DAFTAR NOTASI

Lambang/singkatan	Arti dan keterangan
SK SNI	Surat keputusan Standar Nasional Indonesia
SNI	Standar Nasional Indonesia
PCC	Portland Cement Composite
MM	Mili Meter
CM	Centi Meter
Kg	Kilogram
CM2	Centi Meter Persegi
CI	Klor
F'c	Kuat Tekan Beton
MPa	Mega Pascal
Fcr	Kuat Tekan Rata-rata
P	Beban Tekan (N)
A	Luas penampang benda uji
L	Panjang Benda Uji (mm)
K2O	Kalsium Oksida
Na2O	Natrium Oksida
MgO	Methylglyoxal
ACI	*American Of Instutide*
DOE	*British Departement Enviroment*
N/mm2	Newton/milimeter2

SO2	Sulfur Dioksida
rpm	Revolutions per minute
Bm	Berat benda uji
V	Volume benda uji
FAS	Faktor Air Semen
ASTM	American Standard Testing Material
Sr	Star Rencana
Kg/m3	Kilogram/Meter kubik
Wf	Kadar Air Bebas Alami
SSD	Berat Jenis Permukaan Jenuh
BN	Beton Normal
BHA	Beton halus alami (Sungai Saddang)
BKA	Beton kasar alami (Sungai Mata Allo)
BHKA	Beton halus kasar alami (Sungai Saddang & Sungai Mata Allo)

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dunia konstruksi saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat. Hal ini dapat dilihat dari berbagai negara yang sedang berlomba lomba meningkatkan kualitas dan kuantitas bangunannya. Indonesia adalah salah satu negara berkembang yang sedang meningkatkan pembangunan infrastruktur dengan tujuan untuk menunjang pelayanan kepada Masyarakat. Saat ini, konsep green building atau bangunan hijau yang ramah lingkungan sedang marak diterapkan pada dunia konstruksi karena pemerintah telah membuat pedoman dan aturan perencanaan, pelaksanaan dan operasional bangunan yang memperhatikan kondisi dan dampak lingkungan yang ditimbulkan. Berbagai usaha terhadap upaya perkembangan teknologi konstruksi perlu didukung oleh penelitian. Pemilihan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi ini di karenakan beton mempunyai beberapa kelebihan yang tidak dimiliki oleh bahan lain, di antaranya beton relative murah karena bahan penyusunannya di dapat dari bahan lokal, mudah dalam pengerjaan dan perawatannya, mudah di bentuk sesuai kebutuhan, tahan terhadap perubahan cuaca, lebih tahan terhadap api dan korosi (Krisbiyantoro,2005).

Adapun kelebihan dan kekurangan beton adalah sebagai berikut.

Kelebihan beton adalah dapat mudah di bentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi. Selain itu beton juga memiliki kekuatan yang mempuni, tahan terhadap temperature yang tinggi dan biaya pemeliharan yang murah.

Sedangkan kekurangannya bentuk yang telah di buat sulit diubah tanpa kerusakan. Pada struktur beton, jika ingin di lakukakn penghancuran maka akan mahal karna tidak dapat dipakai lagi.

Beton memiliki kuat tekan yang tinggi namun lemahnya dalam tarikannya. Jika struktur itu langsung dan tidak di beri perkuatan yang cukup akan gagal. Menurut perkiraan kasar, nilai kuat tariknya sekitar 9% sampai 5% kuat tekannya. Maka dari itu perkuatan sangat diperlukan dalam struktur beton. Perkuatan yang umum adalah dengan menggunakan tulangan baja yang jika dipadukan sering disebut dengan beton bertulang. (Mulyono, Tri. 2004. Teknologi Beton).

Kabupaten Enrekang Provinsi sulawasi selatan memiliki kekayaan alam yang melimpah. Salah satunya bahan atau material yang dapat di jadikan sebagai bahan campuran beton. Bisa menjadi alternative sebagai material yang dapat di jadikan sebagai bahan yang menjadi agregat sebagai bahan pengisi beton. Bisa menjadi alternativ sebagai material yang bisa di jangkau sebagai masyarakat sekitar daerah tersebut.

Agregat - agregat yang di gunakan baik agregat halus dan maupun agregat kasar berasal dari Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo.

Dari permasalahan diatas, maka perlu pula dilakukan penelitian dengan judul **"Analisis Uji Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Menggunakan Agregat Halus Sungai Saddang Serta Agregat Kasar Sungai Mata Allo Kabupaten Enrekang".**

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi acuan dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana Karakteristik agregat halus yang berasal dari Sungai Saddang dan agregat kasar dari Sungai Mata Allo?
2. Bagaimana nilai kuat tekan dan kuat lentur beton yang menggunakan agregat halus yang berasal dari Sungai Saddang dan agregat kasar yang berasal dari Sungai Mata Allo menggunakan standar SNI 1974 :2011 ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penlitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui Karakteristik agregat halus yang berasal dari Sungai Saddang dan agregat kasar dari Sungai Mata Allo
2. Untuk mengetahui nilai kuat tekan dan kuat lentur beton yang menggunakan agregat halus yang berasal dari Sungai Saddang dan agregat kasar yang berasal dari Sungai Mata Allo SNI 1974:2011

D. Batasan Masalah

Batasan masalah adalah sebagai ruang lingkup dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat kasar dan agregat halus yang berasal dari Sungai Saddang dan Sungai Mata Allo.
2. Agregat kasar yang digunakan adalah sejenis batu alami (kerikil) yang digunakan berasal dari Sungai Mata Allo.
3. Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang berasal dari Sungai Saddang.
4. Semen yang digunakan adalah semen jenis *Porlan Composite Cement* (PPC).

5. Penelitian ini dilakukan di laboratorium struktur dan bahan Universitas Muhammadiyah Parepare.
6. Umur beton yang diuji untuk silinder adalah, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.
7. Mutu beton yang direncanakan adalah 20 MPa.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan dapat menjadi bahan masukan dan sumber referensi bagi peneliti selanjutnya.
2. Dapat memberikan pengetahuan tentang penggunaan agregat halus yang berasal dari Sungai Saddang dan agregat kasar yang berasal dari Sungai Mata Allo.
3. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) terutama dalam bidang konstruksi.
4. Manfaat bagi peneliti yakni sebagai media dalam memperkaya wawasan dan mengembangkan ilmu pengetahuan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton

Beton merupakan suatu bahan campuran antara kerikil, dan semen yang apabila dicampur dengan air dan di biarkan akan mengikat dan membentuk massa yang keras seperti batu. Beton tersebut dicampur di lapangan dan tidak dapat diuji sebelumnya, sehingga persiapannya memerlukan banyak perhatian dan pengawasan. Kekuatan beton sangat bergantung dari perbandingan campuran. Pasir mengisi pori-pori butiran-butiran krikil untuk memperoleh kerangka yang kuat. Semen harus mengisi pori-pori butir-butir pasir. Air berfungsi seperti pelumas untuk mengurangi gesekan sehingga beton dapat didapatkan dengan baik. Tetapi, permukaan partikel semen bereaksi secara kimia dengan air dan membentuk bubur semen (prosesnya disebut hidrasi) yang mengikuti semua butir-butir menjadi satu, kelebihan air dari jumlah yang dibutuhkan akan menyebabkan butir-butir semen berjarak semakin jauh satu sama lain sehingga daya ikatnya akan menjadi lebih kecil dan kekuatan betonnya menjadi berkurang.

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.

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.

1. Klasifikasi Beton

Menurut Mulyono (2004) secara umum beton dibedakan kedalam 2 (dua) kelompok, yaitu:

a. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton.

Kelas dan mutu beton ini, di bedakan menjadi 3 (tiga) kelas, yaitu:

1) Beton kelas I

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 bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B0.

2) Beton kelas II

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 bahan-bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara berlanjut dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.

3) Beton kelas III

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 tenagatenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

Adapun pembagian kelas dan mutu beton ini dapat dilihat dalam tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2. 1 Kelas Dan Mutu Beton (Sumber: Mulyono. T, 2004)

Kelas	Mutu	σ' Bk (Kg/cm^2)	σ' Bm (Kg/cm^2)	Tujuan	Pengawasan terhadap mutu kekuatan agregat tekan	
I	B_0	-	-	Non Struktural	Ringan	Tanpa
II	B_1	-	-	Struktural	Sedang	Tanpa
	K 125	125	200	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 175	175	250	Struktural	Ketat	Kontinu
	K 225	225	200	Struktural	Ketat	Kontinu
III	K > 225	> 225	> 300	Struktural	Ketat	Kontinu

b. Berdasarkan jenisnya, beton dibagi menjadi 6 (enam) jenis, yaitu :

1) Beton ringan

Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil dari pembakaran shale, lempung, slates, residu slag, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar 800-1800 kg/m^3 atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar 1400 kg/m^3, dengan kekuatan tekan umur 28 hari antara 6,89 MPa sampai 17,24 MPa menurut SNI 08-1991-03.

2) Beton normal

Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan split sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg/m^3–2400 kg/m^3 dengan kuat tekan sekitar 15–40 MPa.

3) Beton berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m^3. Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.

4) Beton massa *(mass concrete)*

Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.

5) Ferro-Cement

Ferro-Cement adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen.

6) Beton serat *(fibre concrete)*

Beton serat *(fibre concrete)* adalah bahan komposit yang terdiri dari eton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil daripada beton normal

2. Faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton

Faktor yang berpengaruh terhadap kuat tekan beton adalah:

a. Umur beton

Karena semakin lama umur beton maka peningkatan kuat tekannya pun akan semakin menurun, hal ini tidak dapat dilihat pada umur beton muda seperti 28 hari karena biasanya pada umur tersebut beton masih mengalami peningkatan, tetapi jika beton sudah berumur 360 hari ke atas baru akan terlihat penurunan tersebut.

b. *Workability* pada saat pengerjaan beton

Karena biasanya pada beton normal beton yang memiliki *workability* yang tinggi akan cenderung mengalami segregasi dan bleeding yang menyebabkan nilai kuat tekannya pun menurun.

c. Gradasi butiran

Pada saat pembuatan sampel beton tentu dibutuhkan gradasi yang tidak seragam dari gradasi yang paling kecil hingga besar untuk mengisi rongga-rongga

atau celah pada saat pembuatan cetakan/silinder beton. Hal ini sangat berpengaruh karena jika jumlah gradasi agregat kasar yang seragam terlalu besar maka rongga-rongga pada beton tidak akan tertutup sempurna dan mengakibatkan terjadinya lubang-lubang atau keropos pada bagian beton yang akan berakibat pada kekuatan beton yang menurun.

d. Perawatan beton *(curing)*

Perawatan beton adalah proses yang bertujuan untuk menjaga suhu pada saat proses hidrasi.

e. Kadar semen

Karena semakin tinggi kadar semen dalam beton, Maka semakin tinggi kuat tekan yang dihasilkan.

f. *Admixture*

Penggunaan bahan tambah seperti *pozzolan* dan *Superplasticizer* yang membantu meningkatkan *workabilitas* dan proses hidrasi semen dapat meningkatkan kuat tekan beton.

g. Porositas

Beton yang memiliki porositas tinggi akan memiliki kuat tekan yang rendah, sebaliknya beton yang lebih padat akan memiliki kuat tekan yang lebih tinggi.

B. Karakteristik beton

Beton yang terbentuk dari percampuran semen, agregat dan air memiliki sifat yang khusus. Dalam keadaan keras beton harus mudah dikerjakan dan dalam keadaan keras keras beton harus mampu menerima beban tekan serta awet dalam

menghadapi serangan kondisi lingkungan. Selain itu, beton juga dapat dirancang sesuai dengan peruntukannya dan kualitas yang diinginkan.

Beton yang baik harus memenuhi tiga syarat yaitu:

1) Memiliki bahan pengisi yang baik, yaitu dengan kekerasan butiran agregat yang baik dan gradasi agregat yang beragam.
2) Memiliki bahan perekat yang baik, yaitu dengan kualitas dan kuantitas semen yang baik serta jumlah air yang digunakan sesuai dengan kebutuhan semen.
3) Memiliki lekatan antara matriks dan agregat yang baik. Hal ini dipengaruhi oleh kekasaran permukaan dan kebersihan permukaan material alam.

C. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Menurut (Tjokrodimuljo, 2007) beton memiliki beberapa kelebihan antara lain sebagai berikut ini.

1. Harga yang relatif lebih murah karena menggunakan bahan-bahan dasar yang pada umumnya mudah didapat
2. Termasuk bahan yang awet, tahan aus, tahan panas, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kond isi lingkungan, sehingga b iaya perawatan menjadi lebih murah
3. Memiliki tekan kuat yang cukup tinggi sehingga jika dipadukan dengan bajatulangan yang mempunyai daya tarik tinggi yang kuat sehingga dapat menjadi satu kesatuan strukturyang tahan tarik dan tahan tekan, untuk itu struktur beton bertulang dapat diaplikasikan atau dipakai untuk bis, kolom,

balok, dinding, perkerasan jalan, landasan pesawat udara, penampung air, pelabuhan, bendungan, jembatan dan sebagainya

4. Pengerjaan atau workability mudah karena beton mudah dicetak dalam bentuk dan ukuran sesuai keinginan. Cetakan beton dapat dipakai beberapa kali sehingga secara ekonomi menjadi lebih murah.

Meskipun beton memiliki beberapa kelebihan, beton juga memiliki beberapa kekurangan, menurut (Tjokrodimuljo, 2007) kekurangan beton adalah sebagai berikut ini.

1. Bahan dasar penyusun beton agregat halus maupun agregat kasar bermacam-macam sesuai dengan lokasi pengambilannya, sehingga cara perencanaan dan cara pembuatannya bermacam-macam
2. Beton mempunyai beberapa kelas kekuatannya sehingga harus direncanakan sesuai dengan bagian bangunan yang akan dibuat, sehingga cara perencanaan dan cara pelaksanaan bermacam-macam pula
3. Beton mempunyai kuat tarikan yang rendah, sehingga getas atau rapuh dan mudah retak. Oleh karena itu perlu diberikan cara-cara untuk mengatasinya, misalnya dengan memberikan baja tulangan, serat baja dan sebagainya agar memiliki tarikan kuat yang tinggi.

D. Material Penyusunan Beton

1. Agregat

Agregat alam adalah salah satu material pembentuk beton yang berasal dari alam. Berdasarkan ukurannya agregat alam ini terdiri dari agregat halus atau pasir dan agregat kasar atau batu batu pecah. Pasir diperoleh dari

endapan sungai atau batu pecah diperoleh dari hasil pemecahan batu gunung. Ukuran agregat kasar ini tergantung pada fungsi beton, yaitu untuk pelat, balok, kolom, pondasi, bendungan,dan perkerasan kaku jalan raya yang masing-masing dapat berbeda-beda ukurannya.

Agregat dibedakan menjadi 2 (dua) macam, yaitu agregat halus dan agregat kasar yang di dapat secara alami atau buatan.

a. Agregat halus

Agregat sebagai bahan pengisi yang memberikan sifat kaku dan stabilitas dimensi dari beton. Agregat halus sebaiknya berbentuk bulat dan halus dikarenakan untuk mengurangi kebutuhan air. Agregat halus yang pipih akan membutuhkan air yang lebih banyak dikarenakan luas permukaan agregat *(surface area)* akan lebih besar. Gradasi agregat halus sebaiknya sesuai dengan spesifikasi ASTM C-33, yaitu:

1) Mempunyai butiran yang halus.
2) Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%.
3) Tidak mengandung zat organik lebih dari 0,5%. Untuk beton mutu tinggi dianjurkan dengan modulus kehalusan 3,0 atau lebih.
4) Gradasi yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama)

Tabel 2. 2 Batas Gradasi Agregat Halus (Sumber: SNI 03-2834-2000)

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butiran Yang Lewat Ayakan			
	Zona I (Pasir Kasar)	Zona II (Pasir Agak Kasar)	Zona III (Pasir Agak Halus)	Zona IV (Pasir Halus)
9,6	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	90-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	5-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

b. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan agregat yang butirannya lebih besar dari 5 mm ataupun agregat yang seluruh butirannya bisa tertahan diayakan 4,75 mm. Agregat kasar untuk beton bisa berbentuk kerikil sebagai hasil dari disintegrasi dari batu-batuan ataupun berbentuk batu pecah yang diperoleh dari pemecahan manual maupun mesin. Agregat kasar mesti terdiri dari butiran- butiran yang keras, permukaan yang kasar. Agregat kasar harus memenuhi ketentuan kebersihan yaitu, tidak mengandung lumpur lebih dari 1%, serta tidak memiliki zat-zat organik yang bisa merusak beton.

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butiran agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam), maka volume pori akan meningkat. Sebaliknya apabila butirannya bervariasi akan menyebabkan volume pori yang kecil. Hal ini dikarenakan butiran berukuran kecil akan mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit.

Tabel 2. 3 Batas Gradasi Agregat Kasar (Sumber: SNI 03-2834-2000)

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butiran Yang Lewat Ayakan		
	Zona I (38-4,76)	Zona II (19-4,76)	Zona III (9,6-4,76)
38,1	95-100	100	
19	37-70	95-100	100
9,52	10-40	30-60	50-85
4,76	0-5	0-10	0-10

Adapun kualitas agregat yang dapat menghasilkan beton mutu tinggi adalah:

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

2. Semen

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebahagian bahan tambahan. Fungsi semen ialah untuk merekatkan

butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat, selain itu juga untuk mengisi rongga diantara butiran-butiran agregat.

Tabel 2. 4 Susunan oksida semen portland

No.	Oksida	Persentase
1	Kapur (Ca 04)	60 – 65
2	Silika (SiO2)	17 – 25
3	Aluminia (Al2O3)	3 – 8
4	Besi (Fe2O3)	0,5 – 6
5	Magnesia (MgO)	0,5 – 4
6	Sulfur (SO3)	1 – 2
7	Soda / Portash (Na2O + K2O)	0,5 – 1

Menurut SII 0031-81 (Tjokrodimulyo, 1996), semen Portland dibagi menjadi lima jenis, namun untuk penggunaan umum biasanya hanya digunakan jenis semen tipe 1 (satu) karena tidak memerlukan persyaratan khusus terhadap panas hidrasi dan kekuatan tekan awal serta cocok dipakai pada tanah dan air yang mengandung sulfat antara 0-0,1%.

3. Air

Air adalah bahan yang diperlukan untuk proses reaksi kimia dengan semen untuk membentuk pasta semen. Air juga dipakai untuk pelumas antara butiran dalam agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air dalam campuran beton menyebabkan terjadinya proses hidrasi dengan semen. Jumlah air yang yang berlebihan akan menurunkan kekuatan beton. Namun air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi yang tidak merata.

Faktor air sangat mempengaruhi dalam pembuatan beton, karena air dapat bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga

berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan kekuatan beton itu sendiri. Selain itu, kelebihan air akan menurunkan mutu dan mengakibatkan beton mengalami bleding, yaitu air akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan antara lapis-lapis beton dan mengakibatkan beton menjadi lemah. Air pada campuran beton akan berpengaruh pada:

a. Mutu beton.
b. Sifat *workability* adukan beton.
c. Besar kecilnya nilai susut beton.
d. Kelangsungan reaksi hidrasi semen portland.
e. Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik

Air adalah bahan untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penggunaan beton. Jumlah air yang digunakan tentu tergantung pada sifat material yang digunakan. Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton. Pengaruh kotoran secara umum dapat menyebabkan:

a. Gangguan pada hidrasi dan pengikatan.
b. Gangguan pada kekuatan dan ketahanan.
c. Perubahan volume yang dapat menyebabkan keretakan.
d. Korosi pada tulangan baja maupun kehancuran beton.
e. Bercak-bercak pada campuran beton.

Air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yang tawar, tidak berbau, dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat merusak

beton, seperti minyak, asam, alkali, garam atau bahan-bahan organis lainnya yang dapat merusak beton atau tulangannya (SNI 03-2847-2019).

Selain untuk reaksi pengikatan, dapat juga untuk perawatan sesudah beton dituang. Air untuk perawatan *(curing)* harus memiliki syarat-syarat yang lebih tinggi dari air untuk pembuatan beton. Keasamannya tidak boleh PHnya > 6, juga tidak dibolehkan terlalu sedikit mengandung kapur.

Jenis-jenis air untuk campuran beton :

a. Air hujan

Air hujan menyerap gas dan udara pada saat jatuh ke bumi. Biasanya air hujan mengandung unsur oksigen, nitrogen dan karbon dioksida.

b. Air permukaan

Terdiri dari air sungai, air danau, air genangan, dan air reservoir. Air sungai atau danau dapat digunakan sebagai air pencampuran beton asal tidak tercemar limbah industri. Sedangkan air rawa atau genangan yang mengandung zat-zat alkali tidak dapat digunakan.

c. Air tanah

Biasanya mengandung unsur kaiton dan anion. Selain itu juga kadang-kadang terdapat unsur CO2, H2S dan NH3.

d. Air laut

1) Air laut mengandung 30.000–36.000 mg/liter gram (3 %-3,6 %) dapat digunakan sebagai air campuran beton tidak bertulang.
2) Air laut yang mengandung garam diatas 3% tidak boleh digunakan untuk campuran beton.

3) Untuk beton pratekan, air laut tidak diperbolehkan karena akan mempercepat korosi pada tulangannya.

Air yang dipergunakan harus memenuhi syarat sebagai berikut:

a) Tidak mengandung lumpur dan benda melayang lainnya yang lebih dari 2 gram/liter.
b) Tidak mengandung garam atau asam yang dapat merusak beton, zat organik dan sebagainya lebih dari 15 gram/liter
c) Tidak mengandung *klorida* (C1) yang lebih dari 1 gram/liter.
d) Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

E. Sifat-Sifat Mekanis Beton

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

1. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan 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 dan agregat halus, air.

Kuat tarik beton biasanya 8% - 15 % dari kuat tekan beton. Kuat tekan tarik adalah suatu sifat yang penting yang mempengaruhi perambatan dan

ukuran retak di dalam struktur. Pada umumnya nilai kuat tekan dan tarik beton tidak berbanding lurus, setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai peningkatan kecil nilai kuat tariknya.

Menurut SNI 1974:2011, Untuk beton struktur, Kuat tekan f'c tidak boleh kurang dari 17 MPa. Nilai maksimum f'c tidak dibatasi kecuali bilamana dibatasi oleh ketentuan standar tertentu.

Pengujian Kuat Tekan Beton Menurut Mulyono (2004), bahwa kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut.

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

$$f'c = \sigma = \frac{P}{A} \quad \text{..... (1)}$$

Dimana:

f'c = σ = Kuat tekan Beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas permukaan sampel (mm^2)

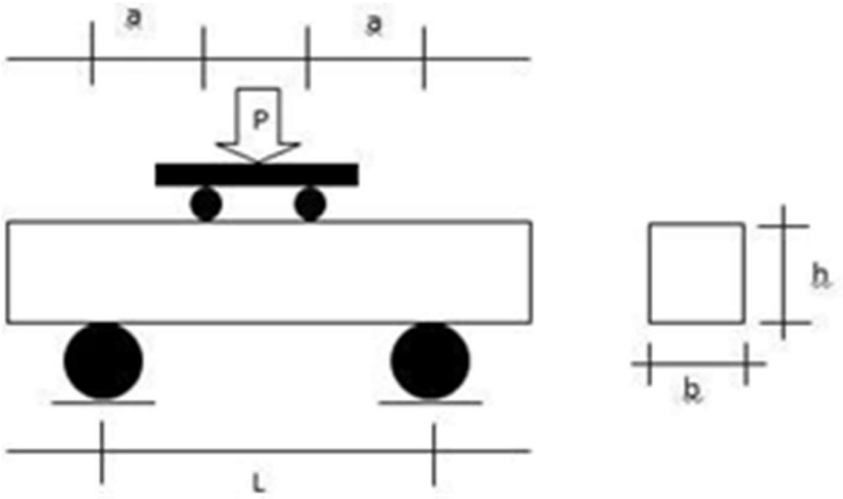
Menurut SNI 1974:2011, Untuk beton struktur, Kuat tekan f'c tidak boleh kurang dari 17 MPa. Nilai maksimum f'c tidak dibatasi kecuali bilamana dibatasi oleh ketentuan standar tertentu.

2. Kuat Lentur Beton

Kuat tarik lentur adalah 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 4431:2011). Sebuah baloyang diberi beban akan mengalami deformasi, dan oleh sebab itu timbulmomen-momen lentur sebagai perlawanan darimaterial yang membentuk balok tersebut terhadap beban luar. Tegangan yang timbul selama mengalami deformasi tidak boleh melebihi tegangan lentur ijin untuk bahan dari beton itu. Momen eksternal harus ditahan oleh bahan dari beton, dan harga maksimum yang dapat dicapai sebelum balok mengalamikeruntuhan atau patah sama dengan momen penahan internal dari balok.

Sistem pembebanan pada pengujian tarik lentur, yaitu benda uji dibebani sedemikian rupa sehingga hanya akan mengalami keruntuhanakibat lentur murni seperti Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Pengujian Kuat Tarik Lentur (*Sumber SNI 4431:2011)*

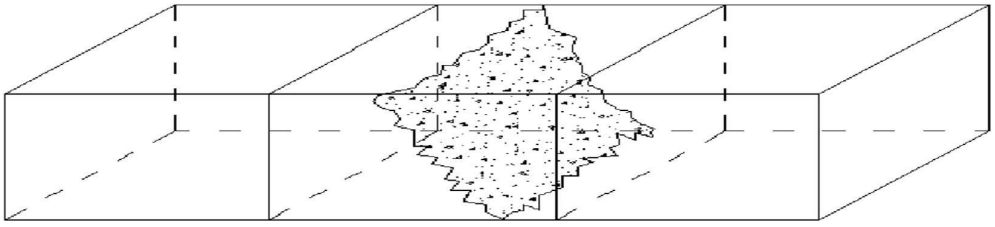
Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 4431:2011), kuat lentur meruapakan momen lentur dibagi dengan momen penahan penampang benda uji yang dihasilkan nilai tegangan tarik. Pengujian kuat lentur pada penelitian ini

dilakukan dengan pembebanan dua titik pada tengah bentang benda uji. Pengujian kuat lentur dalam penelitian ini dilakukan pada saat beton berumur 28 hari.

Rumusan yang digunakan adalah:

1) Untuk pengujian dimana bidang patah terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan sebagai berikut.

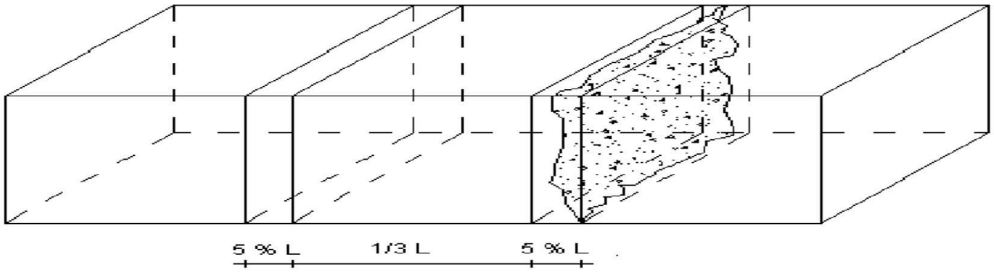
$$\sigma 1 = \frac{P.L}{b.h^2} \quad \text{..... (2)}$$



Gambar 2. 2 Patah pada 1/3 bentang (*Sumber SNI 4431:2011)*

2) Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada diluar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari jarak antara titik perletakan maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan sebagai berikut.

$$\sigma 1 = \frac{P.a}{b.h^2} \quad \text{..... (3)}$$



Gambar 2. 3 Patah di luar 1/3 bentang tengah dan garis patah pada < 5% dari bentang(*Sumber SNI 4431:2011*)

3) Untuk benda uji yang patahnya di luar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah) dan jarak antara titik pembebanan dan titik patah lebih dari 5% bentang, hasil pengujian tidak digunakan.

Keterangan:

σl = adalah kuat lentur benda uji (MPa)

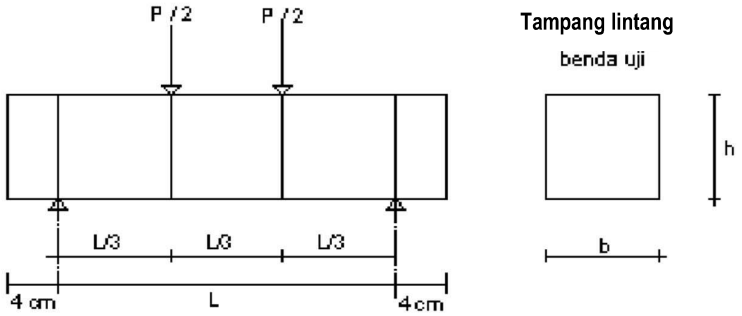
P = adalah beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (pembacaan dalam ton sampai 3 angka di belakang koma)

L = adalah jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm)

b = adalah lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)

h = adalah lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)

a = adalah jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang (mm)



Gambar 2. 4 Garis-garis perletakan dan pembebanan(*Sumber SNI 4431:2011)*

Keterangan gambar:

L = adalah jarak (bentang) antara dua garis perletakan (cm)

b = adalah lebar tampak lintang benda uji (cm)

h = adalah tinggi tampak lintang benda uji (cm)

P = adalah beban tertinggi yang ditunjukan oleh mesin uji (kg)

F. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

1. Muhammad Buttomi Masgode, Imran, (2021) Melakukan penelitian tentang: "Analisis Kuat Tekan Beton Normal Dengan Menggunakan Pasir Sungai Ulu Lapao-Pao" berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Dapat Ditarik Kesimpulan : Pasir sungai ulu lapao-pao memenuhi spesifikasi agregat halus berdasarkan hasil pengujian karakteristik agregat halus, berupa pengujian analisa saringan, pengujian berat isi, pengujian specific gravity atau penyerapan air, pengujian kadar air, dan pengujian kadar lumpur atau lolos saringan 200. Didapati kuat tekan beton dengan menggunakan perawatan curring lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa perawatan (tidak di curring). Kuat tekan beton yang menggunakan perawatan curring dengan umur perawatan 3, 7 dan 28 hari ialah dengan mutu rencana 25 MPa yaitu 15,0 MPa, 20,4 MPa, dan 25,1 MPa. Dibandingkan tanpa perawatan dengan umur perawatan 3, 7, dan 28 hari dengan mutu rencana 25 MPa yaitu 14,1 MPa, 19,7 MPa, dan 20,3. Untuk nilai kuat tekan rata-rata yang dihasilkan penggunaan pasir sungai ulu lapao-pao yaitu 25,1 MPa pada umur 28 hari. Oleh karena itu, penggunaan pasir ulu lapao-pao sebagai bahan agregat halus dalam pembuatan beton normal memenuhi mutu rencana yaitu f'c 25 MPa. atau 25 N/mm². Pasir tersebut layak digunakan untuk komponen struktural.
2. Devi Setiawan, dan Ade Subhan (2022) Melakukan Penelitian Tentang "Perbandingan Kuat Tekan Beton Antara Penggunaan Agregat Gunung Jebrod Dengan Agregat Sungai Cisokan" berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Dapat Ditarik Kesimpulan: Dengan menggunakan Agregat gunung

Jebrod kuat tekan rata-rata yang dihasilkan untuk fc 22,5 MPa adalah sebesar 20,96 MPa, fc 25 MPa adalah sebesar 19,53 MPa dan fc 27,5 MPa adalah sebesar 21,13 MPa. Dengan menggunakan Agregat Sungai Cisokan kuat tekan rata-rata yang dihasilkan untuk fc 22,5 MPa adalah sebesar 18,62 MPa, fc 25 MPa adalah sebesar 19,08 MPa dan fc 27,5 MPa adalah sebesar 16,07 MPa. Berdasarkan mix design banyak fraksi agregat kasar yang digunakan yaitu sebesar 63 % untuk agregat gunung Jebrod dan 62 % untuk agregat sungai Cisokan. Berdasarkan hasil uji abrasi dengan mesin Los Angeles diketahui agregat kasar gunung Jebrod 15,4 %, sedangkan agregat sungai Cisokan 21,8 % sehingga lebih aus. Karena nilai deviasi standar tidak ada maka digunakan margin (m) = 12 MPa. Sehingga kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f'cr) = f'c + m. Kuat tekan karakteristik beton yang dihasilkan dari proses penelitian dengan menggunakan agregat dari gunung Jebrod dan dari sungai Cisokan pada beton, pada umumnya semua tidak mencapai mutu beton rencana yang telah ditetapkan. Banyak faktor yang mempengaruhi kegagalan beton diantaranya, Adanya rongga-rongga pada beton karena kurangnya pemadatan pada saat membuat benda uji, Terjadinya segregasi sehingga material tidak homogen, Agregat kasar yang terlalu aus sehingga mempengaruhi kekuatan beton, Bentuk cenderung bulat dan ber tekstur licin sehingga mempengaruhi daya ikat semen, dan Penambahan air pada setiap pencampuran agregat karena pengaruh mixing concrete yang kurang memadai. Dari perhitungan kuat tekan rata-rata yang direncanakan tidak tercapai karena berdasarkan hasil analisa saringan untuk agregat kasar dan

agregat halus menunjukkan tidak masuk spesifikasi seluruhnya sehingga mempengaruhi terhadap kuat tekan.

3. Rini, Sheila Hani, Dirifandi Laia (2022) melakukan penelitian tentang "Analisis Eksperimental Penggunaan Pasir Laut Sorake dan Pasir Sungai Gomo pada Campuran Beton" berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Dapat Ditarik Kesimpulan, Nilai kuat tekan beton dengan menggunakan Pasir Laut Sorake dan Pasir Sungai Gomo dengan variasi di cuci dan tidak dicuci memiliki nilai rata-rata sebesar adalah Pasir Laut di cuci 19,26 MPa, Pasir Laut tidak cuci 20,55 MPa, Pasir Sungai Cuci 17,93 MPa,Pasir Sungai tidak cuci 16,74 MPa. 2. Nilai kuat tekan beton yang paling besar dengan menggunakan Pasir Laut tidak cuci adalah 20,55 MPa 3. Setelah dievaluasi dan diuji dengan beberapa pengujian sifat fisik material, maka agregat halus dari dua wilayah tidak layak untuk struktur beton. Nilai kuat tekan beton yang paling besar dengan menggunakan Pasir Laut tidak cuci adalah 20,55 MPa. Setelah dievaluasi dan diuji dengan beberapa pengujian sifat fisik material, maka agregat halus dari dua wilayah tidak layak untuk struktur beton.
4. Jhon Asik, Aisyah Zakariah(2022) telah melakukan penelitian tentang "Kuat Tekan Dan Lentur Beton Menggunakan Pasir Sungai Maulu Dan Agregat Batu Gunung Putih" berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Dapat Ditarik Kesimpulan :Setelah melakukan pengujian karakteristik masing-masing materil, maka hasil didapatkan bahwa kadar air agregat halus deperoleh sebesar 4,88 %, Kadar lumpur lolos #200 sebesar 4,20 %, berat volume sebesar 1,31 kg/lt, berat jenis spesifik 2,38 , absorpsi 3,34 %, modulus

kehalusan sebesar 7,69 dan kadar organic No. 3. Sedangkan hasil uji karakteristik agregat kasar adalah kadar air sebesar 0,37 %, kadar lumpur lolos #200 sebesar 3,36 %, berat volume sebesar 1,41 kl/lt, berat jenis spesifik sebesar 2,54, Absorpsi sebesar 3,34 %, Modulus kehalusan sebesar 7,69 dan keausan sebesar 25,33 %. Kuat tekan diperoleh kuat tekan karakteristik beton sebesar 308,45 kg/cm2 lebih besar dari 300 kg/cm2 maka dapat dikatakan bahwa hasil ini menunjukkan penggunaan bahan beton yang memenuhi syarat untuk pekerjaan konstruksi jalan. Memungkinkan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan menaikkan mutu beton K- 350. Selain penggunaan bahan konstruksi jalan, memungkinkan juga di uji untuk bahan bangunan gedung dan bangunan air. Kuat lentur yang dihasilkan 3,47 N/mm2 atau 34,70 kg/cm2

5. Misel Boro Allo, Herman Parung , Junus Mara (2021) Melakukan penelitian tentang "Pemanfaatan Agregat Sungai To Puang Kabupaten Tana Toraja Sebagai Bahan Campuran Beton" berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Dapat Ditarik Kesimpulan Sebagai Berikut:

   Dari hasil perhitungan mix design menggunakan metode SNI 7656: 2012 diperoleh hasil komposisi campuran beton yang menggunakan agregat dari Sungai To Puang Kabupaten Tana Toraja untuk 28 MPa adalah air 193 kg/m3, semen 439 kg/m3, pasir 654 kg/m3, kerikil 1065 kg/m3 dengan persentase perbandingan komposisi sebesar Air: Semen: Pasir: Kerikil atau 8,209 %: 18,673 %: 27,818 %: 45,3 %. Dari hasil penelitian diperoleh nilai kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 30,290 MPa mengalami kenaikan

sebesar 8,176 %, nilai kuat tarik belah sebesar 2,902 MPa, nilai kuat lentur 3,376 MPa, dan nilai modulus elastisitas 20820,747 MPa. Agregat dari sungai ini dapat digunakan dalam pembuatan campuran normal.

6. Vivi Safitri, Hakzah, Adnan (2022) Melakukan penelitian tentang "Uji Eksperimental Kuat Tekan Beton Dan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Menggunakan Pasir Pantai Ujung Tape Kabupaten Pinrang" berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Dapat Ditarik Kesimpulan Sebagai Berikut: Berdasarkan hasil pengujian karakteristik agregat halus atau pasir pantai yang akan digunakan sebagai material dalam pembuatan beton secara keseluruhan telah memenuhi spesifikasi yang ditentukan berdasarkan SNI 7656 – 2012 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Untuk kuat tekan rencana 20 MPa diperoleh mix design yaitu semen sebanyak 338,3 g, kerikil sebanyak 1080,1 g, pasir sebanyak 723,6 g dan air sebanyak 203 liter, kuat tekan rencana 24 MPa diperoleh mix design yaitu semen sebanyak 378,7 g, kerikil sebanyak 1080,1 g, pasir sebanyak 683,2 g dan air sebanyak 203 liter dan kuat tekan rencana 28 MPa diperoleh mix design yaitu semen sebanyak 424,7 g, kerikil sebanyak 1080,1 g, pasir sebanyak 637,2 g dan air sebanyak 203 liter. Berdasarkan uji kuat tekan yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil dengan kuat tekan rencana 20 MPa pada umur 28 hari yaitu 28,29 MPa , kuat tekan rencana 24 MPa pada umur 28 hari yaitu 29,98 MPa, dan kuat tekan rencana 28 MPa yaitu 31,40 MPa.
7. Hakzah, Sulfanita, Yulianti Melakukan penelitian tentang (2021)"Studi Kelayakan Sifat Fisik Agregat Untuk Struktur Perkerasan Jalan (Quarry

Gunung Lakera Bum, Gunung Lompongang, Dan Gunung Benderae Kab. Pinrang)," berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Dapat Ditarik Kesimpulan: Material pada Gunung Benderae tidak dapat digunakan sebagai bahan konstruksi karena banyaknya spesifikasi dari material tersebut tidak memenuhi syarat SNI & Bina marga. Dari ketiga lokasi yang menjadi objek penelitian, meskipun berada didaerah yang sama dan memiliki iklim yang sama tapi sifat fisik yang diperoleh dari hasil pengujian dilaboratorium itu berbeda-beda.

8. Nurfitriana, Hakzah, Hamsyah (2023) "Studi Kelayakan Agregat Kasar Dan Agregat Halus (Studi Kasus: Agregat Kasar Gunung Buccumpare Dan Agregat Halus Sungai Lasape)" berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Dapat Ditarik Kesimpulan: Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton K-250 mengalami peningkatan setiap variasi, sehingga memenuhi spesifikasi untuk digunakan, dan sudah memenuhi <15% dari kuat tekan beton.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang merupakan metode penelitian ini, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan dari hasilnya disertai gambar, tabel, atau grafik. Kemudian data hasil penelitian dianalisis sesuai dengan prosedur pengujian laboratorium. Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental yaitu dengan membandingkan antara 4 (empat) variasi campuran untuk mengetahui bagaimana kuat tekan dan kuat lentur beton.

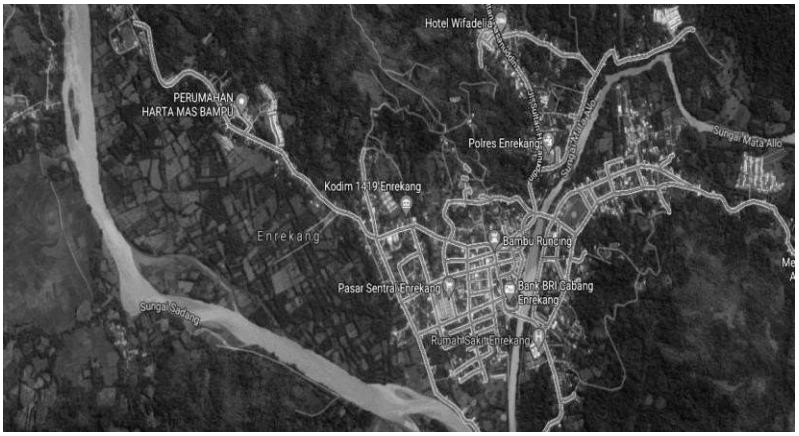
B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi dan waktu penelitian dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Sedangkan lokasi pengambilan sampel agregat halus dan agregat kasar terletak di :

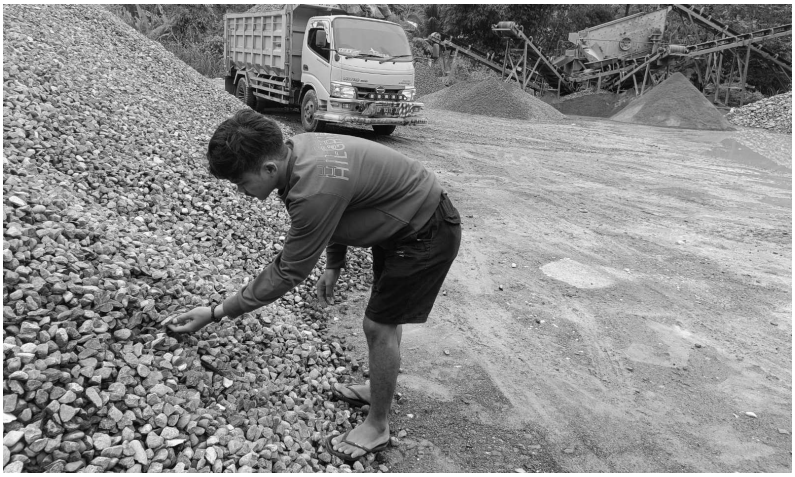
A. Sungai Mata Allo



Gambar 3. 1 Lokasi Pengambilan Agregat Kasar, Kabupaten Enrekang

(Sumber: Google Maps)

Kerikil Sungai Mata Allo



Gambar 3. 2 Agregat kasasr Sungai Mata Allo *(Sumber: DOC Pribadi)*

b. Sungai Saddang



Gambar 3. 3 Lokasi Pengambilan Agregat Halus, Kabupaten Enrekang *(Sumber: Google Maps)*

Pasir Sungai Saddang



Gambar 3. 4 Agregat Halus Sungai Saddang *(Sumber: DOC Pribadi)*

2. Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 2 (dua) bulan yaitu dimulai pada tanggal 26 Mei 2023 sampai dengan 25 September 2023.

Tabel 3. 1 Jadwal pelaksanaan penelitian *(Sumber: Analisis Data)*

No	Jenis Kegiatan	Juli				September			
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Studi literatur								
2	Persiapan laboratorium								
3	Pengujian bahan dasar								
4	Pembuatan benda uji								
5	Uji kuat tekan beton								
6	Uji kuat lentur beton								
7	Analisa hasil pengujian								

C. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat penelitian

A. Saringan

Saringan yang dipakai dalam menentukan gradasi agregat yaitu saringan dengan lubang saringan sebesar 25 mm, 19.5 mm, 9.5 mm, 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, 0.60 mm, 0.30 mm, dan 0.15 mm.



Gambar 3. 5 Saringan *(Sumber: DOC Pribadi)*

B. Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat pada pengujian kadar air.



Gambar 3. 6 Open *(Sumber: DOC Pribadi)*

C. Piknometer

Piknometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur massa jenis atau densitas fluidal. Penelitian ini menggunakan piknometer dengan ukuran 500 ml, nilai volume ini valid pada temperatur yang tertera pada viknometer tersebut selain itu digunakan untuk pengujian berat jenis agregat dan kadar lumpur.



Gambar 3. 7 Piknometer *(Sumber: DOC Pribadi)*

D. Timbangan

Timbangan difungsikan untuk menimbang bahan-bahan benda uji.



Gambar 3. 8 Timbangan *(Sumber: DOC Pribadi)*

E. Cetakan Beton

Cetakan beton yang digunakan adalah cetakan silinder ukuran 15 cm x 30 cm dan cetakan balok 15 cm x 15 cm x 60 cm.





Gambar 3. 9 Cetakan beton *(Sumber: DOC Pribadi)*

F. Alat ukur

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



Gambar 3. 10 Alat ukur *(Sumber: DOC Pribadi)*

G. Concrete Mixer / Mesin pencampur

Digunakan untuk mencampur semua bahan-bahan uji.



Gambar 3. 11 Mixer*(Sumber: DOC Pribadi)*

H. Kerucut Ablam

Digunakan untuk mengetahui nilai *slump* sebelum beton dimasukan ke dalam cetakan



Gambar 3. 12 Kerucut abram *(Sumber: DOC Pribadi)*

2. Bahan Penelitian

Bahan atau material yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

a. Semen *porloand*

Semen yang digunakan untuk pembuatan beton menggunakan semen *portland Composite Cemen (*PCC).

b. Air

Air yang digunakan adalah air yang bersih berasal dari Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare.

c. Agregat

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu agregat halus berasal dari sungai saddang dan agregat kasar dari sungai mata allo.

D. Prosedur Standar Penelitian

1. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui berat jenis agregat serta tingkat penyerapan air. Jumlah berat jenis yang diperiksa adalah untuk agregat dalam

keadaan kering, berat kering permukaan *(Saturated Surface Dry)*, berat jenis semu *(Apparent)*.

Adapun keterangan dari berat jenis yang diperiksa adalah sebagai berikut :

a. Berat jenis kering permukaan (*Bulk Specific Grafity*)

Berat jenis kering permukaan *(Bulk Specific Grafity)* yaitu perbandingan antara berat agregat kering dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu

b. Berat jenis permukaan (SSD)

Berat jenis permukaan (*SSD*) yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu

c. Berat jenis semu (Apparent Specific Grafity)

Berat jenis semu (*Apparent Specific Grafity*) yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu

d. Penyerapan

Penyerapan adalah persentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering

Adapun prosedur percobaan adalah sebagai berikut:

a. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan
b. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 105° C sampai berat tetap

c. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama satu jam, kemudian menimbang dengan ketelitian 0,5 gram *(Bk)*

d. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar

e. Keluarkan benda uji dari dalam air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang *(SSD)*, untuk butiran yang besar pengering harus satu persatu

f. Timbang benda uji kering permukaan jenuh *(Bj)*

g. Letakkan benda uji dalam keranjang, goncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekapdan menentukan beratnya dalam air *(Ba)*

h. Ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan ke suhu standar (25° C)

Berikut adalah perhitungan yang digunakan dalam menentukan berat jenis agregat:

a. Berat jenis (*Bulk Specify Gravity*) $= \frac{Bk}{(Bj-Ba)}$ ..... (2)

b. Berat jenis SSD $= \frac{Bk}{(Bj-B\ )}$ ..... (3)

c. Berat jenis semu $= \frac{Bk}{(Bk-Ba)}$ ..... (4)

d. Penyerapan (Arbsorbsi) $= \frac{(Bj-Bk)}{Bk}\ x\ 100\ \%$ ..... (5)

Dimana:

Bk = Berat kering oven (gram)

Bj = Berat kering permukaan jenuh (gram)

Ba = Berat kering permukaan jenuh di dalam air (gram)

2. Perkiraan Kadar Agregat

a. Perkiraan kadar agregat kasar

Agregat dengan ukuran nominal maksimum dan gradasi yang sama akan menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan yang memuaskan bila sejumlah tertentu volume agregat (kondisi kering oven) dipakai untuk tiap satuan volume beton.

Untuk beton dengan tingkat kemudahan pengerjaan yang lebih baik bila pengecoran dilakukan memakai pompa, atau bila beton harus ditempatkan ke dalam cetakan dengan rapatnya tulangan baja, dapat mengurangi kadar agregat kasar sebesar 10% dari nilai yang ada dalam Tabel 3.2 Namun demikian tetap harus berhati-hati untuk meyakinkan agar hasil-hasil uji slump, rasio air-semen atau rasio air-(semen+bahan bersifat semen), dan sifat kekuatan dari beton tetap memenuhi rekomendasi serta memenuhi persyaratan spesifikasi proyek yang bersangkutan.

Adapun tabel 3.2 Volume agregat kasar per satuan volume beton yaitu sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Volume agregat kasar per satuan volume beton (*Sumber: SNI 7656:2012*)

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering oven (SSD) per satuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan dari agregat halus			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

Volume ini dipilih dari hubungan empiris untuk menghasilkan beton dengan sifat pengerjaan untuk pekerjaan konstruksi secara umum. Untuk beton yang lebih kental (kelecakan rendah), seperti untuk konstruksi lapis lantai (pavement), nilainya dapat ditambah sekitar 10%.

Untuk menentukan berat agregat kasar yang digunakan dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W = V\ x\ SSD \quad \text{.....(3)}$$

Dimana:

W = Berat agregat kasar

V = Volume agregat kasar

SSD = Berat jenis permukaan agregat kasar.

b. Perkiraan kadar agregat halus

Prosedur yang dapat digunakan untuk menentukan agregat halus adalah metoda berdasarkan berat atau metoda berdasarkan volume absolut. Bila berat per satuan volume beton dapat dianggap atau diperkirakan dari pengalaman, maka berat agregat halus yang dibutuhkan adalah perbedaan dari berat beton segar dan berat total dari bahan-bahan lainnya. Umumnya, berat satuan dari beton telah diketahui dengan ketelitian cukup dari pengalaman sebelumnya yang memakai bahan-bahan yang sama. Dalam hal informasi semacam ini tidak diperoleh, Tabel 3.2 dapat digunakan untuk perkiraan awal. Sekalipun bila perkiraan berat beton per m^3 tadi adalah perkiraan cukup kasar, proporsi campuran akan cukup tepat untuk memungkinkan penyesuaian secara mudah berdasarkan campuran percobaan.

Tabel 3.3 Perkiraan awal berat beton segar (*Sumber: SNI 7656:2012*)

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

Untuk mendapatkan volume agregat halus yang disyaratkan, satuan volume beton dikurangi jumlah seluruh volume dari bahan-bahan yang diketahui, yaitu air, udara, bahan yang bersifat semen, dan agregat kasar. Volume beton adalah sama dengan berat beton dibagi densitas bahan.

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan menggunakan penelitian kuantitatif dengan melakukan beberapa pengujian terhadap benda uji di laboratorium. Teknik pengumpulan data terdiri atas 3 (tiga) yaitu sebagai berikut:

1. Data Primer

Data yang diperoleh melalui eksperimen di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Penelitian ini berfokus Analisis Uji Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Menggunakan Agregat Halus Sungai Saddang Serta Agregat Kasar Sungai Mata Allo. Adapun data primer yang diperlukan dibagi 2 (dua) jenis yaitu:

a. Karakteristik bahan

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

1) Karakteristik agregat halus

a) Gradasi butiran agregat halus

b) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus

c) Pemeriksaan berat volume agregat halus

d) Pemeriksaan kandungan lumpur

e) Pemeriksaan kadar air

f) Pemeriksaan zat organik

2) Karakteristik agregat kasar

a) Gradasi butiran agregat kasar

b) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

c) Pemeriksaan berat volume dalam agregat kasar

d) Pemeriksaan kandungan lumpur

e) Pemeriksaan kadar air

f) Pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi los angeles

3) Karakteristik semen

a) Pemeriksaan berat jenis semen

b) Konsistensi normal semen portland

c) Pengujian waktu mengikat awal dan mengeras semen portland

b. Karakteristik beton

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

1) Kuat tekan selinder
2) Kuat lentur selinder
3) Distribusi agregat kadar dan agregat halus

2. Data sekunder

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

3. Benda Uji

Campuran tanah-semen dan air sebanyak yang direncanakan dan dipadatkan dalam silinder cetakan tertentu. Adapun contoh gambar 3.13 dan gambar 3.14 benda uji yang dibuat



Gambar 3. 13 Benda uji selinder 300 mm × 150 mm *(Sumber: DOC Pribadi)*



Gambar 3. 14 Benda uji balok 150 mm x 150 mm x 600 mm *(Sumber: DOC Pribadi)*

Tabel 3. 4 Jumlah Benda Uji Kuat Tekan *(Sumber: Analisis data)*

Jenis Pengujian	Umur (Hari)	Jumlah Benda Uji				Total
		BN	BKA	BHA	BKHA	
Kuat Tekan	7	3	3	3	3	12
	14	3	3	3	3	12
	28	3	3	3	3	12
Total						36

Tabel 3. 5 Jumlah Benda Uji Kuat Lentur *(Sumber: Analisis data)*

Jenis Pengujian	Umur (Hari)	Jumlah Benda Uji				Total
		BN	BKA	BHA	BKHA	
Kuat Lentur	28	2	2	2	2	8
Total						8

Ket:

BN : Beton Normal

BKA : Beton agregat Kasar Alami

BHA : Beton agregat Halus Alami

BKHA :Beton agregat Kasar dan Halus Alami

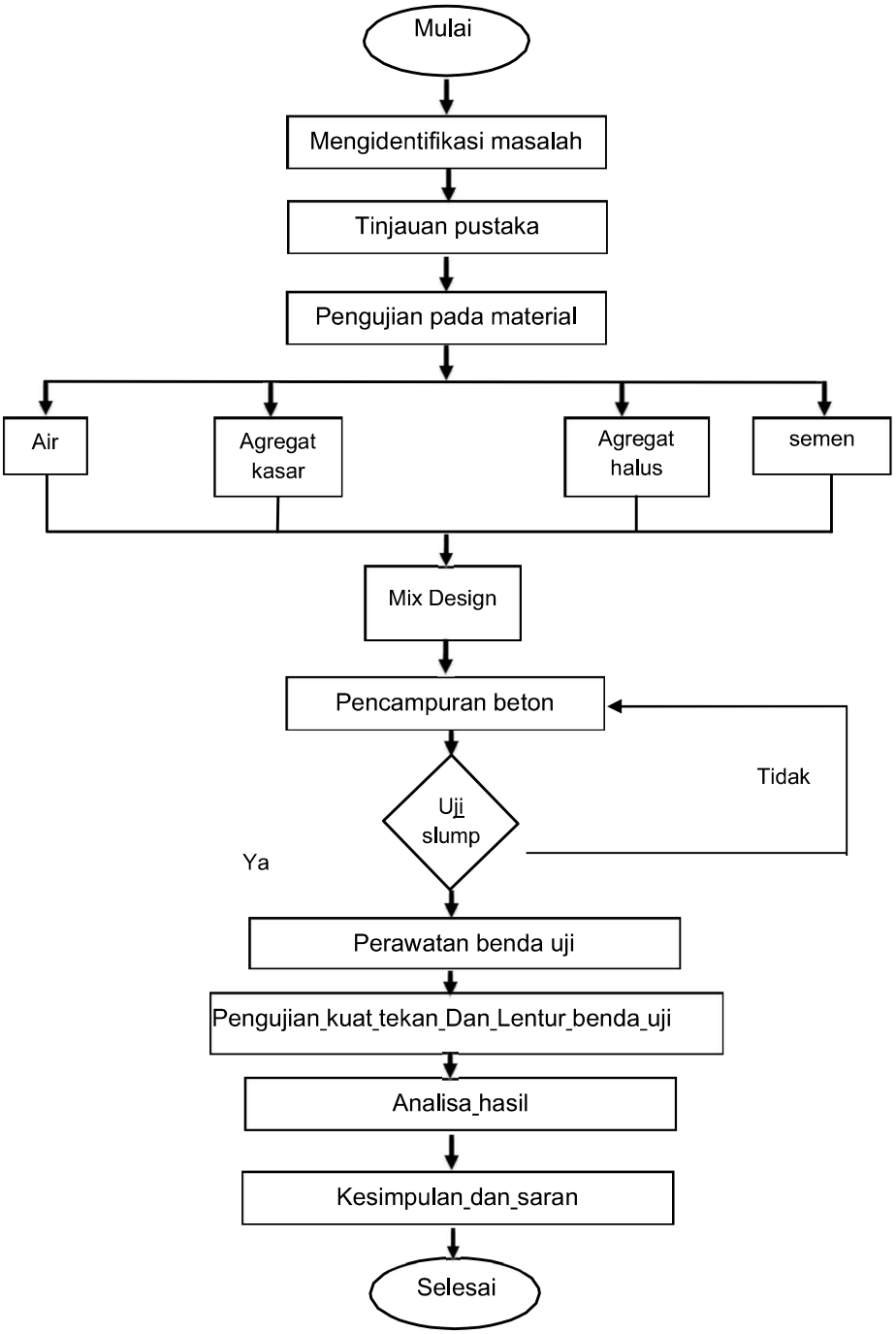
F. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dipakai pada penelitian ini menggunakan analisa parametrik deskriptif. Data hasil uji kuat tekan beton diperoleh dari pembagian

antara beban maksimum benda uji dengan luas penampang benda uji, selanjutnya data akan disajikan delam bentuk tabel maupun grafik. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menimbang berat benda uji sebelum pengujian dilakukan.
2. Meletakkan benda uji pada *Universal Testing Machine*.
3. Menghidupkan *Universal Testing Machine* dan benda uji akan mengalami penambahan beban sehingga dapat dibaca besarnya kekuatan tekan yang ditunjukkan dengan manometer.
4. Benda uji akan retak apabila beban yang diberikan telah mencapai batas maksimum dari beban yang mampu ditahan benda uji. Pada saat retak, jarum manometer akan berhenti pada titik maksimum yang mampu ditahan oleh benda uji.

G. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3. 15 Diagram Alir Penelitian *(Sumber: DOC Pribadi)*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Agregat

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

1. Agregat Halus

Tabel 4. 1 Rekapitulasi pengujian agregat halus *(Sumber: Analisis Data)*

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan		Nilai Rata-Rata	Ket.
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 5%	4,0%	4,6%	4,30%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3	No. 2	No. 2	No. 2	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	4,17%	3,52%	3,84%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1,47	1,51	1,49	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1,73	1,75	1,74	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1,63%	1,69%	1,66%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2,65	2,63	2,64	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,54	2,52	2,53	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,58	2,56	2,57	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	3,09	2,94	3,02	Memenuhi

Dari tabel 4.1 diatas didapatkan hasil sebagai berikut.

a) Kadar lumpur agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat halus diatas yaitu 4,30%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 5% yang menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu.

b) Kadar organik agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar organik agregat halus diatas sampel menunjukkan warna kekeruhan di angka No.2 pada standar warna yang menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut memiliki tingkat kadar organik terbilang rendah sehingga dapat digunakan dalam campuran beton tanpa perlu dicuci terlebih dahulu.

c) Kadar air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar air agregat halus di atas yaitu 3,84%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 2,00%-5,00% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

d) Berat volume agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat volume agregat halus kondisi lepas diatas yaitu 1,49 sedangkan pengujian berat volume agregat halus kondisi padat yaitu 1,74 dari ke 2 (dua) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,4-1,9 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

e) Penyerapan air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian penyerapan air agregat halus di atas yaitu 1,66%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval dari 0,2%-2% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

f) Berat jenis agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat jenis nyata diatas yaitu 2,64, berat jenis kering yaitu 2,53, dan berat jenis kering permukaan yaitu 2,57, dari ke 3 (tiga) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,6-3,3 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

g) Modulus kehalusan agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian modulus kehalusan agregat halus diatas yaitu 3,03, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,50-3,80 yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

2. Agregat Halus Pasir Sungai Saddang

Tabel 4. 2 Rekapitulasi pengujian agregat halus pasir Sungai Saddang *(Sumber: Analisis Data)*

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan		Nilai Rata-Rata	Ket.
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 5%	3,9%	4,4%	4,17%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3	No. 2	No. 2	No. 2	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	1,77 %	3,52%	2,65%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1,47	1,98	1,73	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1,51	1,66	1,58	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1,69 %	1,69%	1,69%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2,05	2,52	2,29	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,08	2,56	2,32	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,12	2,63	2,38	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	3,14	2,94	3,04	Memenuhi

Dari tabel 4.2 diatas didapatkan hasil sebagai berikut.

a) Kadar lumpur agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat halus diatas yaitu 4,17%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 5% yang menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu.

b) Kadar organik agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar organik agregat halus diatas sampel menunjukkan warna kekeruhan di angka No.2 pada standar warna yang

menunjukkan bahwa material agregat halus tersebut memiliki tingkat kadar organik terbilang rendah sehingga dapat digunakan dalam campuran beton tanpa perlu dicuci terlebih dahulu.

c) Kadar air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar air agregat halus di atas yaitu 2,65%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 2,00%-5,00% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

d) Berat volume agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat volume agregat halus kondisi lepas diatas yaitu 1,73 sedangkan pengujian berat volume agregat halus kondisi padat yaitu 1,58 dari ke 2 (dua) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,4-1,9 kg/liter yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

e) Penyerapan air agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian penyerapan air agregat halus di atas yaitu 1,69%, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval dari 0,2%-2% yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

f) Berat jenis agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian berat jenis nyata diatas yaitu 2,29, berat jenis kering yaitu 2,32, dan berat jenis kering permukaan yaitu 2,38, dari ke 3 (tiga) hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,6-3,3

kg/liter yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

g) Modulus kehalusan agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian modulus kehalusan agregat halus diatas yaitu 3,05, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu berada diantara interval 1,50-3,80 yang menandakan bahwa material agregat halus (pasir) tersebut dapat digunakan untuk campuran beton.

3. Agregat Kasar

Tabel 4. 3 Rekapitulasi hasil pengujian agregat kasar *(Sumber: Analisis Data)*

NO	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN		NILAI RATA-RATA	KET.
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 1%	1,5%	0,50%	1,00%	Memenuhi
2	Keausan	Maks 50%	13,4%	16,7%	15,1%	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2%	0,50%	1,32%	0,91%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,6-1,9 kg/liter	1,62	1,62	1,62	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6-1,9 kg/liter	1,74	1,75	1,74	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4 %	0,50%	3,09%	1,80%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2,58	2,76	2,67	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,54	2,54	2,54	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,56	2,62	2,59	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	6,0 - 8,0	6,70	7,01	6,86	Memenuhi

Dari tabel 4.3 diatas didapatkan hasil sebagai berikut.

a) Kadar Lumpur

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat kasar diatas

didapatkan hasil 1 %, hasil tersebut sesuai dengan spesifikasi yaitu lebih kecil dari 1% yang menunjukkan bahwa material agregat kasar tersebut dapat digunakan untuk campuran beton tanpa melalui proses pencucian terlebih dahulu

b) Keausan Agregat

Dari pengujian tingkat keausan agregat kasar menggunakan mesin *Los Angeless* diatas didapatkan hasil 15,1% yang nilainya lebih kecil dari 50% sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

c) Kadar Air

Dari pengujian kadar air diatas didapatkan hasil 0,91% yang nilainya lebih kecil dari 2 % sehingga agregat kasar dapat digunakan pada campuran beton.

d) Berat Volume

Dari pengujian berat volume rongga agregat kasar didapatkan hasil 1,62 sedangkan pada pengujian berat volume padat didapatkan hasil 1,74 yang keseluruhan nilainya masih dalam interval 1,6 – 1,9 kg/liter sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

e) Penyerapan Air

Dari pengujian penyerapan air agregat kasar diatas didapatkan hasil 1,80 % yang nilainya masih dalam interval maksimum 4 % sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

f) Berat Jenis

Dari pengujian berat jenis nyata didapatkan hasil 2,67. Berat jenis kering didapatkan nilai sebesar 2,54. Dan untuk berat jenis kering permukaan didapatkan

hasil pengujian sebesar 2,59 yang keseluruhan nilainya masih dalam interval 1,6–3,3 sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

g) Modulus Kehalusan

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat kasar SNI, interval untuk modulus kehalusan yaitu berada antara 6,0-8,0. Sedangkan hasil yang diperoleh dari penelitian yaitu 6,86 adalah sesuai dengan spesifikasi. Jadi agregat tersebut dapat digunakan dalam campuran beton.

4. Agregat Kasar Sungai Mata Allo

Tabel 4. 4 Rekapitulasi pengujian agregat kasar Sungai Mata Allo *(Sumber: Analisis Data)*

No.	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil Pengamatan		Nilai Rata-Rata	Ket
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 1%	1,4%	0,50%	0,96%	Memenuhi
2	Keausan	Maks 50%	23,8%	16,7%	20,3%	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2%	0,00%	1,19%	0,60%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1,83	1,83	1,83	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1,98	1,66	1,82	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4 %	2,04%	3,09%	2,57%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2,88	2,54	2,71	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,94	2,62	2,78	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	3,06	2,76	2,91	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	6,0 - 8,0	6,77	7,14	6,95	Memenuhi

Dari Tabel 4.4 diatas didapatkan hasil sebagai berikut.

a. Kadar Lumpur

Dari pengujian kadar lumpur agregat kasar diatas didapatkan hasil 0,96 % yang nilainya lebih kecil dari 1 % sehingga agregat limbah beton dapat dijadikan bahan campuran beton.

b. Keausan Agregat

Dari pengujian tingkat keausan agregat kasar menggunakan mesin *Los Angeless* diatas didapatkan hasil 20,3% yang nilainya lebih kecil dari 50 % sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

c. Kadar Air

Dari pengujian kadar air diatas didapatkan hasil 0,60 % yang nilainya lebih besar dari 2 % sehingga agregat limbah beton perlu dikeringkan sebelum dapat digunakan pada campuran beton.

d. Berat Volume

Dari pengujian berat volume rongga agregat kasar didapatkan hasil 1,83 sedangkan pada pengujian berat volume padat didapatkan hasil 1,82 yang keseluruhan nilainya masih dalam interval 1,6 – 1,9 kg/liter sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

e. Penyerapan Air

Dari pengujian penyerapan air agregat kasar diatas didapatkan hasil 2,57% yang nilainya diatas interval maksimum 4 % sehingga jumlah air yang diperlukan harus diperhitungkan kembali sebelum agregat limbah beton dapat dijadikan bahan campuran beton.

f. Berat Jenis

Dari pengujian berat jenis nyata didapatkan hasil 2,71. Berat jenis kering didapatkan nilai sebesar 2,78. Dan untuk berat jenis kering permukaan didapatkan hasil pengujian sebesar 2,91 yang keseluruhan nilainya masih dalam interval 1,6–3,3 sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

g. Modulus Kehalusan

Berdasarkan spesifikasi karakteristik agregat kasar SNI, interval untuk modulus kehalusan yaitu berada antara 6,0-8,0. Sedangkan hasil yang diperoleh dari penelitian yaitu 6,95 adalah sesuai dengan spesifikasi. Jadi agregat tersebut dapat digunakan dalam campuran beton.

B. Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)

Perencanaan campuran beton dihitung menggunakan metode SNI 7656:2012 dengan hasil data sebagai berikut:

Diketahui data material:

Mutu beton	= 20 MPa
Slump	= 75 – 100 mm
Ukuran agregat maksimum	= 20
Berat kering oven agregat kasar	= 1.743
Berat jenis semen tanpa tambahan udara	= 3.08
Modulus kehalusan agregat halus	= 3,02
Berat jenis (SSD) agregat halus	= 2.57
Berat jenis (SSD) agregat kasar	= 2.59
Berat volume Agregat Halus Alami	=1.58

Berat volume Agregat Kasar Alami =1,82

Penyerapan air agregat halus = 1.69%

Penyerapan air agregat kasar = 2.57%

Kadar Air agregat halus = 2.65%

Kadar Air agregat kasar = 0.60%

Perhitungan

Kuat desar rencana:

Fc' = 20 MPa

$= 20 \times 9{,}81$

$= 236{,}386$ Kg/cm^2

1. Margin

Hitung kuat tekan rata-rata beton, dengan kuat tekan rata-rata yang disyaratkan dan nilai margin tergantung dari tingkat pengawasan mutu.

Nilai margin (m) ditetapkan dengan menggunakan rumus:

Margin = $1{,}64 \times Sd$

Tabel 4. 5 Tabel nilai deviasi (kg/cm^2) untuk berbagai volume pekerjaan dan mutu pelaksanaan di lapangan (Sumber: SNI 03-2834-2000)

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

Standar deviasi (Sd) = 60

Margin = $1{,}64 \times Sd$

= 1,64 x 60

$= 98,4$ Kg/cm^2

2. Kuat beton rencana (fcr)

$fcr = fc' + m$ =fc^'+m =fc^'+m

$= fc' + (1,64 \times Sd)$

$= 236,386 + (1.64 \text{ x } 98,4)$

$= 334,785$ Kg/cm^2

$fcr = \frac{fcr}{g}$ =fcr/g =fcr/g

$= \frac{334,785}{9,81}$

$= 28,33$ MPa

3. Volume air yang diperlukan tiap m^3 adukan beton

Adapun tabel volume air yang diperlukan tiap m^3 adukan beton

Tabel 4. 6 Volume air yang diperlukan tiap m^3 adukan beton untuk berbagai nilai *slump* dan ukuran agregat maksimum (Sumber: SNI 7656:2012).

Air (kg/m^3) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
Slump (mm)	9,5 mm*	12,7 mm*	19 mm*	25 mm*	37,5 mm*	50 mm†*	75 mm†‡	150 mm†‡
Beton tanpa tambahan udara								
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	-
> 175*	-	-	-	-	-	-	-	-
banyaknya udara dalam beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Beton dengan tambahan udara								
25-50	181	175	168	160	150	142	122	107
75-100	202	193	184	175	165	157	133	119
150-175	216	205	197	184	174	166	154	-
> 175*	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat pemaparan sebagai berikut : ringan (%)	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5**††	1,0**††
sedang (%)	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5**††	3,0**††
berat ‡‡ (%)	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5**††	4,0**††

Bila ditabel tidak ditemukan data maka dilakukan perhitungan interpolasi berdasarkan ukuran agregat maksimum dan nilai *slump* dengan ukuran agregat maksimum yaitu 20 yang berada diantara 19-25 mm

Rumus interpolasi:

$$x = x1 + \frac{(y-y1)}{y2-y1}(x2 - x1)$$

a. Kebutuhan air

Diketahui:

X = ? Y = 20

X1 = 193 Y1 = 25

X2 = 205 Y2 = 19

b. Kadar udara

Diketahui:

X = ? Y = 20

X1 = 1,5% Y1 = 25

X2 = 2% Y2 = 19

Air

25	193	Dari tabel
20	?	
19	205	Dari tabel
x=	203	Kg

Udara

25	1,5%	
20	?	
19	2%	
x =	1,9%	

$$x\ (air) = 193 + \frac{(20-25)}{19-25}(205 - 193)$$

$$= 203 \text{ Kg}$$

$$x\ (udara) = 1{,}5\% + \frac{(20-25)}{19-25}(2\% - 1{,}5\%)$$

$= 1{,}9\ \%$

4. Penentuan faktor air semen (FAS)

Tabel 4. 7 Faktor air semen (ltr/kg semen) untuk berbagai jenis konstruksi dan keadaan cuaca (Sumber: SNI 7656:2012).

Kekuatan beton umur 28 hari, MPa*	Rasio air-semen (berat)	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

Diketahui:

X = ? Y = 28,33

X1 = 0,47 Y1 = 35

X2 = 0,54 Y2 = 30

FAS

35	0,47
28,33	?
30	0,57
x=	0,563

$$x\ (FAS) = 0{,}47 + \frac{(28{,}33 - 35)}{30 - 35}(0{,}54 - 0{,}47)$$

$= 0{,}563$ Kg

5. Berat semen tiap 1 m3 beton

W air = 203 Kg

W semen $= \frac{W\ air}{FAS} = \frac{203}{0{,}567} = 360{,}28$ kg/m^3

$= \frac{w\ Semen}{1000}$ $= \frac{360,28}{1000}$ = 0,360 ton

Vol. semen $= \frac{W\ semen\ (ton)}{Berat\ jenis\ semen}$ $= \frac{0,36028384}{3,08}$ = 0,117 m^3

6. Berat kerikil tiap 1 m^3 beton

Tabel 4. 8 Volume agregat tiap satuan volume adukan beton (Sumber: SNI 7656:2012).

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering oven* per satuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan† dari agregat halus			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

a. Kerikil A

Diketahui:

X = ? Y = 20

X1 = 0,62 Y1 = 19

X2 = 0,67 Y2 = 25

b. Kerikil B

Diketahui:

X = ? Y = 20

X1 = 0,60 Y1 = 19

X2 = 0,65 Y2 = 25

c. Kerikil A dan B

Diketahui:

X = ? Y = 2,95

X1 = 0,608 Y1 = 3,00

X2 = 0,620 Y2 = 2,80

A		B		A dan B	
19	0,62	19	0,60	3,00	0,608
20	?	20	?	2,95	?
25	0,67	25	0,65	2,80	0,620
x=	0.628	x=	0,608	x=	0,611

$x\ (kerikil\ A) = 0{,}62 + \frac{(20-19)}{25-19}(0{,}67 - 0{,}62)$

$= 0{,}628$ Kg

$x\ (kerikil\ B) = 0{,}60 + \frac{(20-1\ )}{25-19}(0{,}65 - 0{,}60)$

$= 0{,}608$ Kg

$x\ (kerikil\ AB) = 0{,}608 + \frac{(2{,}95 - 3{,}0)}{2{,}80 - 3{,}0}(0{,}620 - 0{,}608)$

$= 0{,}611$ Kg

Berat kering oven (SSD) = 1,856

W Kerikil = Volume × SSD

= 0,611 × 1,856 = 1,135 ton

= W Kerikil × 1000

= 1,135 × 1000 = 1135 kg

V Kerikil $= \frac{Berat\ kerikil}{Berat\ jenis\ kerikil} = \frac{1{,}856}{2{,}69}$ = 0,422 m^3

7. Berat absolute pasir 1 m^3 beton

Vol. Air = 203 kg

$= \frac{Berat\ Air}{BJ.\ Air}$

$$= \frac{203\ kg}{1000\ kg/m^3} = 0{,}203\ m^3$$

Vol. padat semen = 432 kg

$$= \frac{Berat\ semen}{BJ\ Semen \times 1000}$$

$$= \frac{432}{3{,}08 \times 1000} = 0{,}140\ m^3$$

Vol. absolute Ag. Kasar = 1135 kg

$$= \frac{Berat\ Ag.kasar}{BJ\ Ag.kasar \times 1000}$$

$$= \frac{1135}{2{,}69 \times 1000} = 0{,}422\ m^3$$

Vol. udara terperangkap = 1,9%

= $1\ m^3 \times 1{,}9\% = 0{,}019\ m^3$

Jumlah Vol. padat selain Ag. Halus

Vtot = Vol. air + vol. semen + vol. ag. Kasar + vol. udara

= 0,203 + 0,140 + 0,422 + 0,019

= $0{,}785\ m^3$

Vol. Ag. Halus

= 1 – Vol.total

= 1 – 0,785

= $0{,}215\ m^3$

Berat Ag halus kering

= Vol. Ag. Halus × (BJ Ag. Halus × 1000)

= 0,215 × (2,56 × 1000)

= 552,4 kg

8. Perkiraan berat pasir tiap 1 m^3 beton

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

Diketahui:

X = ? Y = 20

X1 = 2380 Y1 = 25

X2 = 2345 Y2 = 19

Berat Beton 1 m^3

25	2380
20	?
19	2345
x=	2350

$$x\ (beton) = 2380 + \frac{(20-25)}{19-25}(2345-2380)$$

$$= 2350 \quad \text{Kg}$$

Berdasarkan data diatas maka perkiraan berat beton adalah 2350

Sehingga :

Air (Berat bersih)	=	203
Semen	=	360
Agregat kasar	=	1059 +
Jumlah	=	1621
Maka berat Ag. Halus adalah	=	2350 – 1621

= 728 kg

9. Koreksi terhadap kadar air

CATATAN : Pengujian kadar air terhadap material dilakukan sebelum hendak melakukan proses pencampuran untuk pengujian kadar air bisa dilihat pada SNI 03-1971-1990

Kadar air didapat :

Ag. Kasar = 0,60%

Ag. Halus = 2.65%

Sehingga berat (massa) penyesuaian berdasarkan kadar air adalah

Ag. Kasar (Basah) = Ag. Kasar (Basah) × Kadar Air Ag. Kasar

= 1059 × 0,60%

= 6,32 kg

Ag. Halus (Basah) = Ag. Halus (Basah) × Kadar Air Ag. Halus

= 728 × 2,65%

= 19,25 kg

Air yang diserap tidak menjadi bagian dari air pencampur dan harus dikeluarkan dari penyesuaian dalam air yang ditambahkan. Maka :

Air yang diberikan Ag. Kasar = Penyerapan air Ag. Kasar × Ag. Kasar (Basah)

= 1.69% x 1058,68

= 17,871

Air yang diberikan Ag. Halus = Penyerapan air Ag. Halus × Ag. Halus (Basah)

= 2,57% x 728,036

= 18,687

Dengan demikian kebutuhan air yang ditambahkan adalah sebagai berikut

$Air_{koreksi}$ = Air – Tot. berat massa + Tot. penyerapan air

= 203.0 – 25,579 + 36,558

= 213,979 kg

Maka perkiraan 1 m^3 beton adalah sebagai berikut

Air koreksi = 213.979 kg

Semen = $\frac{Air}{FAS} = \frac{213,979}{0,568}$ = 379,769 kg

Ag. Kasar = Berat ag. kasar + berat kadar air ag. kasar – berat penyerapan ag. Kasar

= 1058,680 + 14,546 – 16,474

= 1047,130 kg

Ag. Halus = Berat ag. halus + berat kadar air ag. halus – berat penyerapan ag. halus

= 728,036 + 19,258 – 18,687

= 728,607 kg

Jumlah = Air + ag. Kasar + ag. Halus

= 213,979 + 1047,130 + 728,607

= 2369,485 kg

10. Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m^3 beton

	Berdasarkan Koreksi terhadap kadar air (kg)	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
Air (berat bersih)	214,0	203.0	203.0
Semen	379,8.4	360,3	360,3

Ag. Kasar (kering)	1047.1	1058,7	1058,7
Ag. Halus (kering)	728,6	728,0	647,1

Perbandingan berat = W semen : W pasir : W kerikil : W air

1	1.80	2.94	0.56

11. Kebutuhan Bahan Pembuatan Benda Uji Silinder Beton :

kebutuhan beton 1 silinder

Diameter (d) = 0.15 m

Tinggi (h) = 0.3 m

Volume 1 silinder $= \frac{1}{4}\pi d^2 h$

$= \frac{1}{4} 3{,}14 \times 0{,}15^2 \times 0{,}30$

= 0.0053014 m^3

Volume total silinder = Vo1ume 1 silinder × Jumlah beton silinder

= 0,0053014 m^3 × 9

= 0,047712938 m^3

Agar tidak terjadi kekurangan bahan maka diperlukan penambahan volume silinder sebesar 15 %

Volume tambahan = vol. 9 silinder x 15%

= 0,047712938 m^3 x 15%

= 0,007156941 m^3

Vol. total = Vol. total silinder + Vol. Tambahan

= 0,047712938 m^3 + 0,007156941 m3

= 0,054869879 m^3

Kebutuhan bahan untuk 9 silinder beton

	Berdasarkan Koreksi terhadap kadar air (kg)	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
W semen	20,84 kg	19,77 kg	19,77 kg
W pasir	39,98 kg	39,95 kg	35,51 kg
W kerikil	57,46 kg	58,09 kg	58,09 kg
W air	11,74 kg	11,14 kg	11,14 kg

12. Kebutuhan Bahan Pembuatan Benda Uji Silinder Beton :

a. kebutuhan beton 1 silinder

Diameter (d) = 0.15 m

Tinggi (h) = 0.3 m

Volume 1 silinder = $\frac{1}{4}\pi d^2 h$

= $\frac{1}{4} 3{,}14 \times 0{,}15^2 \times 0{,}30$

= 0.0053014 m^3

Agar tidak terjadi kekurangan bahan maka diperlukan penambahan volume silinder sebesar 15 %

Volume tambahan = vol.1 silinder x 15%

= 0.0053014 m^3 x 15%

= 0.000795 m^3

Vol. total 1 silinder = Vol. 1 silinder + Vol. Tambahan

= 0.0053014 m^3 + 0.000795 m^3

= 0.006096 m^3

Kebutuhan bahan untuk beton normal

	Kebutuhan persatu kubik beton	Kebutuhan persatu selinder beton	Kebutuhan 9 selinder
W semen	360,28 Kg	2,20 kg	19,77 kg
W pasir	728,04 Kg	4,44 kg	39,95 kg
W kerikil	1058,68 Kg	6,45 kg	58,09 kg
W air	203,00 Kg	1,24 kg	11,14 kg

b. Untuk variasi agregat halus alami (Sungai Saddang)

Kebutuhan volume agregat halus alami =

Vol. agregat halus alami = V. Pasir Pabrikasi x 100%

= 0,418 m3 x 100%

= 0,418 m3

Berat pasir alami = V. Pasir Alami x BJ Agregat Halus Alami

= 0,418 kg x 1.584,91

= 663,017 kg

Kebutuhan Bahan Untuk Variasi Pasir Alami (Sungai Saddang)

	kebutuhan kubik	kebutuhan persatu selinder beton	kebutuhan 9 selinder
W semen	360,28 kg	2,20 kg	19,77 kg
W kerikil	1058,68 kg	6,45 kg	58,09 kg
W Air	203,00 kg	1,24 kg	11,14 kg
W pasir alami	663,02 kg	4,04 kg	36,38 kg

c. Untuk variasi agregat kasar alami (Sungai Mata Allo)

Vol. kasar alami = V. kasar Pabrikasi x 100%

= 0,607 m3 x 100%

= 0,607 m3

Berat kasar alami = V. kasar Alami x BV kasar Alami

= 0,607 kg x 1.820,75

= 1105,956 kg

Kebutuhan bahan untuk variasi kasar alami (Sungai Mata Allo)

	kebutuhan kubik	kebutuhan persatu selinder beton	kebutuhan 9 selinder
W semen	360,28 kg	2,20 kg	19,77 kg
W pasir	728,04 kg	4,44 kg	39,95 kg
W Air	203,00 kg	1,24 kg	11,14 kg
W kerikil alami	1105,96 kg	6,74 kg	60,68 kg

d. Untuk variasi agregat halus kasar alami (Sungai Saddang & Sungai Mata Allo)

Vol. halus alami = V. Pasir Pabrikasi x 100%

= 0,418 m3 x 100%

= **0,418 m3**

Berat pasir alami = V. Pasir Alami x BJ Agregat Halus Alami

= 0,418 kg x 1.584,91

= **663,017 kg**

Vol. kasar alami = V. kasar Pabrikasi x 100%

	=	0,607 m3	x	100%
	=	**0,607 m3**		
Berat kasar alami	=	V. kasar Alami	x	BV kasar Alami
	=	0,607 kg	x	1.820,75
	=	**1105,956 kg**		

Kebutuhan bahan untuk variasi agregat halus kasar alami (Sungai Saddang & Suangai Mata Allo)

	kebutuhan kubik	kebutuhan persatu selinder beton	kebutuhan 9 selinder
W semen	360,28 kg	2,20 kg	19,77 kg
W Air	203,00 kg	1,24 kg	11,14 kg
W pasir alami	663,02 kg	4,04 kg	36,38 kg
W kasar alami	1105,96 kg	6,74 kg	60,68 kg

13. Kebutuahan bahan pembuatan benda uji balok beton

a. kebutuhan beton 1 balok

Lebar (l) = 0,15 m

Tinggi (h) = 0,15 m

Panjang (p) = 0,60 m

Volume 1 balok = 0,0135 m^3

Volume total silinder = 0,027 m^3

agar tidak terjadi kekurangan bahan maka diperlukan penambahan volume balok

sebesar = 15 %

Volume tambahan = 0,00405 m^3

Vol. total = Vol. total balok+Vol. Tambahan = 0,03105 m^3

Kebutuhan bahan untuk beton normal

	kebutuhan kubik	kebutuhan persatu selinder beton	kebutuhan 2 balok
W semen	360,28 kg	5,59 kg	11,19 Kg
W pasir	728,04 kg	11,30 kg	22,61 Kg
W kerikil	1058,68 kg	16,44 kg	32,87 Kg
W air	203,00 kg	3,15 kg	6,30 Kg

b. Untuk variasi agregat halus alami (Sungai Saddang)

Vol. agregat halus alami = V. Pasir Pabrikasi x 100%

= 0,418 m3 x 100%

= **0,418 m3**

Berat pasir alami = V. Pasir Alami x BJ Agregat Halus Alami

= 0,418 kg x 1.584,91

= **663,017 kg**

Kebutuahan bahan untuk variasi pasir alami (Sungai Saddang)

	kebutuhan kubik	kebutuhan persatu selinder beton	kebutuhan 2 balok
W semen	360,28 kg	5,59 kg	11,19 kg
W kerikil	1058,68 kg	16,44 kg	32,87 kg
W Air	203,00 kg	3,15 kg	6,30 kg
W pasir alami	663,02 kg	10,29 kg	20,59 kg

c. Kebutuhan bahan untuk variasi pasir alami (Sungai Saddang)

Vol. kasar alami	=	V. kasar Pabrikasi	x	100%
	=	0,607 m3	x	100%
	=	**0,607 m3**		
Berat kasar alami	=	V. kasar Alami	X	BV kasar Alami
	=	0,607 kg	X	1.820,75
	=	**1105,956 kg**		

Kebutuhan bahan untuk variasi kasar alami (Sungai Mata Allo)

	kebutuhan kubik	kebutuhan persatu selinder beton	kebutuhan 2 balok
W semen	360,28 kg	5,59 kg	11,19 kg
W pasir	728,04 kg	11,30 kg	22,61 kg
W Air	203,00 kg	3,15 kg	6,30 kg
W kerikil alami	1105,96 kg	17,17 kg	34,34 kg

d. Untuk variasi agregat halus kasar alami (Sungai Saddang & Sungai Mata Allo)

Vol. agregat halus alami	=	V. Pasir Pabrikasi	x	100%
	=	0,418 m3	x	100%
	=	**0,418 m3**		
Berat pasir alami	=	V. Pasir Alami	x	BJ Agregat Halus Alami

	=	0,418 kg	x	1.584,91
	=	**663,017 kg**		
Vol. kasar alami		V. kasar Pabrikasi		
	=	0,607 m3	x	100%
	=	**0,607 m3**		
Berat kasar alami	=	V. kasar Alami	x	BV kasar Alami
	=	0,607 kg	x	1.820,75
	=	**1105,956 kg**		

Kebutuhan bahan untuk variasi agregat halus kasar alami (Sungai Saddang & Sungai Mata Allo)

	kebutuhan kubik	kebutuhan persatu selinder beton	kebutuhan 2 balok
W semen	360,28 Kg	5,59 kg	11,19 kg
W Air	203,00 Kg	3,15 kg	6,30 kg
W pasir alami	663,02 Kg	10,29 kg	20,59 kg
W kasar alami	1105,96 Kg	17,17 kg	34,34 kg

C. Nilai *Slump*

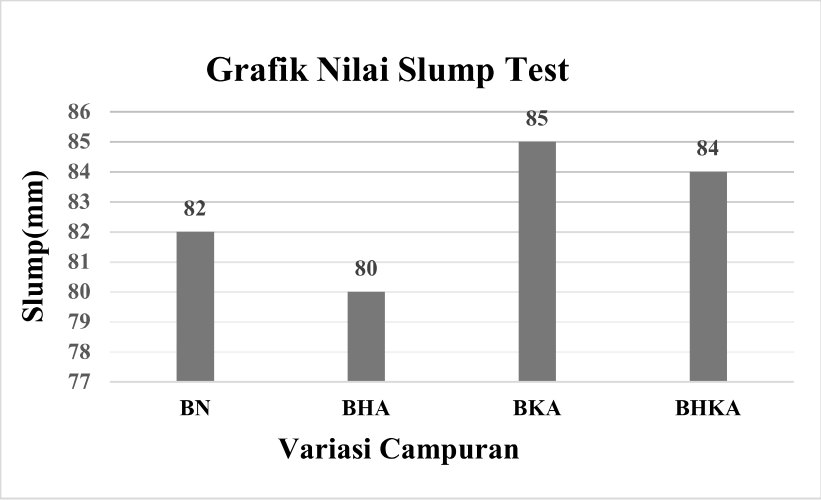
Pengujian nilai *Slump test* dilakukan dengan menggunakan kerucut *abrams,* dengan membasahi kerucut *abrams* terlebih dahulu kemudian menempatkannya ditempat yang rata. Kemudian diisi dengan beton segar sebanyak 3 lapis, setiap lapisan diisi 1/3 dari volume kerucut *abrams* dan ditusuk sebanyak 25 kali dan penusukan dilakukan hingga mencapai bagian bawah dari setiap lapisan setelah

pengisian kerucut selesai bagian atasnya diratakan. Dalam waktu sekitar 30 detik kerucut diangkat lurus vertikal secara perlahan, kemudian tentukan nilai *slump* dengan cara mengukur tinggi campuran selisih dengan tinggi kerucut.

Tabel 4. 9 Hasil pengujian nilai *Slump test* (Sumber: Hasil olah laboratorium 2023)

NO	Variasi Campuran beton	Waktu campur (menit)	*Slump* rencana (mm)	*Slump* rata-rata lapangan (mm)
1	BN	± 10	75 – 100	82
2	BHA			80
3	BKA			85
4	BHKA			84

Berdasarkan tabel 4.9 diatas memberikan penjelasan tentang perbandingan nilai *Slump test* antara masing-masing variasi. Dimana pada beton normal dan beberapa variasi menghasilkan nilai *Slump test* yang mencukupi *Slump* rencana.



Gambar 4. 1 Perbandingan nilai *slump* pada setiap variasi *(Sumber: Analisis Data)*

Dari gambar 4.1 tampak dari hasil pengujian nilai *Slump* mendapatkan nilai dari variasi Beton Normal senilai 82mm, Beton Halus Alami 80mm, Beton Kasar Alami 85mm, Beton Halus Kasar Alami 84mm.

D. Kuat Tekan

Setelah melakukan pembuatan dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan benda uji tersebut. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji berumur 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan sebanyak 9 sampel yang terdiri dari 4 variasi campuran yaitu beton normal, beton halus alami, beton kasar alami, serta beton halus alami kasar alami. Untuk masing-masing variasi campuran dibuat 2 sampel untuk kuat tekan silinder dengan ukuran benda uji 150 x 300 mm. Sebelum melakukan uji kuat tekan beton maka terlebih dahulu melakukan penimbangan benda uji untuk setiap variasi yang akan dijadikan sampel uji.

Adapun hasil dari pengujian kuat tekan yang terdiri dari beton normal, beton halus alami, beton kasar alami, dan beton halus kasar alami, dengan 3 hari perawatan yaitu sebagai berikut :

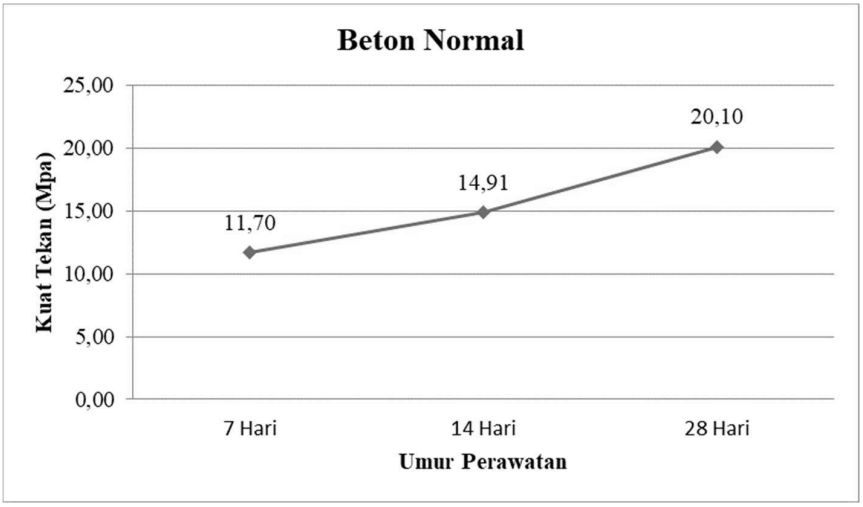
1. Beton normal

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton normal yang didapat pada pengujian 7, 14 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 10 Rekap hasil kuat tekan beton normal *(Sumber: Analisis Data)*

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	12,188	207	11.70
2	14 Hari	12,183	263	14.91
3	28 Hari	12,478	355	20.10

Pada tabel 4.10 pengujian sampel uji dengan beton normal dengan silinder ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 11,70 MPa untuk umur 7 hari, 14,91 MPa untuk umur 14 hari, dan 20,10 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik pengujian kuat tekan beton normal *(Sumber: Analisis Data)*

Pada gambar 4.2 diatas dapat dijelaskan bahwa beton normal mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 3,21 MPa sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 5,19 MPa.

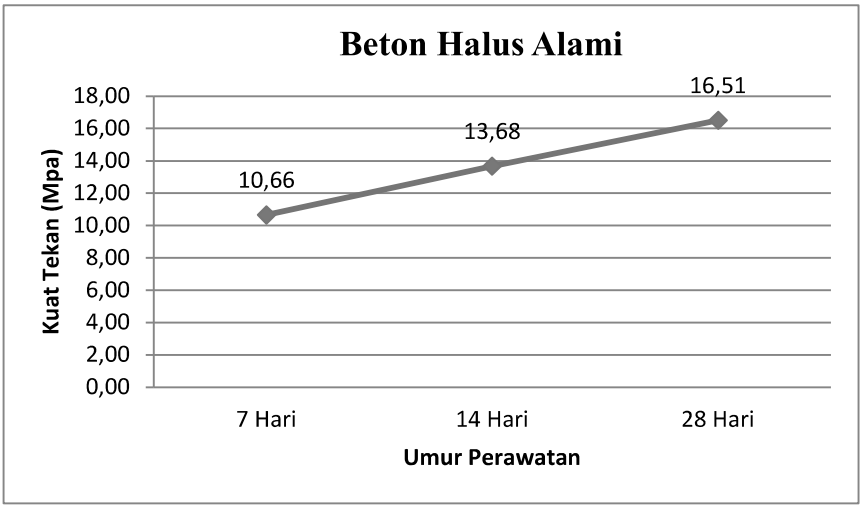
2. Beton Halus Alami (Sungai Saddang)

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton halus alami yang didapat pada pengujian 7, 14 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 11 Rekap hasil kuat tekan beton variasi beton halus alami Sungai Saddang *(Sumber: Analisis Data)*

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	12,023	188	10.66
2	14 Hari	12,092	242	13.68
3	28 Hari	12,252	292	16.51

Pada tabel 4.11 pengujian sampel uji variasi kuat tekan beton halus alami dengan silinder ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 9 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 10,66 MPa untuk umur 7 hari, 13,68 MPa untuk umur 14 hari, dan 16,51 MPa untuk umur 28 hari, tidak memenuhi kuat tekan yang direncanakan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4.3 Grafik pengujian kuat tekan variasi agregat halus alami Sungai Saddang *(Sumber:Analisis Data)*

Pada gambar 4.3 dapat dijelaskan bahwa beton dengan agregat halus alami mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 3,02 MPa sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 2,83 MPa.

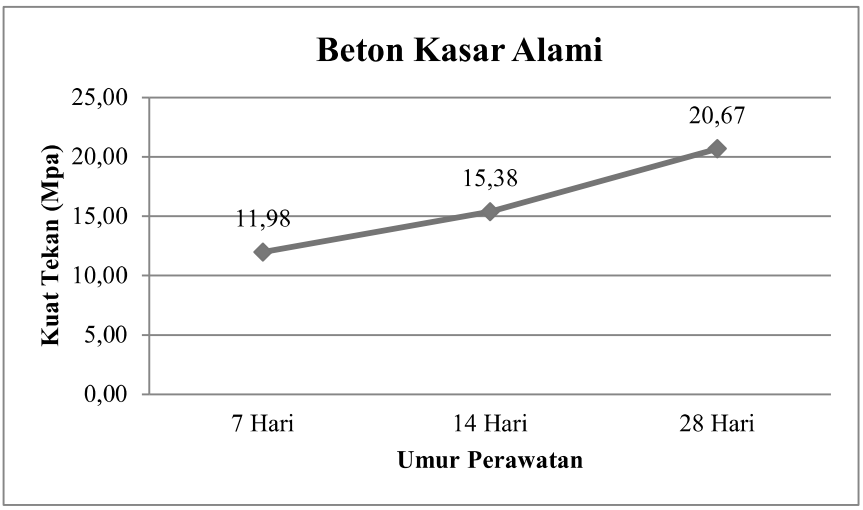
3. Beton Kasar Alami (Sungai Mata Allo)

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton kasar alami yang didapat pada pengujian 7, 14 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Rekap hasil kuat tekan beton variasi beton kasar alami Sungai Mata Allo *(Sumber: Analisis Data)*

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	11,903	212	11.98
2	14 Hari	12,033	272	15.38
3	28 Hari	12,133	365	20.67

Pada tabel 4.12 pengujian sampel uji dengan variasi beton kasar alami dengan ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 9 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 11,98 MPa untuk umur 7 hari, 15,38 MPa untuk umur 14 hari dan 20,67 MPa untuk umur 28 hari, dimana telah memenuhi kuat tekan yang direncanakan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4.4 Grafik pengujian kuat tekan beton kasar alami Sungai Mata Allo *(Sumber: Analisis Data)*

Pada gambar 4.4 diatas dapat dijelaskan bahwa beton kasar alami mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 3,4

Mpa. sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 5,29 MPa.

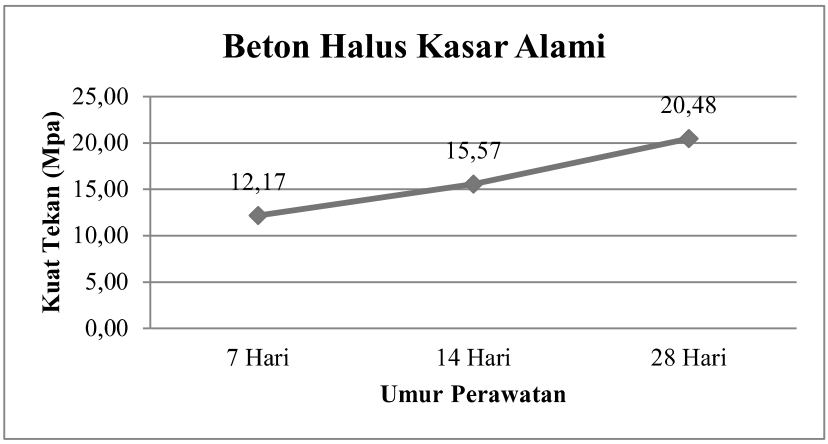
4. Beton Halus (Sungai Saddang) dan Beton Kasar Alami (Mata Allo)

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada Beton halus alami dan beton kasar alami yang didapat pada pengujian 7, 14 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 13 Tabel rekap hasil kuat tekan variasi Beton Halus Sungai Saddang dan Kasar Alami Sungai Mata Allo *(Sumber: Analisis Data)*

No.	Umur	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat Tekan f'c (MPa)
1	7 Hari	11,960	215	12.17
2	14 Hari	11,912	275	15.57
3	28 Hari	12,120	362	20.48

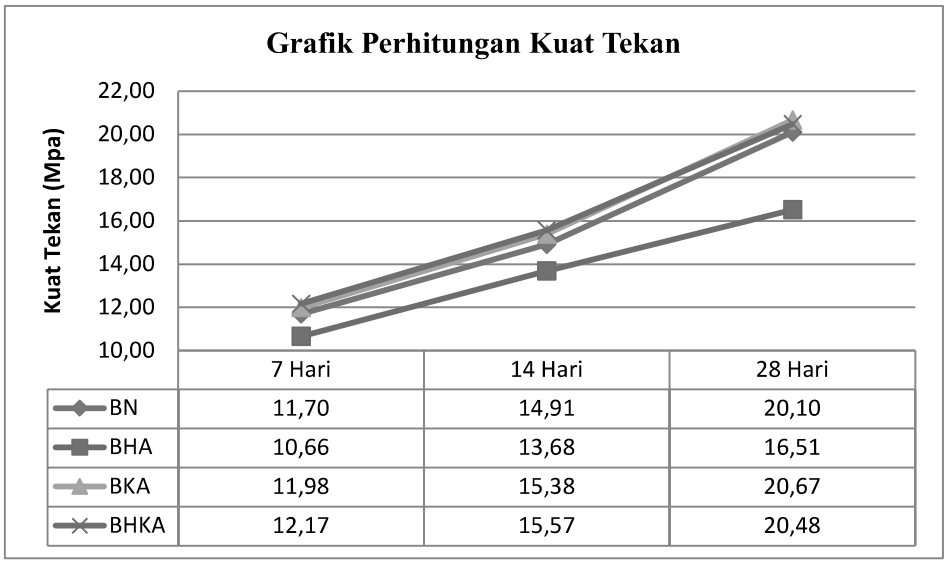
Pada tabel 4.13 pengujian sampel uji dengan Beton Halus Kasar Alami dengan jumlah sampel 9 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 12,17 MPa untuk umur 7 hari, 15,57 MPa untuk umur 14 hari, dan 20,48 MPa untuk umur 28 hari, tidak memenuhi kuat tekan yang direncakan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4.5 Grafik pengujian kuat tekan beton halus alami Sungai Saddang dan beton kasar alami Sungai Mata Allo *(Sumber: Analisis Data)*

Pada gambar 4.5 diatas dapat dijelaskan bahwa beton halus alami mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 3,4 MPa. sedangkan untuk umur 14 hari ke 28 hari mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 4,91 MPa.

Berikut adalah grafik perhitungan nilai hasil rata-rata kuat tekan dari variasi Beton Normal, Beton Halus Alami, Beton Kasar Alami, dan Beton Halus Kasar Alami.



	7 Hari	14 Hari	28 Hari
BN	11,70	14,91	20,10
BHA	10,66	13,68	16,51
BKA	11,98	15,38	20,67
BHKA	12,17	15,57	20,48

Gambar 4.6 Grafik Gabungan Perhitungan Kuat Tekan *(Sumber: Analisis Data)*

Pada gambar 4.6 diatas dapat dijelaskan bahwa beton halus alami umur 7 hari mengalami penurunan kuat tekan dari beton normal sebesar 1,04 MPa, kemudian pada beton kasar alami mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 0,28 MPa, kemudian pada beton halus alami dan kasar alami mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 0,47 MPa.

Pada beton beton halus alami umur 14 hari mengalami penurunan kuat tekan dari beton normal sebesar 1,23 MPa, kemudian pada beton kasar alami mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 0,47 MPa. kemudian pada beton halus alami dan kasar alami mengalami peningkatan dari kuat beton normal sebesar 0,66 MPa.

Pada beton halus alami umur 28 hari mengalami penurunan kuat tekan dari beton normal sebesar 3,59 MPa, kemudian pada beton kasar alami mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 0,57 MPa. kemudian pada beton halus alami dan kasar alami mengalami peningkatan sebesar 0,38 MPa.

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa penambahan agregat halus alami Sungai Saddang dapat menurunkan kuat tekan beton sebesar 3,59 MPa dari kuat tekan rencana atau beton normal. Hal ini disebabkan karena kualitas agregat halus alami cenderung lebih rendah dibandingkan agregat halus pabrik sehingga menyebabkan kualitas beton menurun.

Penambahan agregat kasar alami Sungai Mata Allo dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 0,57 MPa dari kuat tekan rencana atau beton normal. Hal ini disebabkan karena kualitas agregat kasar alami cenderung lebih bagus dibandingkan agregat kasar pabrik sehingga menyebabkan kualitas beton meningkat.

Penambahan agregat kasar alami Sungai Mata Allo dan agregat halus alami Sungai Saddang, dapat meningkatkan kembali kuat tekan beton sebesar 0,38 MPa yang sebelumnya mengalami penurunan sebanyak 3,59 MPa, hal ini disebabkan karena sifat dan kualitas dari agregat halus alami dari Sungai Saddang dan agregat kasar alami dari Sungai Mata Allo yang dapat meningkatkan kualitas beton.

Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan agregat kasar alami Sungai Mata Allo, lebih optimal digunakan dibandingkan penggunaan agregat kasar pabrik, untuk agregat halus alami Sungai Saddang, tidak optimal digunakan dibandingkan agregat halus pabrik, dalam meningkatkan kualitas beton.

E. Kuat Tarik Lentur Beton

Setelah dilakukannya pembuatan, uji slump, dan perawatan benda uji balok, selanjutnya yang dilakukan adalah pengujian kuat lentur benda uji. Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada benda uji umur 28 hari mutu beton yang direncanakan (f'c) sebesar 20 MPa sebanyak 8 sampel dengan menggunakan metode SNI 03-2834-2000, yang terdiri dari 4 (empat) variasi campuran, yaitu Beton Normal, Betton Halus Alami (Sungai Saddang), Beton Kasar Alami (Sungai Mata Allo) ,dan Beton Halus (Sungai Saddang) Kasar (Sungai Mata Allo) Alami . Untuk masing-masing variasi campuran dibuat 2 sampel. Hasil pengujian adalah sebagai berikut:

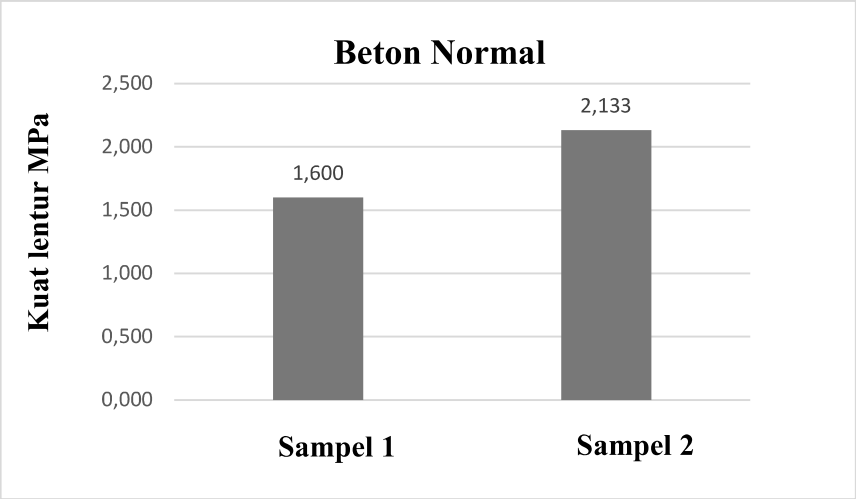
1. Beton Normal

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi Variasi normal dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik belah yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 14 Kuat lentur balok Beton Normal *(Sumber: Analisis Data)*

Sampel	Detik	Berat (kg)	Beban (KN)	Modulus of Rapture (MPa)	Keterangan
1	1	32,900	0,0	0,000	
	2	32,900	6,0	1,600	Patah
2	1	31,860	0,0	0,000	
	2	31,860	8,0	2,133	Patah

Tabel 4.14 di atas menjelaskan bahwa, jumlah beban maksimum 14,00 KN dengan rata-rata 7,00 KN dan jumlah modulus of rapture 3,73 MPa dengan rata-rata 1,86 MPa. Pada detik ke 2 (dua) kedua sampel balok sudah patah.



Gambar 4. 7 Grafik Beton Normal *(Sumber: Analisis Data)*

Pada gambar 4.7 di atas menjelaskan bahwa kuat lentur dengan variasi normal sampel 1 sebesar 1,60 MPa dan sampel 2 sebesar 2,13 MPa. Sampel 2 mengalami peningkatan dari sampel 1 sebesar 0,53 MPa. Dan nilai rata-rata yang didapatkan yaitu 1,86 MPa.

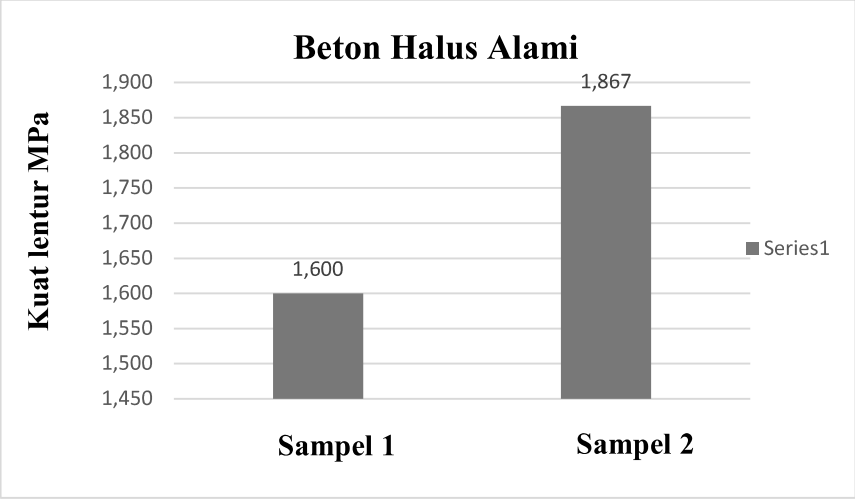
2. Balok Variasi Beton Halus Alami (Sungai Saddang)

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi Variasi agregat halus alami dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik lentur yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 15 Kuat lentur balok Variasi Beton Halus Alami Sungai Saddang *(Sumber: Analisis Data)*

Sampel	Detik	Berat (kg)	Beban (KN)	Modulus of Rapture (MPa)	Keterangan
1	1	31,695	0,0	0,000	
	2	31,695	6,0	1,600	Patah
2	1	32,855	0,0	0,000	
	2	32,855	4,0	1,067	
	3	32,855	13,0	1.867	Patah

Tabel 4.15 menjelaskan bahwa, jumlah beban maksimum 13,00 KN dengan rata-rata 6,50 KN dan jumlah modulus of rapture 3,47 MPa dengan rata-rata 1,73 MPa. Pada detik ke 3 (tiga) kedua sampel balok sudah patah.



Gambar 4. 8 Grafik Variasi Balok Beton Halus Alami Sungai Saddang *(Sumber: Analisis Data)*

Gambar 4.8 menjelaskan bahwa kuat lentur dengan variasi agregat halus alami sampel 1 sebesar 1,60 MPa dan sampel 2 sebesar 1.86 MPa. Sampel 2

mengalami peningkatan dari sampel 1 sebesar 0,26 MPa. Dan nilai rata-rata yang didapatkan yaitu 1,73 MPa.

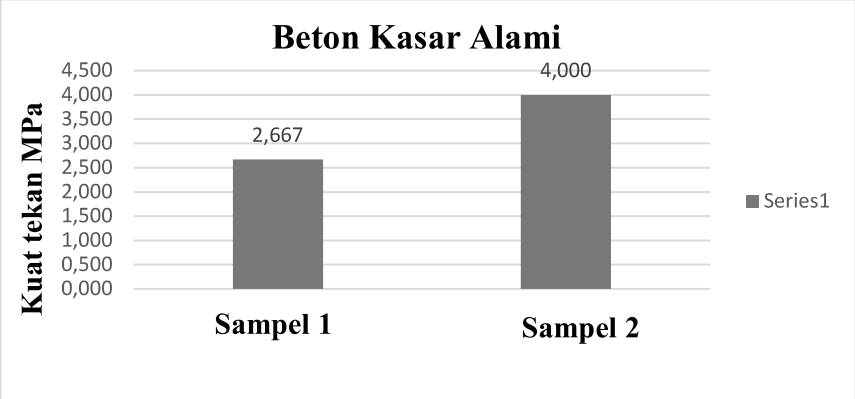
3. Balok Variasi Beton Kasar Alami (Sungai Mata Allo)

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton variasi Variasi agregat kasar alami dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat tarik lentur yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 16 Balok variasi agregat kasar alami Sungai Mata Allo *(Sumber: Analisis Data)*

Sampel	Detik	Berat (kg)	Beban (KN)	Modulus of Rapture (MPa)	Keterangan
1	1	32,250	0,0	0,000	
	2	32,250	7,0	2,667	Patah
2	1	32,210	0,0	0,000	
	2	32,210	8,0	2,133	
	3	32,210	15,0	4,000	Patah

Tabel 4. 16 menjelaskan bahwa, jumlah beban maksimum 25,00 KN dengan rata-rata 12,50 KN dan jumlah modulus of rapture 6,67 MPa dengan rata-rata 3,33 MPa. Pada detik ke 3 (tiga) kedua sampel balok sudah patah.



Gambar 4. 9 Grafik balok beton variasi agregat kasar Sungai Mata Allo*(Sumber: Analisis Data)*

Gambar 4. 9 menjelaskan bahwa kuat lentur dengan variasi agregat kasar alami sampel 1 sebesar 2,66 MPa dan sampel 2 sebesar 4,00 MPa. Sampel 2 mengalami peningkatan dari sampel 1 sebesar 1,34 MPa. Dan nilai rata-rata yang didapatkan yaitu 3,33 MPa.

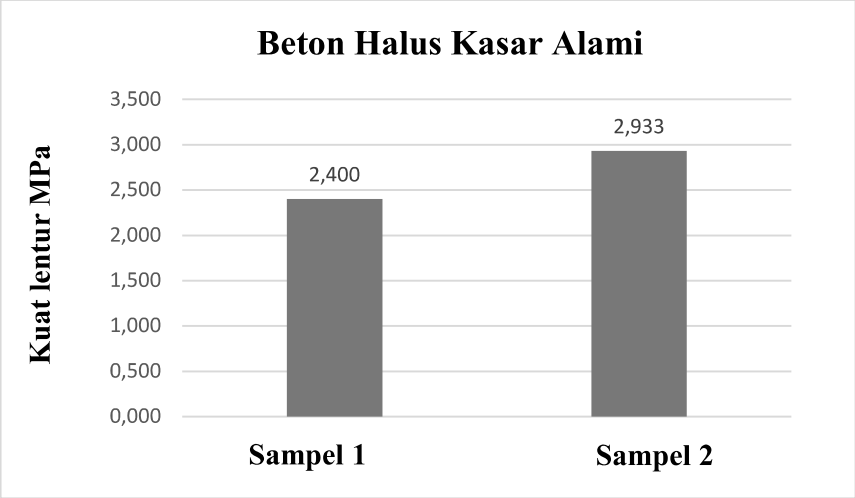
4. Balok Variasi Beton Halus Kasar Alami (Sungai Saddang & Sungai Mata Allo)

Dari hasil penelitian, pengujian terhadap beton Variasi agregat halus dan agregat kasar dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari hasil kuat Tarik lentur yang di dapatkan yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 17 kuat lentur balok variasi beton halus Sungai Saddang dan kasar alami Sungai Mata Allo *(Sumber: Analisis Data)*

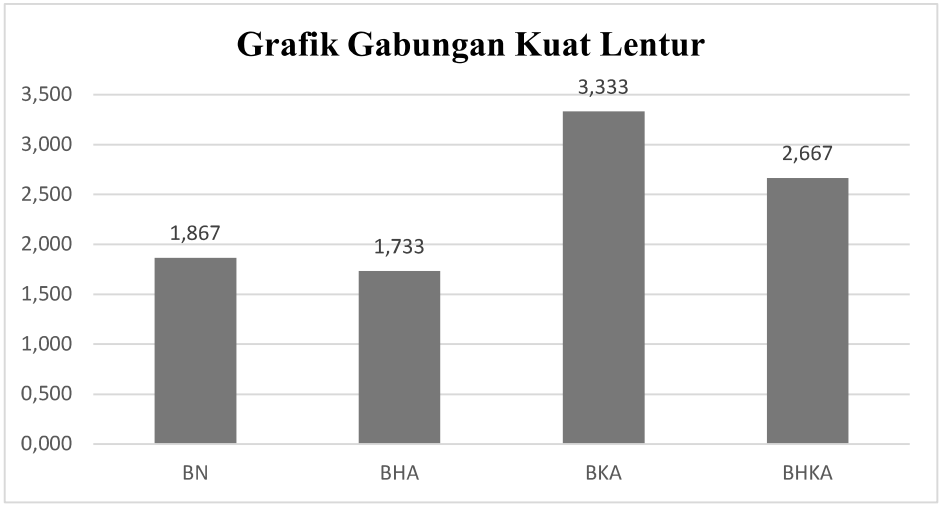
Sampel	Detik	Berat (kg)	Beban (KN)	Modulus of Rapture (MPa)	Keterangan
1	1	32,900	0,0	0,000	
	2	32,900	7,0	2,400	Patah
2	1	31,860	0,0	0,000	
	2	31,860	9,0	2,933	Patah

Tabel 4.17 menjelaskan bahwa, jumlah beban maksimum 20,00 KN dengan rata-rata 10,00 KN dan jumlah modulus of rapture 5,33 MPa dengan rata-rata 2,67 MPa. Pada detik ke 3 (tiga) kedua sampel balok sudah patah.



Gambar 4. 10 Grafik balok beton variasi beton halus Alami Sungai Saddang kasar alami Sungai Mata Allo *(Sumber: Analisis Data)*

Gambar 4.10 di atas menjelaskan bahwa kuat lentur dengan variasi agregat halus alami sampel 1 sebesar 2,40 MPa dan sampel 2 sebesar 2,93 MPa. Sampel 2 mengalami peningkatan dari sampel 1 sebesar 0,53 MPa. Dan nilai rata-rata yang didapatkan yaitu 2,67 MPa.



Gambar 4. 11 Grafik gabungan agregat halus alami Sungai Saddangdan agregat kasar alami Sungai Mata Allo *(Sumber: Analisis Data)*

Gambar 4.11 menunjukkan bahwa semakin bertambahnya agregat kasar alami pada campuran beton, maka semakin meningkat kuat lentur yang didapatkan

dan melebihi saat campuran normal. Nilai kuat lentur rata-rata pada variasi normal sebesar 1,86 MPa, variasi beton halus alami sebesar 1,73 MPa dan mengalami penurunan sebesar 0,13 MPa dari variasi normal. Sedangkan variasi beton kasar alami mengalami peningkatan nilai dari variasi beton halus alami sebesar 1,6 MPa dan Variasi agregat halus alami dan kasar alami mengalami penurunan sebesar 0,66 MPa dari variasi agregat kasar alami.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

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

1. Dari hasil pengujian material agregat pada Sungai Saddang, karakteristik agregat halus pasir kadar air 3.52%, kadar lumpur 4.4%, berat jenis 2.52, absorsi 1.69%, berat volume lepas 1.98 kg/liter, berat volume padat 1.66 kg/liter dan kealusan 2.94%. Karakteristik agregat kasar Sungai Mata Allo, agregat kasar kadar air 1.19%, kadar lumpur 0.50%, berat jenis 2.54, absorsi 3.09%, berat volume lepas 1.83 kg/liter, berat volume padat 1.66 kg/liter dan kehausan 7.14%. Hasil penelitian menunjukkan memenuhi syarat standar SNI 03-2834-2000.
2. Pengaruh variasi untuk hasil pengujian kuat tekan beton variasi campuran agregat halus alami Sungai Saddang dan agregat kasar alami Sungai Mata Allo dengan 4 variasi yaitu BN, BHA, BKA, dan BHKA, maka hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari pada.
    a. Beton normal dengan rata-rata 20,10 MPa.Variasi BHA dengan rata-rata 16,51 MPa. Variasi BKA dengan kuat tekan rata-rata 20,67 MPa. Variasi BHKA dengan kuat tekan rata-rata 20,48 MPa. Sesuai dengan kuat tekan rencana pada penelitian ini sebesar 20 MPa, Disimpulkan beton BKA dan BHKA mencapai kuat tekan rencana dan layak

digunakan. Sedangkan untuk BHA tidak mencapai kuat tekan rencana dan tidak layak digunakan untuk konstruksi besar.

b. Pengaruh variasi untuk hasil pengujian tarik lentur beton variasi campuran agregat halus alami Sungai Saddang dan agregat kasar alami Sungai Mata Allo dengan 4 variasi yaitu BN, BHA, BKA, dan BHKA, hasil pengujian uji kuat tarik lentur beton normal didapatkan nilai rata-rata 1,86 MPa. Variasi BHA didapatkan nilai rata-rata 1,73 MPa. Variasi BKA didapatkan nilai rata-rata 3,33 MPa. Variasi BHKA dengan nilai rata-rata 2,67 MPa.

c. Berdasarkan kualitas agregat sebagai berikut:

    1) Berat jenis agregat halus Sungai Saddang 2,29 < 2,69 agregat halus pabrik. Hal inilah yang menyebabkan agregat halus pabrik memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan agregat halus Sungai Saddang.

    2) Berat jenis agregat kasar Sungai Mata Allo 2,91 > 2,59 agregat kasar pabrik. Hal inilah yang menyebabkan agregat kasar Sungai Mata Allo memiliki kuallitas lebih baik dibandingkan agregat kasar pabrik.

B. Saran

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 prosedur penelitian dalam pembuatan beton agar mendapatkan kuat tekan rencana.
2. Penelitian lanjutan dalam penelitian tentang penggunaan agregat Sungai Saddang dan 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

Badan Standar Nasional. (2000) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. SNI 03-2834-2000. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum

Badan Standar Nasional. (2002). *Tata cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version).* SNI 03-2847-2002. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum

Badan Standar Nasional. (2011) *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Banda Uji Silinder*. SNI 1974:2011. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum

Badan Standar Nasional. (2011). Cara Uji Kuat Lentur Beton Dengan Dua Titik Pembebanan. SNI 4431:2011. Jakarta: BSN Gd. Manggala Wanabakti

Badan Standardisasi Nasional. (2012) *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa.* SNI 7656:2012. Jakarta: Departemen pekerjaan umum

Devi Setiawan, dan Ade Subhan (2022). *Perbandingan Kuat Tekan Beton Antara Penggunaan Agregat Gunung Jebrod Dengan Agregat Sungai Cisokan*. Prodi Teknik Sipil, Universitas Suryakancana, Vol. 14 No.2 September 2021 E-ISSN: 2589 - 8891 Print-ISSN: 1979-3855. Hal 132-133.

Faisal I,Herman Pa&Benny K(2021) *Pemanfaatan Agregat Sungai Aralle Kecamatan Buntu Malangka sebagai Bahan Campuran Beton* Paulus Civil Engineering Journal (PCEJ) 1(2):99-104.

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare. (2021). *Panduan penulisan proposal & skripsi.* Parepare: Universitas Muhammadiyah Parepare

Ir. Tri Mulyono, MT(2019) *Teknologi Beton,*Yogyakarta: Andi.

Ismailnur Jasman & Mustakim (2022). *Studi Kelayakan Penggunaan Agregat Pada Sungai Mata Allo Sebagai Bahan Konstruksi.* Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare.

Irma A & ahmad(2018) *beton ramah lingkungan* Jakarta:AgusCrop

Jhon Asik1, Aisyah Zakariah.(2018). *Analisis Eksperimental Penggunaan Pasir Laut Sorake dan Pasir Sungai Gomo pada Campuran Beton*. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang.p-ISSN:978-602-60766-4-9. Hal (61-64).

Joko S, Rafian T &,Arif(2021) *Analisa Material Lokal Terhadap Kekuatan Tekan Dan Kekuatan Lentur Beton*

lucio C(2020) *Memahami Beton Bertulang* Jakartat:Cv.angkasa

Misel,B., Herman, P. & Junus, M . (2021). Pemanfaatan Agregat Sungai To Puang Kabupaten Tana Toraja Sebagai Bahan Campuran Beton. *Jurnal Teknik Sipil UKIPaulus-Makassar.* Volume 3 Issue 4 : 585

Muhammad Buttomi Masgode & Imran,Jurnal (2021*).Analisis Kuat Tekan Beton Normal Dengan Menggunakan Pasir Sungai Ulu Lapao-Pao* .Program Studi Teknik Sipil Universitas Sembilanbelas November Kolaka. Jurnal Konstruksia , Volume 13 Nomer 2.

Rara A, Suhendra, Kiki R(2021) *Hubungan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton* Jurnal Talenta Sipil, 4(2):225-227

Rini1,Sheila Hani, Dirifandi Laia.(2022). *Analisis Eksperimental Penggunaan Pasir Laut Sorake dan Pasir Sungai Gomo pada Campuran Beton.* Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia. Vol.2, No.2,.e-ISSN.2776-2408 ; p-ISSN 2798-9267. (hal:413-418).

Risna S,Jasman & Mustakim(2021) *Uji Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Kasar Dan Agregat Halus Dari Sungai Saddang Dusun Sokang Desa Kaballangan* Jurnal Karajata Eengineering 1(2):2-5

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

Hakzah., A. Sulfanita., Yulianti (2021) *Studi Kelayakan Sifat Fisik Agregat Untuk Struktur Perkerasan Jalan (Quarry Gunung Lakera Bum, Gunung Lompongang, Dan Gunung Benderae Kab. Pinrang),* Jurnal Karajata Engineering, ISSN 2775-5266, Vol. 1, No. 1, hlm:1-6.

Vivi S, Hakzah & Adnan (2022*) Uji Eksperimental Kuat Tekan Beton Dan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Menggunakan Pasir Pantai Ujung Tape Kabupaten Pinrang.* Jurnal Karajata Engineering (6)

Nurfitriana., Hakzah., dan Hamsyah (2023) *Studi Kelayakan Agregat Kasar Dan Agregat Halus (Studi Kasus: Agregat Kasar Gunung Buccumpare Dan Agregat Halus Sungai Lasape),*Jurnal Karajata Engineering, eISSN: 2775-5266., Vol.3, No.1, hlm:52-58.