340
0,45	350	280
0,54	280	225
0,63	225	185
0,72	175	140
0,81	140	115

Sumber: (SNI 03-2834-2000)

Ukuran kuat tekan rencana (Fcr) yaitu 340,2 kg/cm^2 yang berada diantara 350 dan 280 maka nilai FAS 2:

Diketahui:

Y = 340,2 kg/cm^2 X1 = 0,45
Y1 = 350 kg/cm^2 X2 = 0,54
Y2 = 280 kg/cm^2

Ditanyakan:

X = ?

Maka:

$$X = X1 + \left(\left(\frac{(Y - Y1)}{(Y2 - Y1)} \right) \times (X2 - X1) \right)$$

$$X = 0{,}45 + \left(\left(\frac{(340{,}2 - 350)}{(280 - 350)} \right) \times (0{,}54 - 0{,}45) \right)$$

$$X = 0{,}46$$

Dari nilai FAS 1 dan FAS 2, diambil nilai terkecil sebagai nilai FAS yang akan digunakan, yaitu 0,46.

7) Berat semen tiap 1 m^3 beton

W air = 209,2 lt

W semen = $\frac{\text{W air}}{\text{FAS}} = \frac{209{,}2 \text{ lt}}{0{,}46}$ = 452,14 kg/m^3 = 0,452 ton

Volume semen = $\frac{\text{W semen (ton)}}{\text{BJ semen}} = \frac{0{,}452}{3{,}15}$ = 0,144 m^3

8) Berat kerikil tiap 1 m^3 beton

Tabel 4.17 Volume argegat setiap satuan volume adukan beton.

Ukuran (mm)	Volume kricak kering tusuk (SSD) tiap satuan volume beton untuk berbagai nilai modulus halus butir (MHB)			
	2,4	2,6	2,8	3,0
9,5	0,46	0,44	0,42	0,40
12,7	0,55	0,53	0,51	0,49
19,2	0,65	0,63	0,61	0,59
25,0	0,70	0,68	0,66	0,64
38,1	0,76	0,74	0,72	0,70
50,0	0,79	0,77	0,75	0,73
76,0	0,84	0,82	0,80	0,78
150,0	0,90	0,88	0,86	0,84

Sumber: (SNI 03-2834-2000)

Nilai berat jenis kerikil yaitu 3,3 yang berada diantara 2,8 dan 3,0 dengan ukuran butir maksimum agregat/batuan 19,05 mm yang berada diantara 12,7 mm dan 19,2 mm maka Volume kerikil:

Diketahui:

Y = 19,05 mm
Y1 = 2,8 mm
Y2 = 3,0 mm
X1 = 0,61
X2 = 0,59

Ditanyakan:

X = ?

Maka:

$$X = X1 + \left(\left(\frac{(Y - Y1)}{(Y2 - Y1)}\right) \times (X2 - X1)\right)$$

$$X = 0{,}61 + \left(\left(\frac{(3{,}3 - 2{,}8)}{(3{,}0 - 2{,}8)}\right) \times (0{,}59 - 0{,}61)\right)$$

$$X = 0{,}56$$

Berat kering tusuk SSD = 1,83 kg/lt

W kerikil = V kerikil × SSD = 0,56 × 1,83 = 1,025 ton = 1025,225 kg

Volume semen = $\frac{\text{W kerikil (ton)}}{\text{BJ kerikil}} = \frac{1,025}{3,3}$ = 0,311 m^3

9) Berat pasir tiap 1 m^3 beton

V. Semen = 0,144 m^3

V. Kerikil = 0,358 m^3

V. Air = 0,209 m^3

V. Udara = 0,0204 m^3

V. Pasir = 1 – (V. semen + V. kerikil + V. Air + V. Udara)

= 1 – (0,144 + 0,311 + 0,209 + 0,0204)

= 0,316 m^3

W pasir = V. Pasir × BJ Pasir = 0,316 × 2,57 = 0,811 ton = 811,179 kg

10) Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m^3 beton

W semen = 452,14 kg/m^3

W pasir = 811,179 kg/m^3

W kerikil = 1025,225 kg/m^3

W air = 209,2 lt/m^3

Perbandingan berat semen : pasir : kerikil : air = 1 : 1,79 : 2,27 : 0,46

11) Kebutuhan Bahan Pembuatan Benda Uji Beton

Untuk Silinder:

Dibutuhkan beton berbentuk silinder sejumlah 17 buah.

Diameter (d) = 0,15 m

Tinggi (h) = 0,3 m

Volume 1 silinder = 0,0053 m^3

Volume total silinder = 0,0901 m^3

Agar tidak terjadi kekurangan bahan maka diperlukan penambahan volume silinder sebesar 25%.

Volume tambahan = 0,0225 m^3

Volume total = 0,0797 m^3

Untuk Balok:

Dibutuhkan beton berbentuk balok sejumlah 2 buah.

Panjang (p) = 0,6 m

Lebar (l) = 0,15 m

Tinggi (h) = 0,15 m

Volume 1 balok = 0,0135 m^3

Volume total balok = 0,027 m^3

Agar tidak terjadi kekurangan bahan maka diperlukan penambahan volume balok sebesar 25%.

Volume tambahan = 0,06 m^3

Volume total = 0,3 m^3

Tabel 4.18 *Mix Design* silinder menggunakan agregat kasar Batu Pabrik.

Bahan beton	Berat 15 sampel silinder	Berat 1 sampel silinder
Air	16,7 lt	1,11 lt
Semen	36,0 kg	2,40 kg
Agregat halus	64,7 kg	4,31 kg
Agregat kasar	81,7 kg	5,45 kg

Sumber: (hasil olah 2021)

Berdasarkan hasil yang didapat di laboratorium untuk perancangan campuran (*Mix design)* dengan menggunakan agregat kasar batu alami untuk 1

(satu) sampel silinder yaitu, air 1,11 lt, semen 2.40 Kg, agregat haIus 4.31 Kg dan agregat kassr 5,45 Kg.

Tabel 4.19 *Mix Design* balok menggunakan agregat kasar Batu Pabrik

Bahan beton	Berat 3 sampel balok	Berat 1 sampel balok
Air	62,7 lt	20,92 lt
Semen	135,6 kg	45,21 kg
Agregat halus	243,4 kg	81,12 kg
Agregat kasar	307,6 kg	102,52 kg

Sumber: (hasil olah data 2021)

Berdasarkan hasil yang didapatkan di laboratorium untuk perancangan campuran (*Mix design)* dengan menggunakan agregat kasar batu alami untuk 1 (satu) sampel balok yaitu, air 20,92 lt, semen 45,21 kg, argegat halus 81.12 Kg dan argegat kasar 102.52 Kg.

C. Pengujian Nilai Slump.

Uji slum adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui besaran kekentalan (*viscocity)* adukan beton segar. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Untuk itu uji slump menunjukkan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air.

Berdasarkan SNI 03-2834-2000. Slump dapat dilakukan di laboratorium ataupun dilapangan biasanya ketika *ready mix design* sampai dan pengujian setiap dating. Hasil dari slump tes beton yaitu nilai slump yang tertera dinyatakan dalam satuan internasional dan memiliki standar.

1. Nilai Slump Agregat Batu Alami

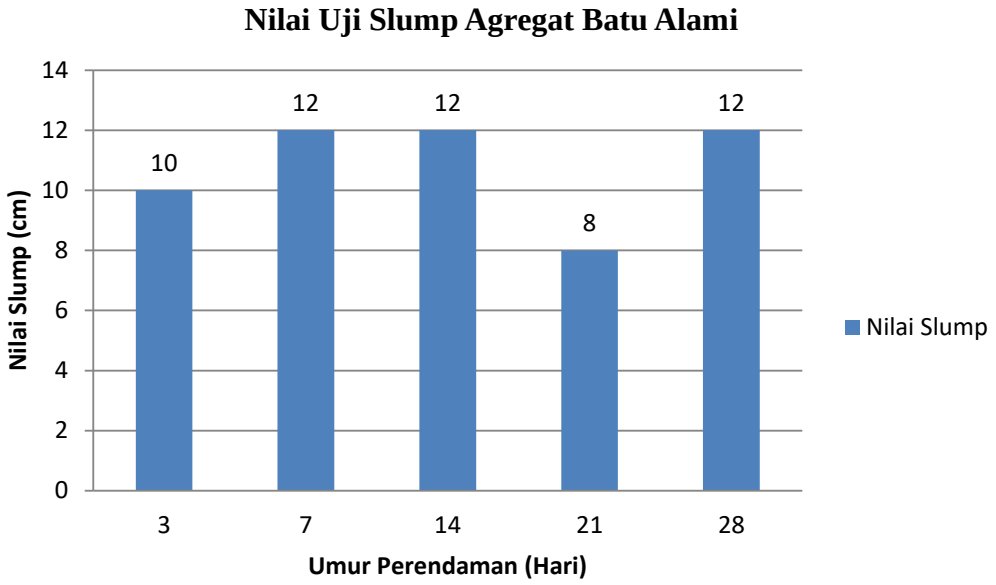
Tabel 4.20 Hasil pengujian slump Agregat Batu Alami

No	Umur beton (hari)	Slump lapangan (cm)	Slump maksimal (cm)
1	3	10	15
2	7	12	15

3	14	12	15
4	21	8	15
5	28	12	15

Sumber: (hasil olah data 2021)

Berdasarkan hasil pengujian slump pada tabel di atas didapatkan nilai slump untuk Campuran Batu Alami yaitu hari 3 sebesar 10 cm, hari 7 sebesar 12 cm, hari 14 sebesar 12 cm, hari 21 sebesar 8 cm, dan hari 28 sebesar 12 cm. Dari hasil pengujian slump yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa beton yang telah dicampur dapat digunakan karena tidak melewati batas maksimal nilai slump yaitu 15 cm.



Gambar 4.1 Grafik Nilai Hasil Uji Slump Agregat Kerikil
Sumber: (hasil olah data 2021)

Grafik di atas menjelaskan bahwa dari hasil pengujian nilai slump didapatkan nilai slump untuk Campuran Batu Alami yaitu hari 3 sebesar 10 cm, hari 7 sebesar 12 cm, hari 14 sebesar 12 cm, hari 21 sebesar 8 cm, dan hari 28

sebesar 12 cm. Pada pembuatan sampel umur 21 hari mengalami penurunan nilai slump sebesar 8 cm yang diakibatkan oleh campuran yang encer.

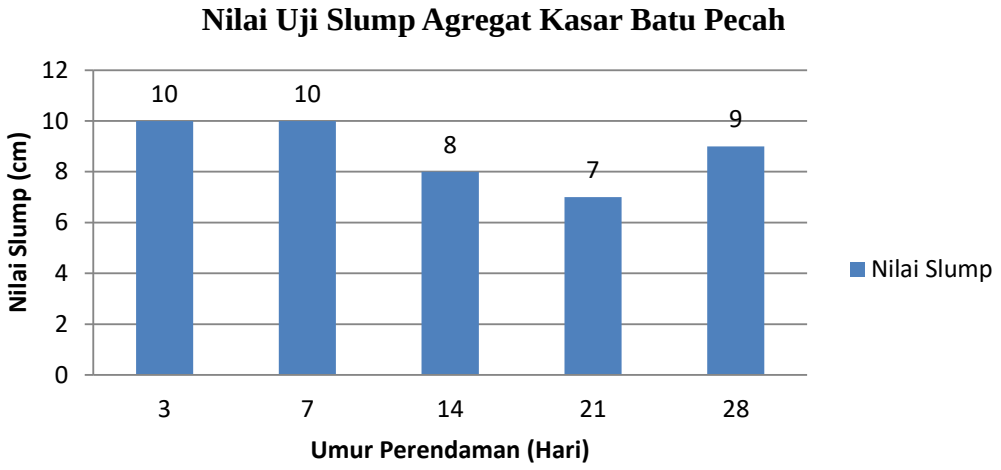
2. Nilai Slump Agregat Batu Pecah

Tabel 4.21 Hasil pengujian slump Agregat Batu Pecah

No	Umur beton (hari)	Slump lapangan (cm)	Slump maksimal (cm)
1	3	10	15
2	7	10	15
3	14	8	15
4	21	7	15
5	28	9	15

Sumber: (hasil olah data 2021)

Berdasarkan hasil pengujian slump pada tabel di atas didapatkan nilai slump untuk Campuran Batu Pabrik yaitu hari 3 sebesar 10 cm, hari 7 sebesar 10 cm, hari 14 sebesar 8 cm, hari 21 sebesar 7 cm, dan hari 28 sebesar 9 cm. Dari hasil pengujian slump yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa beton yang telah dicampur dapat digunakan karena tidak melewati batas maksimal nilai slump yaitu 15 cm.



Gambar 4.2 Grafik Nilai Hasil Uji Slump Agregat Batu Pecah
Sumber: (hasil olah data 2021)

Grafik di atas menjelaskan bahwa dari hasil pengujian nilai slump didapatkan nilai slump untuk campuran pabrik yaitu hari 3 sebesar 10 cm, hari 7 sebesar 10 cm, hari 14 sebesar 8 cm, hari 21 sebesar 7 cm, dan hari 28 sebesar 9 cm. Pada pembuatan sampel umur 21 hari mengalami penurunan nilai slump sebesar 8 cm yang diakibatkan oleh campuran yang encer.

D. Kuat Tekan

Setelah dilakukannya pembuatan, uji slump, dan perawatan benda uji silinder, selanjutnya yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan benda uji. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari dengan mutu beton yang direncanakan (f'c) sebesar 25 MPa sebanyak 30 sampel dengan menggunakan metode SNI 03-2834-2000, yang terdiri dari 2 (dua) variasi campuran, yaitu agregat kasar batu pecah dan agregat kasar batu alami. Untuk setiap variasi campuran dibuat 15 sampel untuk kuat tekan dengan luas penampang rata-rata 17662,5 mm^2. Hasil pengujian adalah sebagai berikut:

1. Agregat Kasar (Batu Pecah)

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton dengan menggunakan agregar kasar batu pecah yang didapat pada pengujian 3,7,14,21, dan 28 hari adalah sebagai berikut:

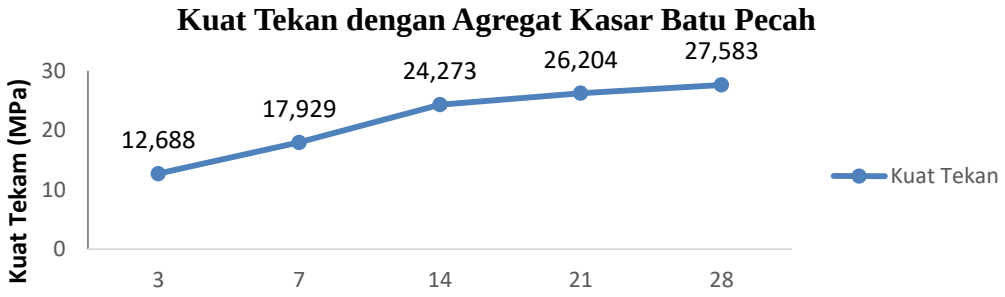
Tabel 4.22 Hasil pengujian kuat tekan beton uji silinder menggunakan agregat kasar (batu pecah)

Umur (hari)	Berat (kg)	Beban (KN)	Kuat tekan (Mpa)	Kuat tekan rata (Mpa)
3	12,159	216	12,221	12,688
3	11,895	234	13,222	
3	11,890	223	12,621	
7	12,000	305	17,268	17,929

7	12,000	330	18,684	
7	12,000	315	17,834	
14	12,000	413	23,379	24,273
14	12,003	447	25,295	
14	12,003	426	24,145	
21	12,325	446	25,238	26,204
21	11,735	482	27,307	
21	11,875	460	26,066	
28	11,980	469	26,566	27,583
28	11,993	508	28,744	
28	11,980	485	27,438	

Sumber: (hasil olah data 2021)

Tabel di atas menjelaskan bahwa kuat tekan rata-rata dengan menggunakan agregat kasar batu pecah yang didapat pada umur 3 hari sebesar 12,688 MPa, umur 7 hari adalah 17,929 MPa, umur 14 sebesar 24,273 MPa, umur 21 hari adalah 26,204 MPa, dan umur 28 hari adalah 27,583 MPa.



Gambar 4.3 Grafik hasil uji kuat tekan beton dengan agregat kasar batu pecah.
Sumber: (hasil olah data 2021)

Grafik di atas menjelaskan bahwa kuat tekan beton dengan agregat kasar batu pecah pada umur beton 7 hari mengalami kenaikan sebesar 29,231% atau 5,241 MPa dari umur beton 3 hari, pada umur beton 14 hari mengalami kenaikan sebesar 26,136% atau 6,344 MPa dari umur beton 7 hari, pada umur beton 21 hari mengalami kenaikan sebesar 7,369% atau 1,931 MPa dari perendaman 14 hari,

sedangkan pada umur beton 28 hari mengalami kenaikan sebesar 4,999% atau 1,379 Mpa dari umur beton 21 hari.

2. Agregat Kasar Batu Alami

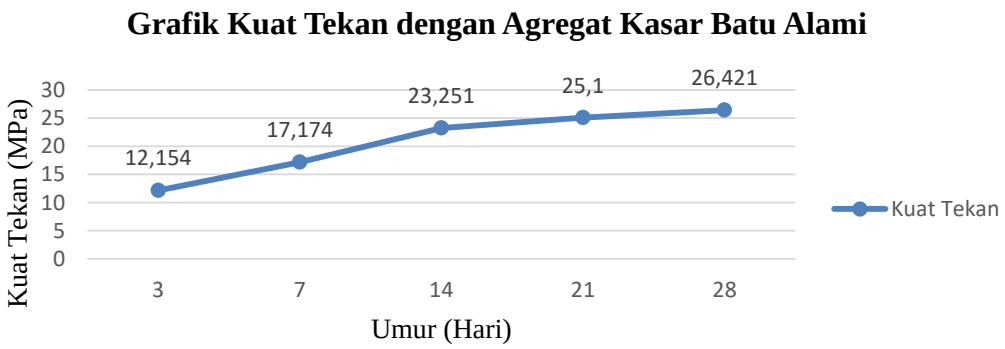
Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton dengan menggunakan agregar kasar batu pabrik yang didapat pada pengujian 3,7,14,21, dan 28 hari adalah sebagai berikut :

Tabel 4.23 Hasil pengujian kuat tekan beton uji silinder dengan agregat Kasar batu alami.

Umur (hari)	Berat (kg)	Beban (KN)	Kuat tekan (Mpa)	Kuat tekan rata (Mpa)
3	12,460	230	13,022	12,154
3	12,520	212	12,020	
3	11,465	202	11,419	
7	12,400	325	18,401	17,174
7	12,470	300	16,985	
7	12,665	285	16,136	
14	12,635	440	24,912	23,251
14	12,430	406	22,995	
14	12,545	386	21,846	
21	12,640	475	26,893	25,100
21	12,510	438	24,824	
21	12,615	417	23,583	
28	12,455	500	28,309	26,421
28	12,485	462	26,131	
28	12,400	438	24,824	

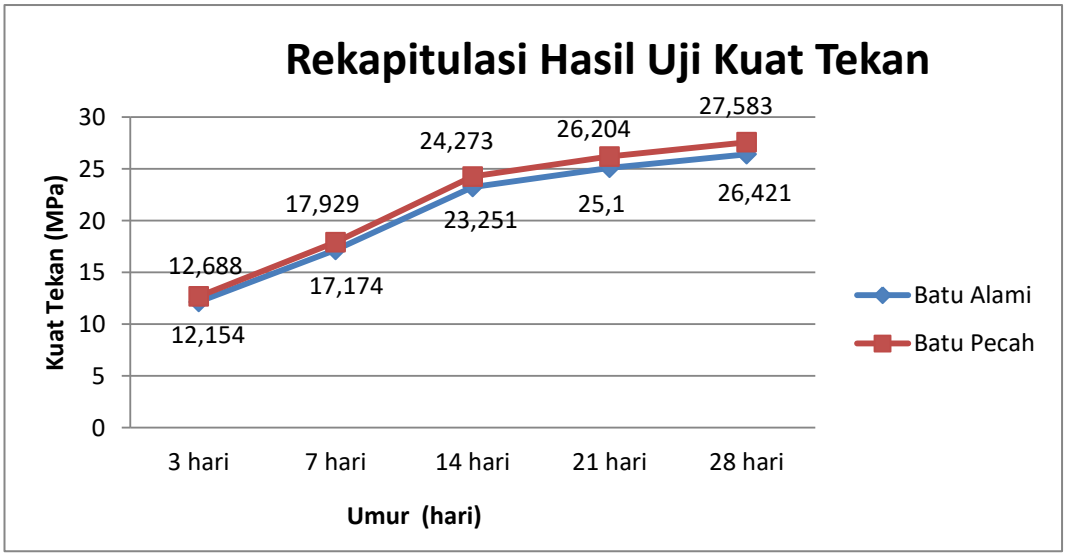
(sumber: hasil olah data 2021)

Tabel di atas menjelaskan bahwa, kuat tekan rata-rata dengan mengunakan agregat kasar batu alami yang didapat pada umur 3 hari adalah 12,154 MPa, umur 7 hari adalah 17,174 MPa, umur 14 sebesar 23,251 MPa, umur 21 hari adalah 25,100 MPa, dan umur 28 hari adalah 26,421 MPa.



Gambar 4.4 Grafik Hasil uji kuat tekan beton dengan agregat kasar batu alami.
Sumber: (hasil olah data 2021)

Grafik di atas menjelaskan bahwa kuat tekan beton dengan agregat kasar batu alami berumur beton 7 hari mengalami kenaikan sebesar 29,230% atau 5,020 MPa dari umur beton 3 hari, pada umur beton 14 hari mengalami kenaikan sebesar 26,136% atau 6,077 MPa dari umur beton waktu 7 hari, pada umur beton 21 hari mengalami kenaikan sebesar 7,368% atau 1,849 MPa dari umur beton 14 hari, sedangkan pada umur beton 28 hari mengalami kenaikan sebesar 5% atau 1,321 MPa dari umur beton 21 hari.



Gambar 4.5 Grafik Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan
(sumber: hasil olah data 2021)

Grafik di atas menjelaskan bahwa semakin lama waktu beton maka kuat tekan pada beton semakin tinggi. Dan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi pada umur 28 hari, yakni agregat kasar batu alami sebesar 26,421 MPa dan agregat kasar batu pecah sebesar 27,583 MPa.

E. Kuat Lentur

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 25 MPa sebanyak 4 sampel dengan menggunakan metode SNI 03-2834-2000, yang terdiri dari 2 (dua) variasi campuran, yaitu agregat kasar batu pecah dan agregat kasar batu alami. Untuk masing-masing variasi campuran dibuat 2 sampel. Hasil pengujian adalah sebagai berikut:

1. Agregat Kasar batu alami

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton dengan menggunakan agregat kasar batu alami yang didapat pada pengujian 28 hari adalah sebagai berikut:

Tabel 4.24 Hasil pengujian kuat lentur sampel 1 balok dengan menggunakan agregat kasar batu alami.

Detik	Umur (hari)	Berat (kg)	Beban (kg)	*Modulus of Rapture* (MPa)	KET.
1	28	31,850	5,0	1,33333	
2	28	31,850	11,0	2,93333	
3	28	31,850	15,0	4,00000	Patah
Maksimum			15,0	4,00000	

Sumber: (hasil olah data 2021)

Tabel di atas menjelaskan bahwa hasil uji kuat lentur sampel 2 balok dengan menggunakan agregat kasar batu alami pada detik pertama sebesar 1,333

MPa, detik kedua sebesar 2,933 MPa, dan detik ketiga sebesar 4,000 MPa. Dengan *Modulus of Rapture* maksimum pada detik ketiga sebesar 4,000 Mpa.

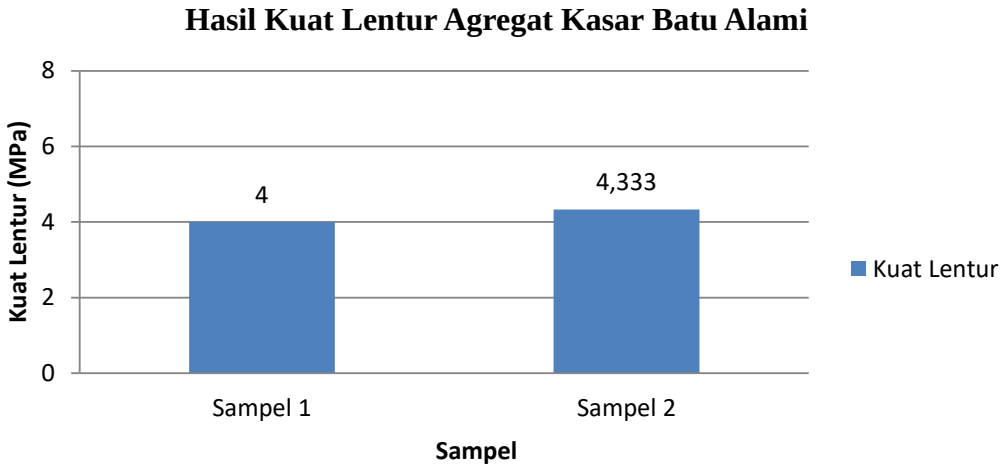
Tabel 4.25 Hasil pengujian kuat lentur sampel 2 balok dengan menggunakan agregat kasar batu alami.

Detik	Umur (hari)	Berat (kg)	Beban (KN)	*Modulus of Rapture* (MPa)	KET.
1	28	32,545	4,0	1,06667	
2	28	32,545	12,0	3,20000	
3	28	32,545	17,0	4,53333	Patah
Maksimum			17,0	4,53333	

(sumber: hasil olah data 2021)

Tabel di atas menjelaskan bahwa hasil uji kuat lentur sampel 1 balok dengan menggunakan agregat kasar batu alami pada detik pertama sebesar 1,0667 MPa, detik kedua sebesar 3,200 MPa, dan detik ketiga sebesar 4,5333 MPa. Dengan *Modulus of Rapture* maksimum pada detik ketiga sebesar 4,5333 Mpa.

Dari kedua tabel di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa beban maksimum sebesar 32 KN dengan rata-rata 16 KN, dan *Modulus of Rapture* sebesar 8,533 MPa dengan rata-rata 4,266 MPa.



Gambar 4.6 Grafik Hasil uji kuat lentur beton dengan agregat kasar batu alami.
(sumber: hasil olah data 2021)

Grafik di atas menjelaskan bahwa kuat lentur dengan agregat kasar batu alami sampel 1 sebesar 4,000 MPa dan sampel 2 sebesar 4,333 MPa.

2. Agregat Kasar Batu Pecah

Berdasarkan hasil penelitian, kuat lentur rata-rata pada beton dengan menggunakan agregat kasar batu pecah yang didapat pada pengujian 28 hari adalah sebagai berikut:

Tabel 4.26 Hasil pengujian kuat lentur sampel 1 balok dengan menggunakan agregat kasar batu pecah.

Detik	Umur	Berat (kg)	Beban (KN)	*Modulus of Rapture* (MPa)	KET.
1	28	31,625	7,0	1,86667	
2	28	31,625	12,0	3,20000	
3	28	31,625	20,0	5,33333	Patah
Maksimum			20,0	5,33333	

(sumber: hasil olah data 2021)

Tabel di atas menjelaskan bahwa hasil uji kuat lentur sampel 1 balok dengan menggunakan agregat kasar batu pecah pada detik pertama sebesar 1,867 MPa, detik kedua sebesar 3,200 MPa, dan detik ketiga sebesar 5,333 MPa. Dengan *Modulus of Rapture* maksimum pada detik ketiga sebesar 5,333 Mpa.

Tabel 4.27 Hasil pengujian kuat lentur sampel 2 balok dengan menggunakan agregat kasar batu pecah

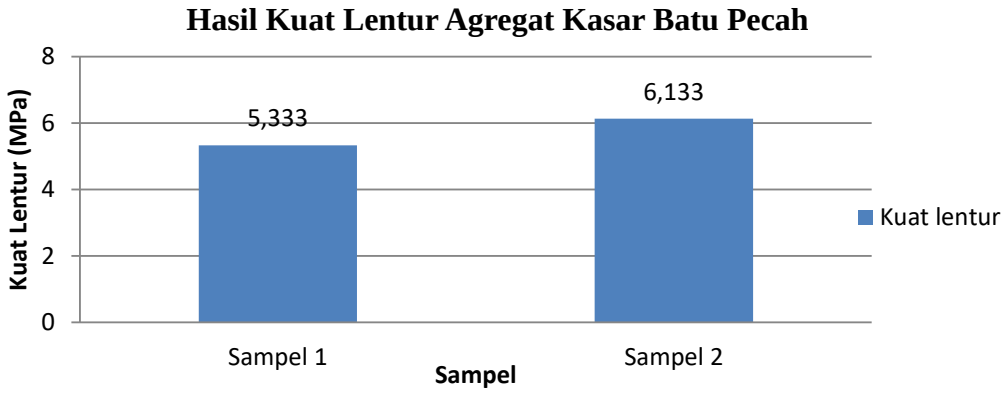
Detik	Umur	Berat (kg)	Beban (KN)	*Modulus of Rapture* (MPa)	KET.
1	28	31,530	9,0	2,40000	
2	28	31,530	15,0	4,00000	
3	28	31,530	23,0	6,13333	Patah
Maksimum			23,0	6,13333	

Sumber: (hasil olah data 2021)

Tabel di atas menjelaskan bahwa hasil uji kuat lentur sampel 2 balok dengan menggunakan agregat kasar batu pecah pada detik pertama sebesar 2,400

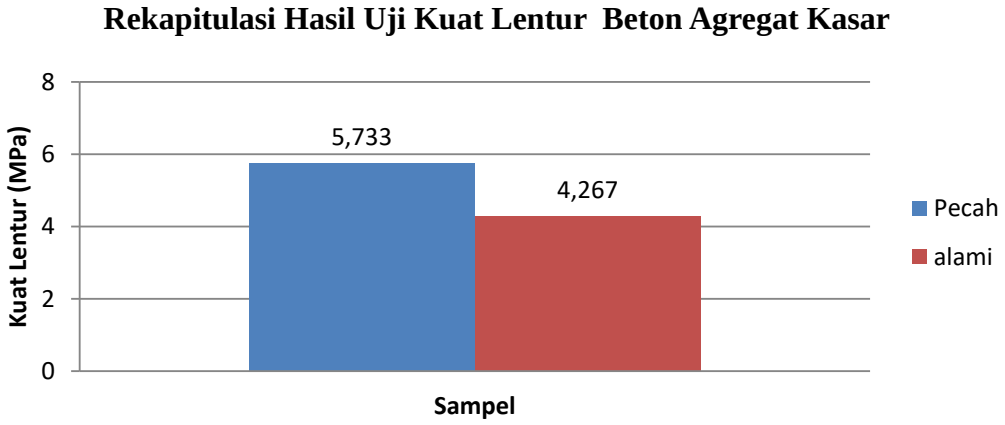
MPa, detik kedua sebesar 4,000 MPa, dan detik ketiga sebesar 6,133 MPa. Dengan *Modulus of Rapture* maksimum pada detik ketiga sebesar 6,133 Mpa.

Dari kedua tabel di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa beban maksimum sebesar 43 KN dengan rata-rata 21,5 KN, dan *Modulus of Rapture* sebesar 11,467 MPa dengan rata-rata 5,733 MPa.



Gambar 4.7 Grafik Hasil uji kuat lentur beton dengan agregat kasar batu pecah.
Sumber: (hasil olah data 2021)

Grafik di atas menjelaskan bahwa kuat lentur dengan agregat kasar batu pecah sampel 1 adalah 5,333 MPa dan sampel 2 adalah 6,133 MPa.



Gambar 4.8 Grafik Rekapitulasi hasil uji kuat lentur beton dengan agregat kasar.
Sumber : (hasil olah data 2021)

Grafik di atas menjelaskan hasil uji kuat lentur beton dari agregat kasar batu alami dan agregat kasar batu pecah bahwa semakin lama umur beton maka kuat tekan beton juga semakin tinggi. Dan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi pada umur 28 hari, yakni agregat kasar batu alami sebesar 22,269 MPa dan agregat kasar batu pecah sebesar 23,496MPa.

F. Kuat Tarik Belah

Setelah dilakukannya pembuatan, uji slump, dan perawatan benda uji silinder, selanjutnya yang dilakukan adalah pengujian kuat tarik belah benda uji. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada benda uji umur 28 hari dengan mutu beton yang direncanakan (f'c) sebesar 20 MPa sebanyak 4 sampel dengan menggunakan metode SNI 03-2834-2000, yang terdiri dari 2 (dua) variasi campuran, yaitu Agregat kasar batu pecah dan Agregat kasar batu alami. Untuk tiap-tiap variasi campuran dibuat dua sampel. Hasil pengujian adalah sebagai berikut:

1. Agregat Kasar Batu Alami

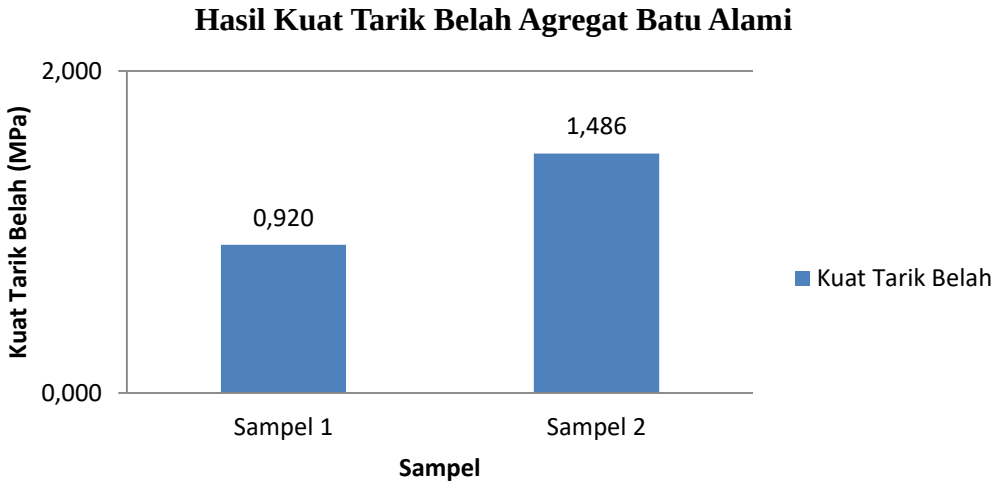
Berdasarkan hasil penelitian, kuat tarik belah rata-rata pada beton dengan menggunakan agregar kasar batu alami yang didapat pada pengujian 28 hari adalah sebagai berikut :

Tabel 4.28 Hasil pengujian kuat tarik belah sampel 2 selinder dengan menggunakan agregat kasar alami.

Sampel	Umur (hari)	Berat (kg)	Beban (KN)	Kuat Tarik Belah (Mpa)
1	28	12,075	65	0,92003
2	28	12,100	105	1,48620

Sumber:(hasil olah data 2021)

Tabel di atas menjelaskan bahwa hasil uji kuat tarik belah dengan menggunakan agregat alami pada sampel 1 adalah 0,920 MPa dan sampel 2 adalah 1,486 MPa.



Gambar 4.9 Hasil uji kuat lentur beton dengan agregat kasar batu pabrik.
Sumber: (hasil olah data 2021)

Grafik di atas menjelaskan bahwa kuat tarik belah dengan agregat alami sampel 1 sebesar 0,920 MPa dan sampel 2 sebesar 1,486 MPa.

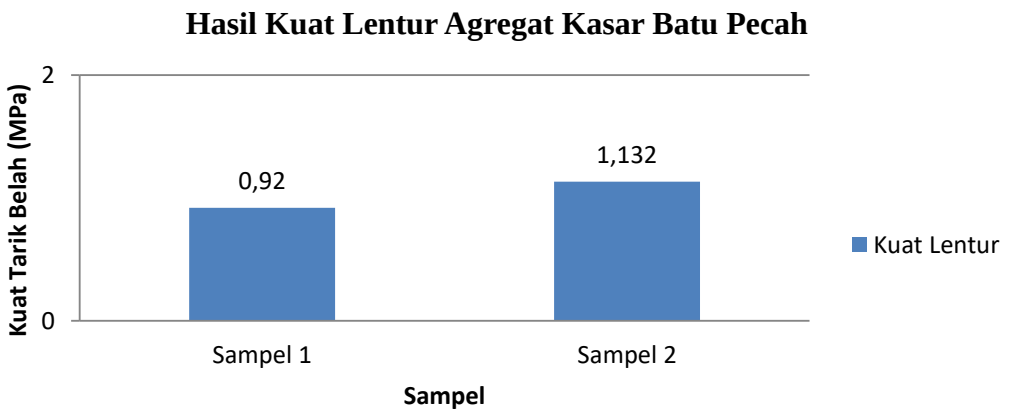
2. Agregat Kasar Batu Pecah

Tabel 4.29 Hasil pengujian kuat lentur dengan menggunakan agregat pabrik.

Sampel	Umur (hari)	Berat (kg)	Beban (KN)	Kuat Tarik Belah (Mpa)
1	28	12,290	65	0,92003
2	28	12,640	80	1,13234

Sumber: (hasil olah data 2021)

Tabel di atas menjelaskan bahwa hasil uji kuat lentur dengan menggunakan agregat alami sampel 1 adalah 0,920 MPa dan sampel 2 adalah 1,132 MPa.



Gambar 4.10 Hasil pengujian kuat tekan beton dengan agregat kasar batu pabrik.
Sumber: (hasil olah data)

Grafik di atas menjelaskan bahwa kuat tarik belah dengan agregat pabrik sampel 1 sebesar 0,920 MPa dan sampel 2 sebesar 1,132 MPa.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian material agregat kasar batu pecah dengan batu alami sungai mata allo yang telah dilakukan di Laboratorium maka, dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian material agregat pada sungai mata allo, agregat kasar batu alami untuk kadar air 0.91%, kadar lumpur 0.98%, berat jenis 2.98, absorsi 2.57%, berat volume lepas 1.61 kg/liter, berat volume padat 1.80 kg/liter dan keausan 19.4%. Agregat kasar batu pecah, untuk kadar air 1.11%, kadar lumpur 0.93%, berat jenis 3.3, absorsi 3.23%, berat volume lepas 1.60 kg/liter, berat volume padat 1.83 kg/liter dan keausan 20%. Agregat halus untuk kadar air 2.46%, kadar lumpur 2.05%, berat jenis 2.57, absorsi 1.73%, berat volume lepas 1.43 kg/liter, berat volume padat 1.63 kg/liter dan kadar organik terdapat pada warna no.1. Hasil penelitian menunjukkan memenuhi syarat standar SNI 03-2834-2000.
2. Dari Hasil Pengujian Kuat Tekan maksimum pada umur 28 hari dengan penggunaan agregat kasar batu pecah sebesar 27,583 MPa dan batu alami sebesar 26,421 MPa. Kuat Lentur rata-rata pada umur 28 hari dengan penggunaan agregat kasar batu pecah sebesar 5,733 MPa dan batu alami sebesar 4,267 MPa. Kuat Tarik Belah rata-rata pada umur 28 hari dengan

penggunaan agregat kasar batu pecah sebesar 1,203 MPa dan batu alami sebesar 1,026 MPa.

3. Sesuai kuat tekan rencana pada penelitian ini sebesar 25 MPa, kemudian hasil penelitian tersebut telah mencapai syarat pada kuat tekan rencana dengan nilai tekan maksimal 27,583 MPa. Oleh karena itu agregat pada sungai mata allo memenuhi syarat sebagai campuran pada pembuatan beton.

B. Saran

Adapun Saran sebagai berikut:

1. Penggunaan agregat dari sungai Mata Allo Kabupaten Enrekang dalam pembuatan beton disarankan untuk memperhatikan kebersihan material sebelum digunakan dalam pembuatan beton, dan memperhatikan beberapa langka dalam pembuatan beton agar mendapatkan kuat tekan rencana.
2. Bagi yang tertarik melakukan penelitian lanjutan dalam penelitian tentang penggunaan agregat sungai mata Allo disarankan untuk menambahkan beberapa persentase penggunaan agregat dalam pembuatan beton.

DAFTAR PUSTAKA

ASTM C 190 – 59. 2006. Method of Test for Tensile Strength of Hydraulic Cement Mortars. USA : Annual Books of ASTM Standards.

ASTM Standards, 2004, ASTM C 150 – 04 Standards Specification For Portland Cement, ASTM International, West Conshohocken, PA.

Antono, A. 1995. Teknologi Beton. Yogyakarta : Universitas Atma Jaya

Bala, Yosep, Adjib Karjanto, and Nawir Rasidi. "Uji Kelayakan Kualitas Pasir Namaweka dan Pasir Apung Waikomo Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton." *eUREKA: Jurnal Penelitian Teknik Sipil dan Teknik Kimia* 2.1 (2018): 138-144.

British Standards Institution, Bs En 197–1:2000, Cement–Part 1: Composition,Specifications And Conformity Criteria For Common Cements.

BS EN 197-1 PCC. Tipe *Portland Composite Cement.*

Departemen Pekerjaan Umum. 2004. SNI - 15 - 0302 – 2004 : Semen Portland Pozolan. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, Pusat Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder yang Dicetak (SNI 1974:2011).

Departemen Pekerjaan Umum, Pusat Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, Metoda Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium (SNI 03-2493-1991).

*Google Maps. "*Lokasi Pengambilan Agregat, Kabupaten Enrekang"

Hidayat, Arifal. "Perbandingan job Mix Design Beton antara Metode DoE dan ACI." Jurnal APTEK 6.1 (2014): 43-48.

https://id.wikipedia.org/wiki/Semen. "jenis semen"

Sulianti I, dkk. "Analisis Pengaruh Besar Butiran Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Normal" poltek negeri Sriwijaya, 2018.

JACKY, JACKY. Analisa Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Tambah Sikacim Concrete Additive Dan Masterrheobuild-6. Diss. Universitas Internasional Batam, 2018.

Kudup, Nawang Wulan. Studi eksperimental pengaruh air laut sebagai pencampur dan perawatan (curing) terhadap kuat tekan beton. Diss. Universitas Andalas, 2019.

Mulyono, Tri. "Teknologi beton." (2005).

Nawy, Edward G,. (1998), Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar. Cetakan kedua, Bandung: PT. Refika Aditama.

Nawy, 1985:24. kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton yang diekspos dan 1% bagi beton yang tidak dieskpos.

Nugraha, Paul. "Antoni. 2007." Teknologi Beton: 38-40.

Pane, Fanto Pardomuan, H. Tanudjaja, and Reky S. Windah. "Pengujian kuat tarik lentur beton dengan variasi kuat tekan beton." Jurnal Sipil Statik 3.5 (2015).

Paul, Saifullah. "Mix Design Metode Sksni Menggunakan Material Agregat Kasar Dan Halus Dengan Berat Jenis Rendah." Konstruksia 2.2 (2011).

PEDC,1983:44. “Karakteristik Beton”

Ramang, Ruslan, Dantje AT Sina, and Muhamad Irpan. "Studi Kelayakan Teknis Penggunaan Pasir Laut Alor Kecil Terhadap Kualitas Beton yang Dihasilkan." *Jurnal Teknik Sipil* 3.2 (2014): 111-124.

SK SNI 1991. Perhitungan harga W/C semen, pasir dan kerikil.

SNI 1969-2008. Berat Jenis.

SNI 1974-2011. Faktor koreksi rasio panjang (L) dengan diameter (D) benda uji.

SNI 03-691-1996. Pengujian Kuat Tekan Beton.

SNI 03-1968-1990, 1990, Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar, BSN.

SNI 03-1972-2008. Tata Cara Pengujian Slump Beton

SNI 03-2493-1991, Metoda Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium, Badan Standar Nasional, Indonesia.

SNI 03-2816-1992. Pengujian Kotoran Organik

SNI 03-2834-2000. Syarat Standar Penggunaan Agregat.

SNI-03-2847-2002, “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung”

SNI 03-4804-1998. 1998. Berat Isi Agregat Kasar dan Agregat Halus.

SNI 03-4431-1997. “Kuat Tarik Lentur”

SNI 15-0129-2004. Semen Postland Putih.

SNI 15-0302-2004. Semen Portland Pozzolan/Portland Pozolan Cement (PPC)

SNI 15-2049-2004. Semen Portland/Ordinary Portland Cement (OPC)

SNI 15-3500-2004. Semen Portland Campuran.

SNI 15-3758-2004. Semen Masonry.

SNI 15-7046-2004. Semen Portlan Komposite.

SNI 2417, 2008. Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan mesin Abrasi Los Angeles, Bandung

SNI T-15-1990-03. Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.

Tjokrodimuljo, Kardiyono. "Teknologi beton." (1996).