

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penggunaan beton sebagai bahan utama sebuah konstruksi telah lama di aplikasikan dan merupakan yang paling banyak pembangunannya, khususnya pada era *New Normal* ini, yang membangunkan semua industri khususnya proyek konstruksi. Hal ini dipengaruhi oleh beton yang memiliki sifat mudah di bentuk sesuai dengan keinginan, bisa di desain dengan mutu yang tinggi, bahan yang mudah didapatkan, dan mudah dalam perawatannya. Beton termasuk material yang sangat kuat terhadap kuat tekan, tahan terhadap karat, tahan terhadap api. Beton adalah hasil pencampuran antara agregat halus, semen dan air. Industri beton merupakan sumber daya yang paling banyak penggunaannya di dunia (Misel Boro Allo, Herman Parung, 2021)

Agregat kasar dan halus merupakan material pembentuk beton. Beton biasanya memiliki campuran agregat yang jumlahnya cukup tinggi, yaitu berkisar 60%-70% dari berat campuran beton. Agregat ini hanya digunakan sebagai bahan pengisi dari beton. Akan tetapi, karena komposisi agregat yang cukup besar sehingga agregat menjadi penting dalam suatu campuran beton. Oleh karena itu, diperlukan pengujian karakteristik agregat dimana agregat itu sendiri akan menentukan sifat mortar dan beton yang dihasilkan. Secara umum, agregat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Menurut SNI 03-2847-2002, bahwa agregat halus merupakan agregat yang mempunyai

ukuran butir maksimum sebesar 4,75 mm dan agregat kasar yang mempunyai ukuran butir antara 4,75-40 mm (Dahlia Patah, 2021) .

Dalam penelitian ini penulis tertarik untuk meneliti agregat halus yang ada di Sungai Rajang Desa Rajng Kabupateen Pinrang, agar mempermudah masyarakat membangun khususnya penduduk di sekitar sungai Rajang karena memiliki material yang cukup melimpah yang selama ini belum banyak dipergunakan dan juga untuk mengetahui kekuatan beton, serta terobosan baru dalam dunia teknik sipil yang masih dibutuhkan . Pasir sebagai salah satu bahan bangunan yang diperlukan oleh masyarakat. Permintaan masyarakat untuk memiliki tempat tinggal cukup tinggi, seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Penggunaan pasir sebagai mortar atau spesi, beton, plesteran pada bangunan rumah tinggal, gudang dan bangunan lainnya. Pengolahan sumber daya alam yang memperhatikan keseimbangan lingkungan sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Salah satu alternatif untuk menguranginya yaitu menemukan bahan baru yang berfungsi sama dengan pasir atau mencari lahan pasir baru misalnya di daerah pesisir atau sungai. Melihat beberapa macam bahan material alami yang dapat digunakan untuk pembuatan beton, pengganti atau pencampuran pembuatan beton tersebut seperti pasir dan kerikil sungai banyak dijumpai di Sulawesi Selatan dan berbagai daerah lain khususnya Indonesia.

Berdasarkan hal-hal diatas maka penulis tertarik untuk mengangkat permasalahan dengan judul, “**Analisis karakteristik agregat halus sungai Rajang terhadap kuat tekan,kuat lentur dan kuat tarik belah beton**”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang dapat ditarik pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik agregat halus dari sungai Rajang?
2. Bagaimana pengaruh pemakaian agregat halus dari sungai Rajang terhadap karakteristik beton?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui karakteristik agregat halus dari sungai rajang.
2. Untuk mengetahui pengaruh pemakaian agregat halus dari sungai rajang terhadap karakteristik beton.

D. Batasan Masalah

Dengan mempertimbangkan luasnya permasalahan yang timbul, serta keterbatasan waktu, tenaga, dan biaya, maka perlu adanya batasan masalah agar memperjelas dalam menganalisa permasalahan. Maka penulis memberikan batasan – batasan masalah sebagai berikut:

1. Mutu beton yang direncanakan adalah $f_c' 25$ MPa.
2. Semen yang digunakan adalah *Portland Composite Cement* (PCC)
3. Agregat halus (pasir) yang digunakan diambil dari sungai Rajang Desa Rajang Kecamatan Lembang Kabupaten pinrang
4. Agregat kasar yang digunakan di gunung Anato Kecamatan Duampanua Kabupaten Pinrang

5. Pengujian karakteristik beton meliputi kuat tekan, kuat lentur dan kuat Tarik belah
6. Campuran beton dicetak bentuk silinder dengan ukuran diameter 15cm x 30 cm (sampel uji kuat tekan), balok ukuran diameter 15 cm x 15 cm x 60 cm (sampel uji kuat lentur), dan (sampel uji kuat Tarik belah) dicetak berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm x 30 cm
7. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7,14, dan 28 hari
8. Pengujian kuat Tarik belah beton dilakukan pada umur 28 hari
9. Pengujian kuat lentur beton dilakukan pada umur 28 hari

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memanfaatkan material sungai rajang untuk pencampuran struktur beton.
2. Mengetahui kelayakan penggunaan agregat sungai rajang sebagai material konstruksi.
3. Sebagai rekomendasi pemerintah Kabupaten Pinrang sebagai bahan material beton.

F. Sistematis Penulisan

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

BAB I PENDAHULUAN.

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

BAB II KAJIAN PUSTAKA

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

BAB III METODE PENELITIAN

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

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini terdapat gambaran hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian

BAB V KESIMPULAN

Bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran dari yang telah didapatkan dalam penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Beton

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

- a) Kualitas semen,
- b) Proporsi semen terhadap campuran,
- c) Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton,
- d) Penempatan yang benar, penyelesaian dan pepadatan beton,
- e) Kekuatan dan kebersihan agregat,
- f) Interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat,
- g) Perawatan beton,
- h) Kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton yang

diekspos dan 1% bagi beton yang tidak dieskpos (Nawy, 1985:24).

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

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

a) Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahanbahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B0.

b) Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B1, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahanbahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.

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

2. Agregat

Menurut SNI 03-2847-2002 agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar, yang di pakai bersama - sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidraulik. Kualitas agregat sendiri sangat menentukan kuat beton mengingat agregat menempati 70 – 75% dari total volume keseluruhan beton.

Ditinjau dari berat jenisnya agregat dibedakan menjadi tiga macam:

a) Agregat Ringan Agregat ini adalah agregat yang memiliki berat jenis kurang dari 2,0 dan biasanya digunakan untuk beton non struktural.

- b) Agregat Normal Agregat normal adalah agregat yang memiliki berat jenis antara 2,5 sampai 2,7. Beton yang dihasilkan memiliki berat jenis sekitar 2,3 dengan kuat tekan antara 15 MPa sampai 40 MPa.
- c) Agregat Berat Agregat ini memiliki berat jenis lebih dari 2,8. Beton yang dihasilkan juga memiliki berat jenis tinggi (sampai 5,0) yang efektif sebagai pelindung sinar radiasi sinar X.

Ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4.75 mm (Berdasarkan Standar ASTM), dimana agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirnya lebih besar dari 4.80 mm (4.75 mm) dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4.80 mm (4.75 mm). Agregat dengan ukuran lebih besar dari 4.80 mm dibagi lagi menjadi dua : yang berdiameter antara 4.80 - 40 mm disebut kerikil beton dan yang lebih dari 40 mm disebut kerikil kasar.

Jenis-jenis agregat yang digunakan dalam campuran beton dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu sebagai berikut:

a) Agregat Halus (Pasir)

Menurut asalnya agregat halus dapat digolongkan menjadi 3 jenis (Samekto, 2001):

- 1) Pasir Galian, Pasir galian dapat diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali dari dalam tanah. Pada umumnya pasir jenis ini tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan.
- 2) Pasir Sungai, Pasir sungai diperoleh langsung dari dasar sungai. Pasir sungai pada umumnya berbutir halus dan berbentuk bulat, karena akibat

proses gesekan yang terjadi sehingga daya lekat antar butir menjadi agak kurang baik.

- 3) Pasir Laut Pasir laut adalah pasir yang dipeoleh dari pantai, bentuk butiran halus dan bulat, karena proses gesekan, pasir jenis ini banyak mengandung garam, oleh karena itu kurang baik untuk bahan bangunan. Garam yang ada dalam pasir ini menyerap kandungan air dalam udara, sehingga mengakibatkan pasir selalu agak basah, dan juga menyebabkan pengembangan setelah bangunan selesai dibangun.

Dalam buku Perencanaan Campuran Dan Pengendalian Mutu Beton (1994) agregat halus dapat dibagi menjadi 4 jenis menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar yang batas gradasinya dapat di lihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2.1 Batas Gradasi Agregat Halus *Sumber : (Mulyono, 2003:91)*

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan jenis agregat halus			
	I	II	II	IV
10	100	100	100	100
4,9	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	59-100
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	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15



Gambar 2.1 Agregat halus (Pasir)
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

b) Agregat kasar (krikil)

Agregat kasar atau yang biasa di sebut dengan kerikil adalah bahan pengisi beton yang berukuran antara 5 mm sampai 40 mm. Dalam beton biasanya agregat kasar menempati kurang lebih 40% dari volumenya. Agregat kasar dibedakan atas 2 macam, yaitu krikil (dari batuan alam) dan batu pecah.

Menurut asalnya krikil dapat dibedakan atas: krikil galian, krikil sungai dan krikil pantai. Krikil galian biasanya mengandung zat-zat seperti tanah liat, debu, pasir dan zat-zat organik. Krikil sungai dan krikil pantai biasanya bebas dari zat - zat yang tercampur, permukaannya licin dan bentuknya lebih bulat. Hal ini disebabkan karena pengaruh air. Butirbutir krikil alam yang kasar akan menjamin pengikatan adukan lebih baik.

Adapun gradasi agregat kasar yang baik sebaiknya masuk dalam batas-batas yang tercantum pada Tabel 3 berikut:

Tabel 2.2 Syarat Agregat Kasar Menurut BS *Sumber* : (Mulyono, 2004)

Lubang (mm)	Persen berat butir yang lewat ayakan (Besar butir maksimum)		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
40	95-100	100	100
20	30-70	95-100	100
12,5	-	-	90-100
10	10-35	25-55	40-85
4,8	0-5	0-10	0-10

3. Semen

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesi (*adhesive*) dan kohesif (*cohesive*) yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Fungsi utama semen adalah untuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa yang kompak atau padat dan mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat Semen Portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu (Nawy, 1998).

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI-15-2049-2004, semen *portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (*clinker*) *portland* terutama yang terdiri dari kalsium silikat ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang bersifat hidrolis dan di giling bersama – sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

- a. Bahan baku pembuatan semen *portland*

Semen *Portland* terbentuk dari oksida-oksida utama yaitu : Kapur (CaO), Silika (SiO₂), Alumina (Al₂O₃), Besi (Fe₂O₃). Bahan baku oksida-oksida tersebut diperoleh dari:

- 1) Batu kapur kalsium (CaCO₃), setelah proses pembakaran terjadi akan menghasilkan kapur oksida (CaO).
- 2) Tanah liat yang mengandung oksida Silika (SiO₂), Alumina (Al₂O₃), Besi (Fe₂O₃).
- 3) Pasir kuarsa atau batu silica untuk menambah kekurangan SiO₂.
- 4) Pasir besi untuk menambah kekurangan Fe₂O₃.

b. Sifat kimia dan karakteristik semen

Tabel 2.3 Susunan oksida yang membentuk semen (*Sumber: Buku Teknologi Bahan, H. Hakzah, S.T.,M.T.*)

NO	OKSIDA	PERSENTASE
1	Kapur (CaO)	60 – 67 %
2	Silika (SiO ₂)	17 – 25 %
3	Alumina (Al ₂ O ₃)	3 – 8 %
4	Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5 - 6 %
5	Magnesia (MgO)	0,1 - 4 %
6	Portash / Soda (Na ₂ O + K ₂ O)	0,2 – 1,3 %
7	Sulfur (SO ₃)	1 – 3 %

c. Jenis-jenis semen *Portland*

Menurut standar yang diterbitkan oleh BSN berikut ini adalah standar semen portland beserta nomor SNI nya:

- 1) Semen portland SNI 15 2049 2004
- 2) Semen masonry SNI 15 3758 2004
- 3) Semen portland putih SNI 15 0129 2004
- 4) Semen portland pozzolan SNI 15 0302 2004

- 5) Semen portland komposit (SNI 15 7064 2004)
- 6) Semen portland campur (SNI 15 3500 2004)

Sedangkan SNI 15 2049 2004 semen portland dan ASTM C150 membagi kembali semen menjadi beberapa tipe, yaitu:

- 1) Semen tipe I, yaitu semen untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan- persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- 2) Semen tipe II, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- 3) Semen tipe III, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikat terjadi.
- 4) Semen tipe IV, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- 5) Semen tipe V, yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat. (Samekto, 2021).



Gambar 2.2 Semen Portland
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4. Air

Air adalah bahan dasar dalam pembuatan beton dan sangat berpengaruh terhadap hasil campuran beton, karena air diperlukan dalam proses reaksi kimia semen dan membentuk pasta semen untuk mengikat agregat. Apabila beton kelebihan air maka akan terjadi *bleeding* (air dan semen naik ke permukaan campuran beton segar setelah dituang). (Mahendra, Y. I, Gardjito. E, Ridwan. A, 2021).

Syarat-syarat mutu air untuk adukan beton menurut *British Standard* (BS.3148-80) adalah sebagai berikut (Mulyono, 2004):

- a) Garam-garam anorganik. Ion-ion yang terdapat di dalam air adalah kalsium, magnesium, natriu, kalium, bikarbonat, sulfat, klorida, dan nitrat. Gabungan ion-ion tersebut yang terdapat dalam air maksimum 2000 mg/liter. Garam-garam ini akan menghambat waktu pengikatan pada beton sehingga kuat tekannya turun. Selain itu garam-garam ini membuat beton bersifat higroskopis, sehingga beton selalu basah, beton menjadi bercak putih, ditumbuhi lumut dan tulang menjadi elektrolit dan berkarat. Konsentrasi garam-garam ini pada air pencampur beton maksimum 500 ppm.
- b) NaCl dan sulfat. Konsentrasi NaCl dalam air diijinkan maksimum 20000 ppm. Garam ini membuat beton bersifat higroskopis dan bila bereaksi dengan agregat yang mengandung alkali akan membuat beton mengembang. Pengaruh garam sulfat terhadap beton adalah membuat beton tidak awet.
- c) Air asam. Air yang mempunyai nilai asam tinggi ($\text{PH} > 3,0$) akan menyulitkan pekerjaan beton.

- d) Air basah. Air dengan kandungan Natrium Hidroksida kurang dari 0,5 % dari berat semen tidak mempengaruhi kekuatan beton. Sebaliknya NaOH lebih dari 0,5 % dari berat semen akan menurunkan kekuatan beton.
- e) Air gula. Penambahan air gula sebesar 0,25 % ke atas akan menyebabkan bertambahnya waktu ikat semen dan juga menurunkan kekuatan beton.
- f) Minyak. Air yang mengandung minyak tanah lebih dari 2 % menyebabkan kekuatan beton turun sebesar 20 %. Oleh karena itu air yang tercemar oleh minyak sebaiknya tidak digunakan untuk campuran beton.
- g) Rumput laut. Air yang tercampur dengan rumput laut mengakibatkan daya lekat dengan berkurang dapat menimbulkan gelembung-gelembung udara pada beton. Akibatnya beton menjadi keropos dan akhirnya kekuatannya akan turun.
- h) Zat-zat organik. Lanau dan bahan-bahan terapung. Air yang banyak mengandung zat organik biasanya keruh, berbau dan mengandung butir-butir lumut. Air ini dapat mengganggu proses hidrasi semen, apabila agregat yang digunakan banyak mengandung alkali. Ini akan menyebabkan beton mengembang yang akhirnya retak. Air yang mengandung lumpur halus kurang dari 2000 ppm bila akan digunakan untuk beton harus diendapkan terlebih dahulu agar lumpur tidak mengganggu proses hidrasi semen.
- i) Air limbah. Cair limbah biasanya mengandung senyawa organik sebanyak 400 ppm. Air ini dapat digunakan untuk campuran beton bila senyawa organik diencerkan/dinetralisir sampai air hanya mengandung senyawa organik sebesar maksimum 20 ppm.

5. Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

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

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

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

- a) Menentukan jenis semen yang dipakai.
- b) Menentukan jenis kerikil.
- c) Menentukan faktor air semen (*w/c*)

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

- a) Nilai slump direncanakan = (10- 30) mm.
- b) Ukuran maksimum agregat kasar = 20 mm.
- c) Kebutuhan air:

Rumus:

$$A = A_h + A_k \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

A = kebutuhan air (1/m³ beton).

Ah = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halus.

Ak = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasar.

$$A = 0,67 \times 160 + 0,33 \times 190 = 169,91 / m^3 \text{ beton. Kebutuhan air per } m^3 \text{ beton} = 169,9 \text{ liter.}$$

1) Penetapan jumlah semen .

$$Fas = 0,324$$

Kebutuhan air per m³ beton = 169,9 liter.

$$\text{kebutuhan semen per } m^3 \text{ S} = \frac{A}{Fas} \dots\dots\dots(2)$$

Menentukan nilai slump yang dilihat dari tabel 2.4

Tabel 2.4 Penentuan Nilai Slump (*Sumber: SK SNI 1991*)

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

2) Menentukan presentase pasir terhadap campuran.

a. Berat jenis campuran dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Bj \text{ campuran} = \frac{P}{100} \times Bj \text{ agregat halus} + \frac{K}{100} \times Bj \text{ agregat kasar} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

Bj campuran= Berat jenis agregat campuran kg/m³

Bj agr halus = Berat jenis agregat halus kg/m³

Bj agr kasar = Berat jenis agregat kasar kg/m³

P = Persentase agregat halus terhadap agregat kasar (%)

K = Persentase agregat kasar terhadap agregat halus (%)

- b. Kebutuhan agregat campuran dihasilkan dari perhitungan berat beton dikurangi dengan kebutuhan air dan semen.
- c. Kebutuhan agregat halus adalah persentase agregat halus dikalikan dengan kebutuhan agregat campuran.
- d. Kebutuhan agregat kasar adalah kebutuhan agregat campuran dikurangi dengan kebutuhan agregat halus.
- e. Hasil diatas terhitung dengan menggunakan hitungan 1 m^3

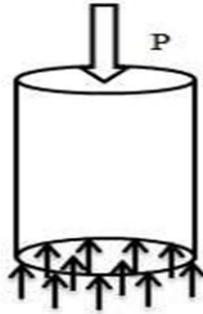
Untuk kebutuhan volume benda uji maka volume total benda uji dikalikan dengan masing-masing kebutuhan material dalam beton.

6. Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kemampuan suatu beton dalam menerima beban gaya tekan yang diberikan persatuan luas. Kuat tekan beton adalah beban gaya tekan yang diberikan pada beton yang dihasilkan oleh alat tekan tekan beton dengan standar tertentu yang dapat menghancurkan beton.

Kuat tekan menjadi penentu mutu dan kualitas beton, yang dihasilkan dari pencampuran antara agregat, semen, dan air. Pembuatan beton baru dikatakan berhasil apabila beton mencapai kuat tekan yang telah ditentukan atau direncanakan dalam *mix design*.

Menurut SNI 1974-2011 mengenai Cara Uji Kuat Tekan Beton, perhitungan kuat tekan beton untuk benda uji berbentuk silinder ditetapkan dengan persamaan sebagai berikut:



Gambar 2.3 Pengujian Kuat Tekan

(Sumber: jurnal sipil statik vol 3 no 5 mei 2015)

Dimana:

$$F_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

F_c : Kuat tekan beton (kg/ cm²).

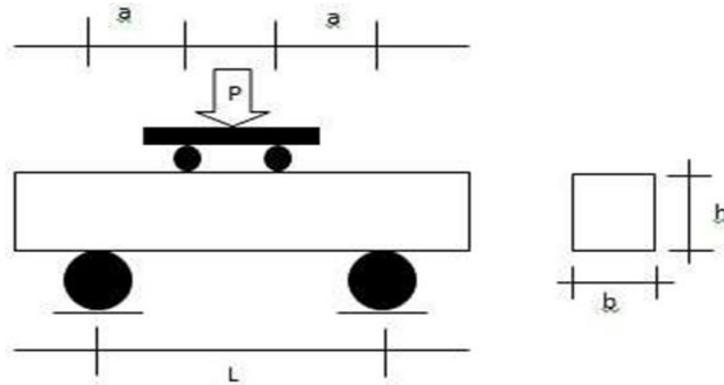
P : Beban yang bekerja (kg).

A : Luas penampang benda (cm²).

7. Kuat Lentur

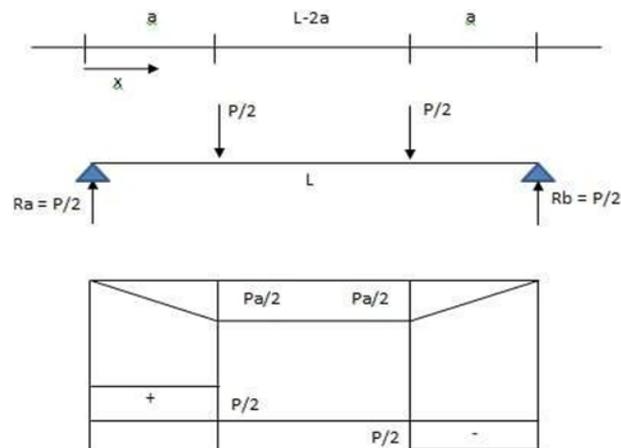
Kuat tarik lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI 03-4431-1997). Sebuah balok yang diberi beban akan mengalami deformasi, dan oleh sebab itu timbul momen-momen lentur sebagai perlawanan dari material 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 mengalami keruntuhan 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 keruntuhan akibat lentur murni.



Gambar 2.4 Pengujian Kuat Tarik Lentur
(Sumber: Jurnal sipil statik vol 3 no 5 mei 2015)

Rumus kuat tarik lentur



Gambar 2.5 Diagram Momen (M) dan Gaya Lintang (Q)
(Sumber: jurnal sipil statik vol 3 no 5 mei 2015)

Dimana:

$$\sigma_1 = \frac{P \cdot a}{b \cdot h^2} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

- σ_1 : Kuat lentur benda uji (MPa).
- P :Beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (pembacaan dalam ton sampai 3 angka di belakang koma).
- L :Jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm).
- b :Lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm).
- h :Lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm).
- a :Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang (mm).

B. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu

Berikut ini akan dijelaskan mengenai hasil penelitian-penelitian sebelumnya dengan topik atau masalah yang sama guna memperoleh informasi tentang penelitian-penelitian sejenis atau yang ada kaitannya dengan penelitian yang sama:

1. (Arman. A, 2017) (Institut Teknologi Padang (2017)), dengan judul tentang, Pengaruh pemakaian pasir bukit dan pasir sungai terhadap kuat tekan beton. Penelitian ini dilakukan dengan membuat 18 buah sampel untuk keseluruhannya dengan perbandingan campuran 1:2:3, yaitu 1 semen 2 pasir 3 kerikil seperti yang banyak dilakukan oleh masyarakat.. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa nilai kuat tekan beton dengan menggunakan agregat halus pasir bukit lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan agregat halus dari pasir bukit,

namun perbedaan kuat tekannya tidak terlalu jauh, sehingga kedua jenis agregat halus tersebut dapat dipakai sebagai campuran beton karena memenuhi standar.

2. (Misel Boro Allo, Herman Parung, 2021), Junus Mara (UKIPaukus Makassar (2021)), dengan judul tentang, Pemanfaatan Agregat Sungai To Puang Kabupaten Tana Toraja Sebagai bahan Campuran Beton. Benda. Penelitian ini terfokus pada pemanfaatan agregat Sungai to Puang Kabupaten Tana Toraja sebagai bahan susun campuran beton, untuk mengetahui nilai kuat tekan, nilai kuat tarik belah, nilai kuat lentur, dan nilai modulus elastisitas. Mix design penelitian ini menggunakan metode SNI 7656: 2012. Pada penelitian ini target mutu rencana $f'c = 28$ MPa dengan nilai faktor air semen (fas) 0,44. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 30,290 MPa, kuat tarik belah rata-rata sebesar 2,902 MPa, kuat lentur rata-rata sebesar 3,376 MPa, dan nilai modulus elastisitas sebesar 20820,747 MPa.
3. (Mustakim., Hairil., 2021) (Universitas Muhammadiyah Parepare (2021)), dengan judul tentang Karakteristik Beton Menggunakan Agregat Kasar Sungai Karawa Kabupaten Pirang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton yang dihasilkan dengan menggunakan agregat kasar batu alami (bulat) dan agregat kasar batu pecah sungai Karawa Kabupaten Pinrang pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari serta mengetahui kuat tarik belah beton yang dihasilkan agregat kasar batu alami (bulat) dan agregat kasar batu pecah sungai sungai Karawa Kabupaten Pinrang pada umur 28 hari. Perencanaan komposisi campuran memakai metode SNI 03-2834-2000, Development Of Environment Methode (DOE), dan American Society Of Testing And Materials (ASTM). Benda uji

yang dibuat adalah silinder yang berukuran 150/300 mm. Hasil penelitian kuat tekan beton dengan menggunakan batu pecah 31,139 Mpa, sedangkan kuat tekan beton dengan menggunakan batu alami 20,571 Mpa, jadi kuat tekan beton dengan menggunakan batu pecah lebih tinggi daripada menggunakan batu alami (bulat). Untuk kuat tarik belah yang dihasilkan beton dengan menggunakan batu pecah 3,586 Mpa, dan kuat tarik belah yang dihasilkan beton dengan menggunakan batu alami 2,878 Mpa.

4. (Dahlia Patah, 2021) (Universitas Sulawesi Barat), dengan judul tentang Pasir dan Kerikil Sungai Mappili Sebagai Material Lokal Untuk Campuran Beton di Sulawesi Barat. Penelitian ini berupa penelitian eksperimental dengan pengujian karakteristik bahan dan membuat benda uji silinder beton berukuran 10x20mm. Umur uji tekan yaitu pada umur 7, 28 dan 91 hari. Jenis pasir dan kerikil yang akan digunakan berasal dari Sungai Mappili. Sedangkan semen yang digunakan adalah Semen Portland Komposit Type 1 yang memiliki berat jenis 3.15 kg/m³. Dalam penelitian ini direncanakan 3 variasi faktor air semen (FAS) yaitu FAS 40%, 50% dan 60%. Jumlah benda uji selinder yang dibuat adalah sebanyak 27 sampel. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa materil kerikil dan pasir Mapili layak untuk digunakan untuk campuran beton. Selain itu, didapatkan kuat tekan dengan FAS 40% dan 50% telah memenuhi kuat tekan rencana untuk bangunan konstruksi yaitu 24,9 MPa.
5. (Frans Jovian Asmara, Suhendra, 2021) (Universitas Batanghari), dengan judul tentang Analisis Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Yang Menggunakan Pasir Sungai Batang Asai Dan Pasir Sungai Batanghari.

Penelitian ini menggunakan beton normal, yang merupakan campuran antara air, semen, agregat kasar (batu pecah), agregat halus (pasir), agregat halus yang digunakan berasal dari sungai Batanghari (Ps Bh) dan sungai batang asai (Ps Ba). pada pengujian kuat Tekan beton dan kuat Tarik belah beton dengan mutu $f'_c = 20$ Mpa dan untuk mutu rencana $f'_{cr} = 27$ Mpa, Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm dengan uji kuat tekan beton dilakukan pada umur 7, 14 dan 28 hari, dan untuk uji kuat Tarik belah umur 28hari. Hasil uji kuat tekan kedua jenis benda uji hanya memenuhi f'_c nya (20 Mpa) dan tidak memenuhi f'_{cr} (27 Mpa). Hasil uji menunjukkan kedua nilai kuat tekan umur 28hari relatif sama Ps ba = 20,97 Mpa dan Ps Bh = 19,99 Mpa. Untuk kuat Tarik belah betonnya masih termasuk pada batasan kuat Tarik beton normal (9 – 15%) dari kuat tekannya. Kuat Tarik belah beton Ps Bh lebih besar dibandingkan beton Ps B.

6. (Lukas Mose, V. Johannes, 2022) (Universitas Kristen Indonesia Maluku), dengan judul tentang Perbandingan Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Sungai Desa Tapa Dan Pantai Wati Desa Yatoke Di Pulau Babar. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan agregat karakteristik, Formula Campuran desain, f'_c 22,5 MPa dan hasil perbandingan kuat tekan beton menggunakan agregat sungai di Desa Tapa dan Pantai Wati di Desa Yatoke berdasarkan SNI 7656:2012. Alami agregat halus dan agregat kasar alam diambil dari sungai Desa Tapa dan Pantai Wati Desa Yatoke menggunakan semen conch. Analisis data menggunakan metode eksperimen. DMF (formula campuran desing) menggunakan SNI 7656:2012, mengenai tata cara pemilihan

campuran beton normal, beton berat dan beton masal. Hasil dari pengujian karakteristik agregat halus sungai Desa Tapa: $W_v = 1,29 \text{ gr/cm}^3$, BJSSD = 2,55 gr/cm^3 , WC = 5,89 %, FM = 3,62%, SC = 2,5%, Absorpsi = 3,31%, kandungan organik, kuning kemerahan. Agregat halus pantai Wati in Desa Yatoke : $W_v = 1,29 \text{ gr/cm}^3$, BJSSD = 2,58 gr/cm^3 , WC = 2,93%, FM = 3,79 %, Sc = 1,1%, daya serap = 2, 88%, konten organik kuning muda. Hasil karakteristik agregat kasar sungai Desa Tapa : $W_v = 1,51 \text{ gr/cm}^3$, BJSSD = 2,63 gr/cm^3 , WC = 1,99 %, FM = 6,99%, Sc = 0,75%, Absorpsi = 2 ,25% Abrasi = 30,06%. Karakteristik Agregat Kasar Pantai Wati Desa Yatoke : $W_v = 1,54 \text{ gr/cm}^3$, BJSSD = 2,61 gr/cm^3 , WC = 2,05%, FM = 6,39%, Sc = 0,65%, Absorpsi = 2 ,51%, Abrasi = 19,12%. Rumus Campuran Desain untuk mutu beton rencana $f'c$ 22,5 MPa Desa Tapa diperoleh agregat sungai : Semen = 394 kg, Pasir = 886 kg, Batu Kerikil Alam = 909 kg, air = 174 kg. Agregat pantai Wati di Desa Yatoke didapatkan : Semen = 394 kg, Pasir = 878 kg, Batu Kerikil Alam = 896 kg, Air = 197 kg. Hasil perbandingan beton 28 hari kuat tekan adalah: agregat sungai di Desa Tapa = 100,09%, agregat pantai Wati di Desa Yatoke = 117,20%.

7. (Elia Hunggurami, Christianus A. Suri, 2019), dengan judul tentang Kuat Tekan Beton Normal Dan Mortar Yang Menggunakan Agregat Halus Dan Agregat Kasar Sungai Fatubena. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dan mortar yang menggunakan agregat Sungai Fatubena yang berada di Kelurahan Fatubena Kecamatan Kota Atambua Kabupaten Belu, serta untuk mengetahui nilai perbandingannya terhadap beton dan mortar yang menggunakan agregat Sungai Takari. Benda uji beton berbentuk silinder

dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Nilai kuat tekan yang direncanakan sebesar 15 MPa dan 25 MPa. Benda uji mortar berbentuk kubus berukuran 5x5x5 cm dengan komposisi campuran untuk mortar 1 PCC: 4 Psr, 1 PCC: 6 Psr, 1 PCC: 8 Psr dan 1 PCC:10 Psr. Waktu perawatan benda uji beton dan mortar adalah 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tekan beton dan mortar yang menggunakan agregat Sungai Fatubena hari lebih rendah dari beton dan mortar yang menggunakan agregat Sungai Takari.

8. (Reni Nur Anggraini, Fadrizal Lubis, 2022) (Universitas Lancang Kuning), Analisis Perbandingan Kuat Tekan Beton terhadap Penggunaan Pasir Alam Dan Pasir Pecah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan rasio kuat tekan beton akibat penggunaan pasir alam dan pasir pecah. Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu metode dengan melakukan percobaan di laboratorium untuk mendapatkan hasilnya. Mutu beton rencana adalah K225 atau setara dengan 18.675 MPa. Pengujian kuat tekan berdasarkan SNI 1974:2011 diperoleh. Hasil penelitian bahwa kuat tekan rata-rata pada umur beton 7 hari dengan campuran alam pasir sebesar 17.625 MPa dan beton dengan campuran pasir pecah sebesar 13.841 MPa. Dari ini Dari hasil penelitian diketahui bahwa kuat tekan beton yang menggunakan pasir alam lebih tinggi dari kekuatan tekan beton menggunakan pasir hancur.
9. (Meihizkia Y. Mau, Elia Hunggurami, 2018), dengan judul tentang Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Halus Sungai Benlelang Dan Sungai Lembur Serta Agregat Kasar Sungai Lembur. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui

nilai kuat tekan betonyang menggunakan bahan agregat halus Benlelang dan Lembur serta agregat kasar Lembur dan membandingkan nilai kuat tekannya dengan beton yang menggunakan agregat Takari. Benda uji yang dipakai berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan mutu rencana 15 MPa dan 25 MPa dengan durasi curing 28 hari. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan untuk mutu beton 15 MPa dan 25 MPa yang direncanakan, nilai kuat tekan beton yang menggunakan agregat Takari lebih tinggi dibandingkan dengan Benlelang dan Lembur

10. (Yosep Bala, Adjib Karjanto, 2018), dengan judul tentang Uji Kelayakan Kualitas Pasir Namaweka dan Pasir Apung Waikomo Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton. Penelitian menggunakan selinder beton 15 x 30 cm untuk mengetahui kuat tekan beton dan kuat tarik beton. Dimana untuk kuat tekan beton dibuat 9 buah benda uji dan kuat tarik beton 5 buah benda uji untuk masing – masing jenis material (pasir gunung Namaweka dan pasir apung Waikomo) 1 Semen : 2,372 Kerikil : 1,178 Pasir. Uji pendahuluan terhadap aggregate halus dari pasir gunung Namaweka dan pasir apung Waikomo menunjukkan bahwa, untuk kandungan pasir gunung Namaweka air adalah 0,35%, kandungan lumpur 4,34%, JPK atau SSD 2,60 kg/cm² , sedangkan untuk kandungan air pasir apung Waikomo adalah 0,14%, kandungan lumpur 16,18 % penyerapan 6,44%, JPK atau SSD 1,37 kg/cm² . Pengujian kuat tekan dan kuat tarik dengan mesin Los Angelos pada umur 7 hari dikonversi ke 28 hari untuk pasir gunung Nmaweka sebesar 177,33 kg/cm² , sedangkan untuk pasir apung Waikomo sebesar 57,779

kg/cm² . Untuk kuat tarik pasir gunung Namaweka sebesar 54,848 kg/cm² dan pasir apung Waikomo sebesar 19,446 kg/cm².

11. (Syafri Wardi, 2022), dengan judul tentang Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar dan Halus dari Quarry Siulak Deras dan Quarry Sungai Rumpun di Kabupaten Kerinci terhadap Kuat Tekan Beton Norma. Hasil pengujian pendahuluan berupa uji kadar zat organik menunjukkan kandungan organik pada agregat dari quarry Sungai Rumpun memiliki kadar lumpur yang tinggi, sedangkan agregat dari quarry Siulak Deras memiliki kadar lumpur yang rendah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menentukan karakteristik agregat dari quarry Sungai Rumpun dan quarry Siulak Deras dan menentukan pengaruh penggunaan agregat kasar dan halus dari kedua quarry agregat di Kabupaten Kerinci tersebut terhadap kuat tekan beton. Jenis Penelitian yang akan dilakukan adalah eksperimental di Laboratorium Teknik Sipil Institut Teknologi Padang (ITP). Dalam penelitian dilakukan pengujian sifat fisis agregat kasar dan halus, kemudian dilakukan pembuatan benda uji, dan pengujian kuat tekan. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa agregat kasar quarry Sungai Rumpun tidak direkomendasikan untuk di gunakan sebagai bahan campuran beton struktural ($f_c' = 20$ MPa), karena hasil uji kuat tekan menunjukkan bahwa nilai kuat tekan rata-rata tidak mencapai (f_c') yang di rencanakan. Sedangkan, agregat dari quarry Siulak Deras dapat digunakan sebagai bahan campuran beton stuktural, karena dapat mencapai kuat tekan yang direncanakan.

12. (Nurnilam Oemiati, Masri Arivai, 2022), dengan judul tentang Analisa Agregat Pasir Sungai Selangis Sungai Kikim Dan Sungai Ogan Terhadap Kuat Tekan Beton Fc'24. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton Fc'24 dari agregat pasir ke-tiga sungai-sungai tersebut. Benda uji yang dibuat berbentuk silinder diameter 15 cm tinggi 30 cm jumlah keseluruhan benda uji sebanyak 18 sampel. Perencanaan komposisi campuran memakai metode SK.SNI.T-15-1990-03. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan agregat pasir Sungai Kikim Desa Bungamas bernilai 21,28 MPa; agregat pasir Sungai Selangis Desa Gumay Ulu bernilai 24,83 MPa dan agregat pasir Sungai Ogan Desa Talang Balai bernilai 25,66 MPa. Terlihat bahwa nilai tertinggi adalah pasir Sungai Ogan Desa Talang Balai adalah lebih baik kualitasnya untuk campuran beton Fc'24.

13. (Christa Anjelica, Suryanto Intan, 2019), dengan judul tentang Perbandingan Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Material Dari Sungai Waihatu Dan Pantai Desa Hattu. Penelitian ini untuk mengetahui perbedaan karakteristik dari Sungai Waihatu dan Pantai Hatu, serta mengetahui mix design dan kuat tekan rasio antara bahan-bahan tersebut. Metode yang digunakan adalah pengumpulan data eksperimen dengan mix design yang mengacu pada SNI 03-2834-2000, dengan mutu pelat beton K-250 Kg/cm². Hasil agregat halus jenis Waihatu Sungai menunjukkan: Kandungan Organik=No1, FMG=3,61%, SGSSD=2,49, WC=8,02%, SC=0,55%, dan untuk kasar agregat FMG =7,24%, SGSSD=1,39, WC= 4,04%, SC=0,10%. agregat halus Pesisir Hatu

menunjukkan: Organik Konten=No3, FMG =3,32%, SGSSD=2,51, WC=6,10%, SC=0,15%. dan untuk agregat kasar FMG =7,08%, SGSSD=1,38, WC=4,75%, SC=0,85%. Rencana mutu beton Mix Design K-250Kg/m², untuk material sungai diperoleh : Semen = 402Kg, Air = 168Ltr, Pasir = 668Kg, agregat kasar $\frac{1}{2}$ = 431Kg, agregat kasar $\frac{2}{3}$ = 431Kg, untuk diperoleh material pantai : Semen = 402Kg, Air = 163Ltr, Pasir = 675Kg, agregat kasar $\frac{1}{2}$ = 516Kg, kasar agregat $\frac{2}{3}$ = 344Kg. Hasil kuat tekan beton untuk bahan sungai = 345.56Kg/cm², dan untuk material pesisir = 307,29Kg/cm², atau kuat tekan beton untuk material sungai 12,45% lebih tinggi dari material pantai.

14. (Fant o Pardomuan Pane, H. Tanudjaja, 2015), dengan judul tentang Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. Tujuan dari penelitian ini adalah, membandingkan hubungan antara kuat tarik lentur beton dan kuat tekan beton. Pada penelitian dilakukan perawatan selama 28 hari dengan benda uji yang digunakan adalah balok 100x100x400 mm sebanyak 32 buah untuk pengujian kuat tarik lentur dan silinder 10/20 mm sebanyak 20 buah untuk pengujian kuat tekan. Variasi kuat tekan yang digunakan yaitu 20,25,30 dan 35 MPa. Hasil pengujian menyatakan bahwa nilai kuat tarik lentur pada beton mengalami kenaikan yaitu semakin besar nilai kuat tekan maka nilai kuat tarik lentur yang dihasilkan semakin besar pula.
15. (Mahendra, Y. I, Gardjito. E, Ridwan. A, 2021), dengan judul tentang Modifikasi Beton Dengan Fly Ash Dan Arang Batok Kelapa Sebagai Pengganti Sebagian Seman Dan Pasir. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai *slump*

dan nilai kuat tekan benda uji yang ditambah Fly ash dengan variasi 3% 6% 9% terhadap berat semen dan arang batok kelapa 3% terhadap berat pasir. Metode pada penelitian ini yaitu metode eksperimental yang mengacu pada standar nasional indonesia, dengan benda uji slinder ukuran 15x30 cm berjumlah 12 sampel yang dilakukan pengujian pada umur 28 hari dengan mutu rencana f_c' 16,60 Mpa. Hasil penelitian menunjukkan, nilai *slump* tertinggi didapat pada benda uji variasi 3 yaitu 7 cm, sedangkan rata rata nilai kuat tekan tiap variasi telah melebihi mutu rencana dengan volume tertinggi diperoleh pada variasi 2 dengan nilai kuat tekan f_c' 24,9 M.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

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

B. Lokasi dan Waktu

1. Lokasi

Lokasi pengambilan agregat halus untuk penelitian ini berada pada sungai Rajang Kabupaten Pinrang.



Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan Agregat halus, Desa Rajang, Kabupaten Pinrang (Sumber: Google Maps)

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

2. Waktu

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

Tabel 3.1 Matriks Waktu Penelitian

No.	Uraian Kegiatan	Bulan (2023)				
		Des	Jan	Feb	Mar	Apr
1	Pengujian material					
2	Analisa hasil uji material					
3	Pencampuran beton					
4	Perawatan benda uji					
5	Pengujian benda uji					
6	Analisa hasil pengujian					

C. Alat dan Bahan

1. Alat

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

- a) Saringan

Saringan dengan nomor berturut-turut 4,75 mm (No. 4), 2,40 mm (No. 8), 1,2 mm (No. 16), 0,60 mm (No. 30), 0,30 mm (No. 50), 0,15 mm (No. 100), No. 200 yang dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar untuk mengetahui gradasi agregat halus (pasir).

b) Timbangan

Timbangan digunakan untuk menimbang bahan susun adukan beton.

c) Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur banyaknya air yang digunakan dalam pembuatan beton.

d) Pikhnometer

Pikhnometer dengan kapasitas 500 gr digunakan untuk mencari B_j agregat halus.

e) Jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur semua dimensi benda uji

f) Oven

Oven digunakan untuk mengeringkan agregat pada pengujian kadar air, B_j , dan gradasi agregat.

g) Mesin aduk beton

Mesin aduk beton digunakan untuk mengaduk bahan penyusun beton

h) Kerucut abrams.

Kerucut abrams digunakan untuk mengukur kelecakan adukan beton (nilai slump).

i) Penggaris

Penggaris digunakan untuk mengukur nilai slump.

j) Cetakan beton

Cetakan beton yang digunakan adalah bentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm.

k) Batang baja

Batang baja digunakan untuk memadatkan adukan beton.

l) Mesin uji tekan

Mesin uji tekan digunakan untuk menguji kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas benda uji beton.

m)Mesin Los Angeles

Mesin Los Angeles digunakan untuk menguji ketahanan aus agregat yang dilengkapi dengan bola-bola baja.

2. Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan yang terdiri dari:

a) *Portland Composit Cement* (PCC).

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Tonasa (50 kg) atau Semen Tipe I.

b) Agregat halus.

Agregat halus yang digunakan berasal dari Sungai Rajang Desa Rajang Kabupaten Pinrang.

c) Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan berasal dari gunung Anato Kabupaten Pinrang.

d) Air

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

D. Prosedur dan Rencana Penelitian

1. Tahapan pemeriksaan

Persiapan serta pemeriksaan bahan yang akan digunakan untuk campuran beton dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare. Proses pemeriksaan bahan tersebut meliputi:

a) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat

Langkah-langkah untuk pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat, yaitu sebagai berikut:

- 1) Agregat di timbang dengan berat yang telah ditentukan (pasir seberat 1000 gram dan kerikil seberat 2000 gram).
- 2) Agregat kemudian di rendam selama ± 24 jam.
- 3) Setelah direndam selama ± 24 jam, agregat kemudian dikeringkan hingga mencapai keadaan kering permukaan. Untuk mengetahui apakah kondisi sudah tercapai pada pasir dilakukan dengan cara pasir dimasukkan kedalam kerucut yang diletakkan ditempat rata, kemudian dimasukkan 1/3 bagian, kemudian padatkan dengan cara ditumbuk sebanyak 8 kali begitu pula dengan lapisan ke 2 (dua), dan untuk lapisan ke 3 (tiga) ditumbuk sebanyak 7 kali.

- 4) Untuk pasir (pasir dengan kondisi kering permukaan tadi dimasukkan kedalam piknometer sebanyak 1000 gram dan ditambahkan air sampai 90 % penuh, kemudian dikocok selama ± 5 menit). Kemudian untuk kerikil (kerikil dengan kondisi kering permukaan tadi seberat 2000 gram ditimbang di udara, kemudian ditimbang di dalam air).
- 5) Agregat dikeluarkan dari wadah kemudian di oven selama ± 24 jam
- 6) Agregat di keluarkan dari oven kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat kering.

b) Pemeriksaan kadar organik agregat halus

Langkah-langkah untuk pemeriksaan kadar organik agregat halus, yaitu sebagai berikut:

- 1) Pasir dimasukkan kedalam botol bening sebanyak 1/3 bagian kemudian ditambahkan juga NaOH sebanyak 1/3 bagian, kemudian botol dikocok selama ± 10 menit,
- 2) Setelah itu botol di diamkan selama 24 jam, kemudian diamati peubahan warna yang terjadi dan dibandingkan dengan menggunakan standar warna

c) Pemeriksaan kadar air agregat

Langkah-langkah untuk pemeriksaan kadar air agregat, yaitu sebagai berikut:

- 1) Timbang agregat menggunakan timbangan dengan (pasir seberat 500 gram dan kerikil seberat 1000 gram).
- 2) Kemudian agregat di oven selama 24 jam dengan suhu tetap 100°C .
- 3) Setelah di oven agregat ditimbang untuk mendapatkan berat kering.

d) Pemeriksaan kadar lumpur agregat

Langkah-langkah untuk pemeriksaan kadar lumpur agregat, yaitu sebagai berikut

- 1) Timbang agregat menggunakan timbangan dengan (pasir seberat 500 gram dan kerikil seberat 1000 gram), kemudian oven selama 24 jam.
- 2) Agregat kemudian dicuci diatas saringan No. 200 sampai lumpurnya hilang.

Setelah dicuci agregat kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven selama 24 jam dengan suhu 100°C, kemudian di timbang lagi untuk mendapatkan berat kering

2. Tahapan pembuatan benda uji

a) Pemeriksaan material campuran beton

- 1) Timbang material campuran beton, yaitu semen, agregat (halus dan kasar), dan air sesuai dengan berat yang telah ditentukan dalam rancangan campuran beton.
- 2) Mempersiapkan peralatan-peralatan yang dibutuhkan dalam pencampuran beton.

b) Pencampuran beton

- 1) Masukkan air kedalam mesin sebanyak 80 % dari yang telah ditentukan kemudian masukkan juga agregat dan semen.
- 2) Masukkan sedikit demi sedikit sisa air yang tadi kedalam mesin yang berputar dengan tidak kurang dari 3 menit sampai airnya habis.

c) Pemeriksaan nilai slump

- 1) Masukkan campuran beton segar kedalam kerucut abrams sebanyak $\frac{1}{3}$ bagian dengan 3 lapisan, setiap lapisan ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali.
 - 2) Setelah lapisan terakhir selesai ditusuk, tunggu selama 30 detik kemudian angkat kerucut ke atas, nilai slump yaitu selisih tinggi antara kerucut abrams dengan permukaan atas beton setelah ditarik.
 - 3) Setiap pencampuran beton dilakukan sebanyak 2 kali uji nilai slump kemudian dirata-ratakan hasilnya.
- d) Pembuatan benda uji
- 1) Campuran beton segar dimasukkan kedalam cetakan silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm, yang sebelumnya telah diberi minyak pelumas pada bagian dalam.
 - 2) Cetakan diisi dengan campuran beton segar sebanyak 3 (tiga) lapis, setiap lapisan ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali secara merata dan cetakan penuh
 - 3) Kemudian bagian atas permukaan campuran beton diratakan hingga rata dengan bagian atas cetakan dengan menggunakan tongkat perata.

3. Tahapan perawatan beton

Setelah 24 jam beton dibuka dari cetakan, kemudian di beri tanda untuk selanjutnya di lakukan perendaman di dalam bak air selama periode waktu yang di tentukan.

4. Tahapan pengujian

- a) Kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan pada beton bertujuan untuk mengetahui berapa besar nilai kuat tekan pada beton dengan umur beton rencana yaitu 7, 14, 21, dan 28 hari.

Pada pengujian kuat tekan beton, langkah-langkah yang dilakukan akan adalah sebagai berikut :

- 1) Benda uji terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui berat benda uji sebelum pengujian dilakukan.
- 2) Benda uji diletakkan pada *Universal Testing Machine*.
- 3) Mesin *Universal Testing Machine* dihidupkan kemudian benda uji akan mendapatkan beban gaya untuk mengetahui besarnya nilai kekuatan tekan pada benda uji
- 4) Pada saat benda uji mencapai beban maksimum benda uji akan retak atau bahkan pecah, jarum manometer akan berhenti.

b) Kuat lentur beton

Pengujian kuat lentur pada beton bertujuan untuk mengetahui berapa besar nilai kuat tarik belah pada beton dengan umur beton rencana yaitu 28 hari.

Pada pengujian kuat tarik lentur beton, langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Siapkan benda uji yang telah direndam selama 28 hari
- 2) Cuci benda uji dengan air mengalir
- 3) Lap permukaan benda uji sampai kering
- 4) Ukur panjang, kedua sisi yang rata dan kedua sisi yang lainnya kemudian diberi tanda setiap $\frac{1}{3}$ L bagian dari bentangan

- 5) Timbang benda uji
- 6) Letakkan benda uji pada tumpuan dimana jarak antara tumpuan max 8/10 panjang balok
- 7) Nyalakan mesin lenur dengan kecepatan konstan setiap menitnya
- 8) Baca beban max yaitu beban pada saat balok tersebut patah
- 9) Hitung kekuatan lentur dan kekuatan lentur rata rata
- 10) Pada saat benda uji mencapai beban maksimum benda uji akan retak atau bahkan pecah, jarum manometer akan berhenti.

Jumlah sampel untuk semua variasi campuran beton yang direncanakan dalam penelitian ini yaitu sebanyak 22 buah. Setiap variasi campuran akan dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat lentur beton. Dapat dilihat pada tabel 3.2 dan 3.3 berikut:

Tabel 3.2 Jumlah Benda Uji Kuat Tekan

Umur (Hari)	Jumlah Benda Uji
	Pasir sungai rajang
7	3 selinder
14	3 selinder
28	3 selinder
Jumlah	9 Selinder
Total : 9 buah benda uji	

Tabel 3.3 Jumlah Benda Uji Kuat Lentur

Umur (Hari)	Jumlah Benda Uji
	Pasir sungai rajang
28	2 balok
Jumlah	2 balok
Total : 4 buah benda uji	

Tabel 3.4 Jumlah Benda Uji Kuat Tarik Belah

Umur (Hari)	Jumlah Benda Uji
	Pasir sungai rajang
28	2 balok
Jumlah	2 balok
Total : 2 buah benda uji	

E. Teknik Pengumpulan Data

1. Pengumpulan Data Sekunder

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

2. Pengumpulan Data Primer

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

F. Teknik Analisis Data

1. Evaluasi Karakteristik Bahan

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

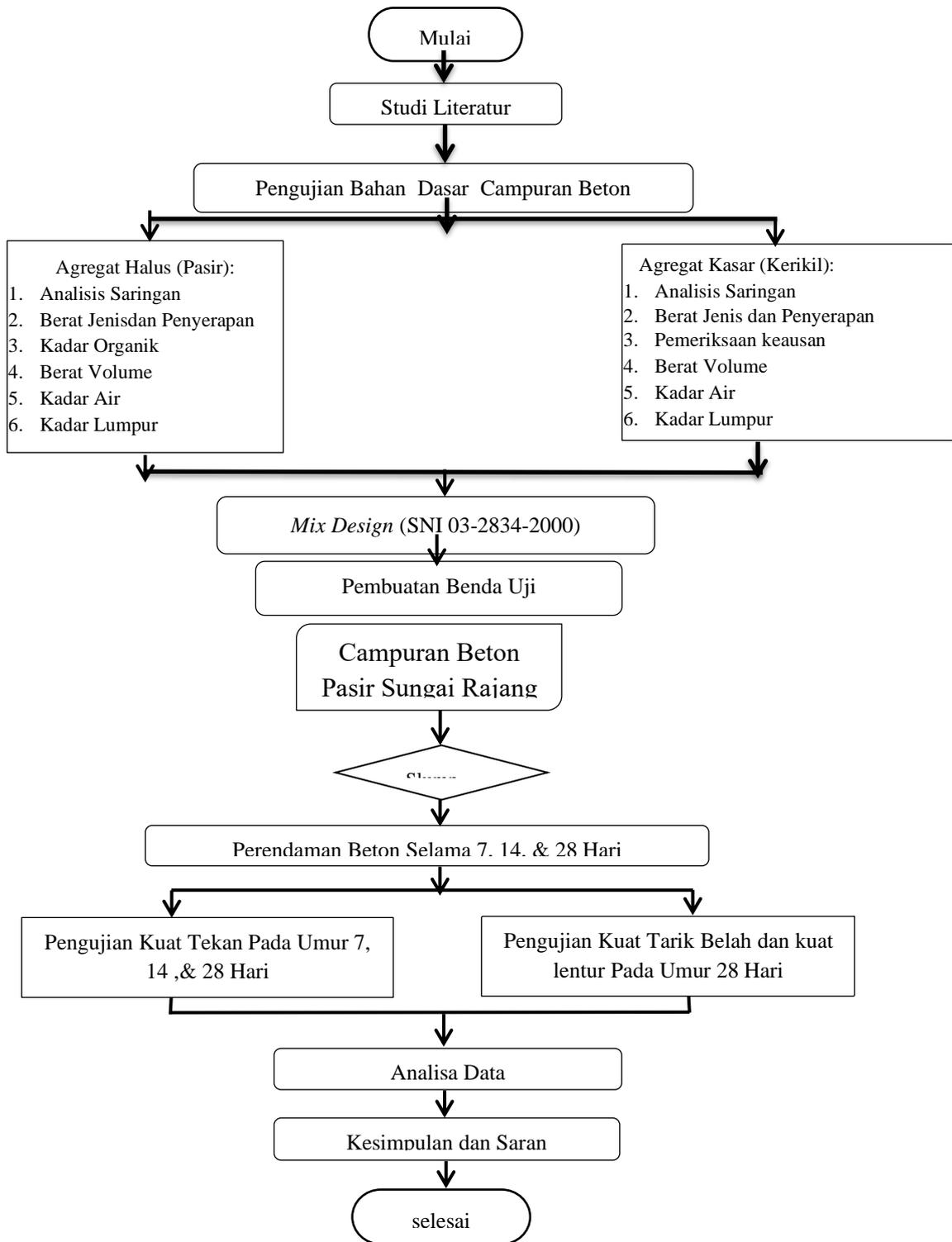
2. Analisa Kuat Tekan dan Kuat lentur Beton

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

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

- a. Pengujian Kuat Tekan Beton (SN1 974-2011)
- b. Pengujian kuat Lentur Beton (SNI 03-4431-1997)
- c. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (SNI 2427-2013)

G. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Agregat

Hasil pengujian agregat ditunjukkan pada rekapitulasi dari percobaan-percobaan yang dilakukan di Laboratorium, yaitu sebagai berikut:

1. Agregat Halus (Pasir Sungai Rajang)

Tabel 4. 1 Karakteristik agregat halus (Pasir Sungai Rajang)

No	Karakteristik Agregat	Sni-03-6468-2000	Hasil Pengamatan		Nilai Rata - Rata	Keterangan
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 5%	2,8%	3,4%	3,10 %	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3	No. 2	No. 2	No. 2	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	2,46 %	3,95 %	3,20 %	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1,41	1,44	1,42	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1,52	1,57	1,54	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	2,04 %	0,81 %	1,42 %	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2,59	2,54	2,57	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,46	2,49	2,48	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,51	2,51	2,51	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	3,13	3,21	3,17	Memenuhi

Rekapitulasi hasil pengamatan agregat halus (pasir sungai) memberikan gambaran menyeluruh tentang karakteristik fisik dan kimiawi dari pasir yang diuji

Berikut adalah penjelasan detail dari setiap parameter yang diukur:

- a. **Kadar Lumpur:** Kadar lumpur dalam pasir merupakan salah satu parameter penting yang mempengaruhi kualitas beton. Lumpur yang berlebihan dapat mengurangi kekuatan beton dan menurunkan daya rekat antara pasta semen dan agregat. Hasil pengamatan menunjukkan kadar lumpur rata-rata sebesar 3,10%, yang masih berada di bawah batas maksimum 5%. Hal ini menunjukkan bahwa pasir tersebut memenuhi syarat penggunaan untuk campuran beton, karena kadar lumpurnya tidak akan signifikan mengganggu kualitas beton.
- b. **Kadar Organik:** Kandungan bahan organik dalam pasir dapat mempengaruhi proses hidrasi semen, sehingga penting untuk meminimalkan kadar organik. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kadar organik berada pada tingkat No. 2, yang berada di bawah batas yang diizinkan yaitu No. 3. Ini menunjukkan bahwa pasir memiliki kandungan bahan organik yang rendah, sehingga tidak akan mengganggu kualitas beton secara signifikan.
- c. **Kadar Air:** Kadar air dalam agregat mempengaruhi proporsi campuran beton karena air bebas dapat mempengaruhi jumlah air yang dibutuhkan untuk mencapai slump yang diinginkan. Rata-rata kadar air yang terukur adalah 3,20%, yang berada dalam rentang yang diizinkan yaitu 2% - 5%. Ini menunjukkan bahwa pasir memiliki kadar air yang sesuai, sehingga dapat digunakan tanpa memerlukan penyesuaian besar dalam proporsi campuran beton.

d. **Berat Volume:**

1) **Kondisi Lepas:** Berat volume dalam kondisi lepas menunjukkan kerapatan relatif dari agregat ketika tidak mengalami pemadatan. Rata-rata berat volume lepas adalah 1,42 kg/liter, yang berada dalam rentang 1,4 - 1,9 kg/liter. Ini menunjukkan bahwa pasir memiliki kerapatan yang sesuai untuk penggunaan dalam campuran beton.

2) **Kondisi Padat:** Berat volume dalam kondisi padat memberikan indikasi kerapatan maksimal agregat setelah dipadatkan. Rata-rata berat volume padat adalah 1,54 kg/liter, juga berada dalam rentang yang diizinkan. Ini menunjukkan bahwa pasir memiliki sifat pemadatan yang baik dan dapat menghasilkan beton yang kuat.

e. **Absorpsi:** Kemampuan pasir untuk menyerap air, atau absorpsi, mempengaruhi kadar air efektif dalam campuran beton. Absorpsi yang terlalu tinggi dapat meningkatkan kebutuhan air dan mengurangi kekuatan beton. Rata-rata absorpsi pasir adalah 1,42%, berada dalam rentang 0,2% - 2%. Hal ini menunjukkan bahwa pasir memiliki absorpsi yang moderat dan tidak memerlukan penyesuaian besar dalam proporsi air dalam campuran beton.

f. **Berat Jenis Spesifik:**

1) **Bj. Nyata:** Berat jenis nyata memberikan gambaran tentang densitas partikel agregat tanpa memperhitungkan pori-pori. Nilai rata-rata adalah 2,57, berada dalam rentang 1,6 - 3,3. Ini menunjukkan bahwa pasir memiliki densitas yang cukup tinggi, yang menguntungkan untuk kekuatan beton.

- 2) **Bj. Dasar Kering:** Berat jenis dasar kering menunjukkan densitas agregat setelah dikeringkan dan sebelum menyerap air. Nilai rata-rata adalah 2,48, yang juga berada dalam rentang yang diizinkan. Ini menunjukkan konsistensi dalam kualitas material pasir.
- 3) **Bj. Kering Permukaan:** Berat jenis kering permukaan adalah berat jenis agregat setelah permukaan partikel dikeringkan, tetapi pori-pori tetap penuh air. Nilai rata-rata adalah 2,51, yang sesuai dengan standar. Hal ini menunjukkan bahwa pasir memiliki penyerapan air yang tidak terlalu tinggi dan cocok untuk campuran beton.
- g. **Modulus Kehalusan:** Modulus kehalusan adalah ukuran keseragaman distribusi ukuran partikel dalam agregat halus. Nilai yang lebih tinggi menunjukkan partikel yang lebih kasar, sementara nilai yang lebih rendah menunjukkan partikel yang lebih halus. Modulus kehalusan rata-rata sebesar 3,17 berada dalam rentang 1,50 - 3,80, menunjukkan bahwa pasir memiliki distribusi ukuran partikel yang memadai untuk digunakan dalam beton, yang akan memberikan workability yang baik dan kemampuan kerja yang sesuai.

Secara keseluruhan, hasil pengamatan menunjukkan bahwa agregat halus (pasir sungai) memenuhi semua kriteria standar yang diperlukan untuk digunakan dalam pembuatan beton. Pasir ini memiliki kualitas yang baik, dengan kandungan lumpur dan bahan organik yang rendah, kadar air yang sesuai, serta berat jenis dan modulus kehalusan yang ideal. Semua parameter ini memastikan bahwa pasir akan berkontribusi positif terhadap kekuatan dan kualitas beton yang dihasilkan.

2. Agregat Kasar (Batu Pecah Gunung Anato)

Tabel 4. 2 Karakteristik agregat Kasar (Batu Pecah Gunung Anato)

No	Karakteristik Agregat	Sni-03-6468-2000	Hasil Pengamatan		Nilai Rata-Rata	Keterangan
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 1%	0,4%	1,00 %	0,70 %	Memenuhi
2	Keausan	Maks 50%	28,0 %	23,0 %	25,5 %	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2%	0,50 %	0,60 %	0,55 %	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1,64	1,65	1,64	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1,72	1,72	1,72	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4 %	1,52 %	1,83 %	1,68 %	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik					
	a. Bj. nyata	1,6 - 3,3	2,60	2,61	2,60	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2,50	2,49	2,49	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2,54	2,54	2,54	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	6,0 - 8,0	6,68	6,68	6,68	Memenuhi

1. **Kadar Lumpur:** Mengukur jumlah lumpur dalam agregat. Interval maksimal yang diizinkan adalah 1%. Hasil pengamatan menunjukkan nilai 0,4% dan 1,00% dengan rata-rata 0,70%, yang berarti nilai ini memenuhi standar.
2. **Keausan:** Mengukur tingkat keausan agregat. Interval maksimal yang diizinkan adalah 50%. Hasil pengamatan adalah 28,0% dan 23,0% dengan rata-rata 25,5%, yang menunjukkan hasilnya memenuhi batasan yang ditetapkan.

3. **Kadar Air:** Mengukur kadar air dalam agregat, dengan interval yang diizinkan antara 0,5% dan 2%. Hasil pengamatan menunjukkan kadar air 0,50% dan 0,60%, dengan rata-rata 0,55%, yang memenuhi kriteria.
4. **Berat Volume:**
 - a. **Kondisi Lepas:** Berat agregat dalam kondisi lepas harus antara 1,6 - 1,9 kg/liter. Hasil pengamatan adalah 1,64 dan 1,65 kg/liter, dengan rata-rata 1,64 kg/liter, yang memenuhi standar.
 - b. **Kondisi Padat:** Berat agregat dalam kondisi padat juga harus antara 1,6 - 1,9 kg/liter. Hasilnya adalah 1,72 kg/liter, konsisten pada kedua pengukuran, dan memenuhi kriteria.
5. **Absorpsi:** Mengukur seberapa banyak air yang dapat diserap oleh agregat, dengan batas maksimal 4%. Hasil pengamatan adalah 1,52% dan 1,83% dengan rata-rata 1,68%, yang memenuhi standar.
6. **Berat Jenis Spesifik:**
 - a. **Bj. Nyata:** Berat jenis agregat dalam keadaan nyata harus antara 1,6 - 3,3. Hasilnya adalah 2,60 dan 2,61 dengan rata-rata 2,60, yang memenuhi standar.
 - b. **Bj. Dasar Kering:** Berat jenis agregat pada keadaan dasar kering juga harus dalam interval yang sama. Hasil pengamatan adalah 2,50 dan 2,49 dengan rata-rata 2,49, yang memenuhi kriteria.
 - c. **Bj. Kering Permukaan:** Berat jenis agregat pada kering permukaan juga harus antara 1,6 - 3,3. Hasilnya adalah 2,54 dan 2,54 dengan rata-rata 2,54, yang memenuhi standar.

7. **Modulus Kehalusan:** Mengukur ukuran butir agregat. Modulus kehalusan yang diizinkan antara 6,0 - 8,0. Hasilnya adalah 6,68 pada kedua pengukuran, yang memenuhi kriteria.

Secara keseluruhan, data yang diukur menunjukkan bahwa semua parameter memenuhi standar yang ditetapkan untuk agregat kasar

B. Mix Design

1. Agregat Halus (Pasir Sungai Rajang)

a. Parameter Perencanaan Campuran Data

Tabel 4. 3 Parameter Perencanaan Campuran Data

Parameter	Nilai	Satuan
Mutu Beton Rencana (F'c)	25	MPa
Slump Rencana	75 -100	mm
Ukuran agregat maksimum	20	mm
Berat kering oven Ag. Kasar	1,721	g/cm ³
Berat jenis semen tanpa tambahan udara	3,08	g/cm ³
Modulus Kehalusan Ag. Halus	3,17	
Berat jenis (SSD) Ag. Halus	2,51	g/cm ³
Berat jenis (SSD) Ag. Kasar	2,54	g/cm ³
Penyerapan air Ag. Halus	1,42%	
Penyerapan air Ag. Kasar	1,68%	
Kadar Air Ag. Halus	3,20%	
Kadar Air Ag. Kasar	0,55%	
Vol. semen OPC	0,00	m ³

b. Perhitungan berdasarkan SNI 03-2834-2000

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 = $1,64 \times S_d$

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

Tabel 4. 4 Standar Deviasi

Volume pekerjaan		Standar Devisiasi (MPa)		
Klasifikasi	m^3	Baik sekali	Baik	
Kecil	<.1000	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 65$	65
Sedang	1000-3000	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 55$	55
Besar	>3000	$25 < s \leq 35$	$35 < s \leq 45$	45

Standar deviasi (S_d) =

60

$$M = 1,64 \times 60 \text{ Mc} = 98,4 \text{ MPa} = \frac{98,4}{10,97} = 8,96 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

2) Kuat beton rencana (f_{cr}) = $f_{c'} + m =$

$$F_{cr} = 25 + 8,96 = 33,96 \text{ MPa}$$

3) Volume Air yang diperlukan tiap m^3 adukan beton

Tabel 4. 5 Volume Air yang diperlukan tiap m^3 adukan beton untuk berbagai nilai slump dan ukuran agregat maksimum

Slump (mm)	Air (kg/m^3) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah							
	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 (%)								
sedang (%)	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5**††	1,0**††
berat †† (%)	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 maka dilakukan perhitungan interpolasi

Pembacaan tabel berdasarkan ukuran agregat maximum dan nilai slump Air

Air			Udara	
19,0	20,05	Dari Tabel Dari Tabel kg	19	35%
20,0	?		20,0	?
25,0	19,3		20,5	3,0%
x =	203,0 Kg		x =	1,9 %

4) Penentuan Faktor Air Semen (FAS)

Tabel 4. 6 Faktor Air Semen (ltr/kg semen) untuk berbagai jenis konstruksi dan keadaan cuaca.

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

FAS paka

0,471

35,0	0,47
33,96	?
30,0	0,54
x =	0,471

5) Berat Semen tiap 1 m³ beton

$$\mathbf{Far} = \frac{W}{C} @ = \frac{W}{Far}$$

$$\mathbf{Far} = \frac{203,0 \text{ kg}}{431,02 \text{ kg}}$$

$$= 0,431023623 \text{ ton}$$

= 0,139943 m³

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

6). Berat Kerikil tiap 1 m³ beton

Tabel 4. 7 Volume Agregat Tiap Satuan Volume Adukan Beton

19,0	0,620
20,0	?
25,0	0,670
(x) =	0,628

19,0	0,600
20,00	?
25,0	0,650
x =	0,608

3,0	0,608
1,54	?
2,8	0,620
x =	0,693

Berat Kering Tusuk (SSD)	1,721 kg/m ³
Berat Kerikil (W kerikil)	1,030.17603 ton
	1,030.17603 kg
Volume Kerikil	0,406 m ³

7) Berat Absolute Pasir tiap 1 m³ beton

Vol. Air	=	203,0	=	0,20 m ³
Vol. padat semen	=	431,02	=	0,140 m ³
Vol. absolute Ag. Kasar	=	1030,176	=	0,406 m ³
Vol. udara terperangkap	=	1,9%	=	0,019 m ³
Jumlah Vol.padat selain Ag. Halus	=	0,768 m ³		
Vol. Ag. Halus	=	0,232 m ³		
Berat Ag halus kering	=	0,232	=	582,1 kg

8) Perkiraan Berat Pasir tiap 1 m³ 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

Berdasarkan data diatas maka perkiraan berat beton ada 2350

Sehingga :

Air (Berat bersih)	=	203,0
Semen	=	431,02
Agregat kasar	=	1030
Jumlah	=	1664,20

Maka berat Ag. Halus adalah	=	2350	-	1664
	=	686	kg	

2. Koreksi terhadap kadar air

CATATAN Pengujian kadar air terhadap material dilakukan sebelum hendak melakukan proses pencampuran untuk pengujian kadar air bisa dilihat pada SNI 03-1971-199

Misal Kadar air didapat :

$$\text{Ag. Kasar} = 0,55\%$$

$$\text{Ag. Halus} = 3,20\%$$

Sehingga berat (massa) penyesuaian berdasarkan kadar air adalah :

$$\text{Ag. Kasar (Basah)} = 0,55\% \times 0 = 0,000 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. Halus (Basah)} = 3,20\% \times 0 = 0,000$$

penyesuaian dalam air yang ditambahkan. Maka :

$$\text{Air yang diberikan Ag. Kasar adala } 3,10\% \times 0,00 = 0,000 \text{ kg}$$

$$\text{Air yang diberikan Ag. Halus adala } 0,70\% \times 0,00 = 0,000\text{kg}$$

Dengan demikian kebutuhan air adalah sebagai berikut

203,0	-	27,7 kg	+	26,173	=	201,499	kg
-------	---	---------	---	--------	---	---------	----

Maka perkiraan 1 m³ beton adalah sebagai berikut

Air (Yang ditambahkan)	=	201,499	kg
Semen	=	427,836	kg
Ag. Kasar	=	1021,208	kg
Ag. Halus	=	696,270	kg
Jumlah	=	2346,812	kg

Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m³ beton

Tabel 4. 8 Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m³ beton

	Berdasarkan Koreksi terhadap kadar air (kg)	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
Air (berat bersih)	201,5	203,0	203,0
Semen	427,8	431,0	431,0
Ag. Kasar (kering)	1021,2	1030,2	1030,2
Ag. Halus (kering)	696,3	685,8	582,1

Perbandingan berat	W semen	W pasir	W kerikil	W air
	1	1,35	2,35	0,47

1) Kebutuhan Bahan Pembuatan Benda Uji Silinder Beton :

Dibutuhkan beton berbentuk silinder = 3 silinder beton

Diameter (d) = 0,15 m

Tinggi (h) = 0,3 m

Volume 1 silinder = 0,0053 m³

Volume total silinder = 0,0159 m³

agar tidak terjadi kekurangan bahan maka diperlukan penambahan

volume silinder sebesar = 15 %

Volume tambahan = 0,00239 m³

Vol. total = Vol. total silinder+Vol. Tamba 0,01829 m³

Kebutuhan bahan untuk 3 silinder beton

	terhadap kadar air (kg)	perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute
W semen	7,83 kg	7,88 kg	7,88 kg
W pasir	12,73 kg	12,54 kg	10,65 kg
W kerikil	18,68 kg	18,84 kg	18,84 kg
W air	3,69 kg	3,71 kg	3,71 kg

1) Kebutuhan Semen Pcc Dan Semen Opc Perbenda Uji :

Dibutuhkan beton berbentuk silinder =	1	silinder beton
Diameter (d) =	0,15	m
Tinggi (h) =	0,3	m
Volume 1 silinder =	0,00530144	m ³
Volume total silinder =	0,00530144	m ³

agar tidak terjadi kekurangan bahan maka diperlukan penambahan volume silinder

sebesar =	15	%
Volume tambahan =	0,00079522	m ³
Vol. total = Vol. total silinder+Vol. Tambahan =	0,00609665	m ³

Kebutuhan bahan untuk beton normal

	kebutuhan persatu kubik beton	kebutuhan persatu selinder beton	kebutuhan 3 selinder
W semen	431,02 kg	2,63 kg	7,88 kg
W pasir	685,80 kg	4,18 kg	12,54 kg
W kerikil	1030,2 kg	6,28 kg	18,84 kg
W air	203,00 kg	1,24 kg	3,71 kg

C. Nilai *Slump Test*

Nilai slump adalah ukuran konsistensi atau kelenturan beton, yang diperoleh dari tes slump. Tes slump dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut slump cone atau kerucut abrams dan hasilnya memberikan indikasi seberapa mudah beton dapat mengalir atau menyebar. Semakin tinggi nilai slump, semakin tinggi pula konsistensi beton.

Tabel 4. 9 Hasil pengujian nilai *Slump* (batu alami)

Variasi	Titik			Rata-Rata (mm)	Ket
	1 (mm)	2 (mm)	3 (mm)		
BN	80	90	70	80,0	9

Dari hasil pengujian batu alami menggunakan kerucut abrams diperoleh nilai slump rata-rata 80 mm . nilai ini memberikan indikasi bahwa rata beton memiliki konsistensi sedang

D. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton yang menggunakan agregat halus, seperti pasir, sangat penting dalam menentukan kualitas dan ketahanan struktur beton. Pasir sebagai agregat halus berperan dalam mengisi ruang kosong di antara agregat kasar dan membantu dalam pencampuran beton. Kualitas pasir, termasuk ukuran butir dan kandungan kotoran, mempengaruhi kekuatan beton. Pasir yang bersih dan berukuran seragam dapat meningkatkan kohesi antara semen dan agregat, menghasilkan beton yang lebih kuat dan tahan lama.

Namun, pemilihan pasir yang tidak sesuai, seperti yang mengandung banyak kotoran atau terlalu halus, dapat mengurangi kekuatan tekan beton. Kotoran atau material organik dalam pasir dapat menyebabkan penurunan kekuatan beton karena mengganggu proses hidrasi semen. Selain itu, ukuran butir pasir yang sangat halus dapat meningkatkan kebutuhan air dalam campuran beton, yang dapat menyebabkan penurunan kekuatan tekan jika tidak dikompensasi dengan benar. Oleh karena itu, penting untuk memilih pasir dengan kualitas yang tepat dan sesuai spesifikasi untuk memastikan kekuatan tekan beton yang optimal.

1. Kuat Tekan Beton

Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Uji Slinder Menggunakan Agregat Halus (Pasir)

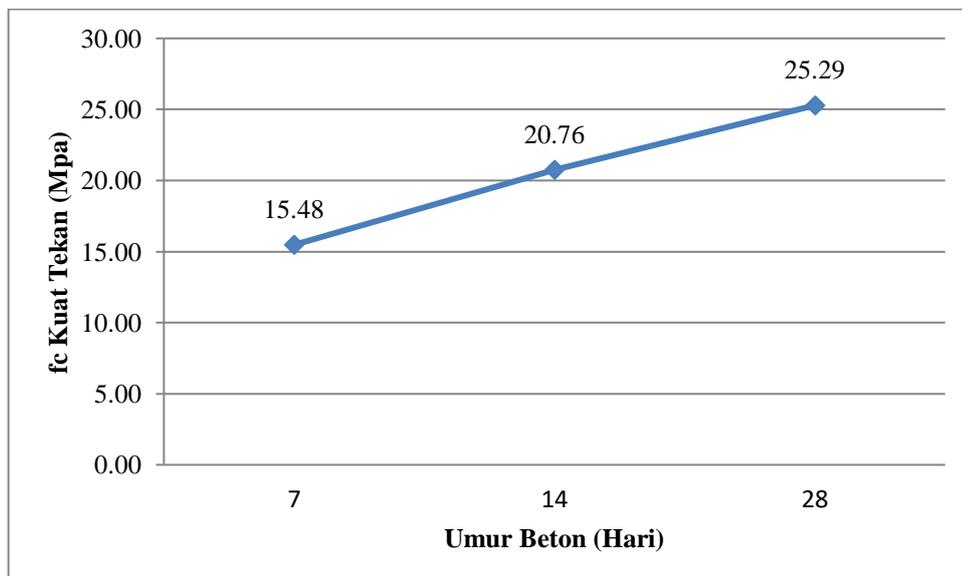
No.	Umur	Berat	Beban	Kuat tekan	Kuat Tekan Rata-Rata	Koef.	Kuat tekan	Kuat tekan
	Hari	Kg	KN	f'c(Mpa)		Umur	f'ci(Mpa)	(K)
1	7	11,643	280	15,853	15,48	0,65	24,389	293,842
2	7	11,505	240	13,588		0,65	20,905	251,865
3	7	11,535	300	16,985		0,65	26,131	314,831
4	14	11,569	380	21,515	20,76	0,88	24,448	294,558
5	14	11,39	380	21,515		0,88	24,448	294,558
6	14	11,555	340	19,25		0,88	21,875	263,552
7	28	11,906	440	24,912	20,29	1	24,912	300,139
8	28	11,625	480	27,176		1	27,176	327,424
9	28	11,493	420	23,779		1	23,779	286,496
Rata-rata		11,58	362,222	20,508			24,229	291,918

Data yang tertera mencerminkan hasil uji kuat tekan pada silinder beton berukuran 150mm x 300mm, dengan luas penampang 17662,500 mm². Beton dicor pada 31 Mei 2024 dan diuji pada umur yang berbeda: 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Berat silinder beton berkisar antara 11,390 kg hingga 11,906 kg, sementara beban yang diterapkan pada pengujian bervariasi antara 240 KN hingga 480 KN. Kuat tekan beton yang terukur menunjukkan variasi signifikan, mulai dari 13,588 MPa pada umur 7 hari hingga 27,176 MPa pada umur 28 hari. Variasi ini dipengaruhi oleh koefisien yang digunakan dalam perhitungan, yang berkisar antara 0,65 dan 1,00.

Pada setiap tahap pengujian, kuat tekan beton dihitung dengan mengalikan beban yang diterapkan dengan koefisien yang sesuai untuk umur beton. Hasil

perhitungan menunjukkan bahwa pada umur 7 hari, kuat tekan beton berkisar antara 20,905 MPa hingga 26,131 MPa. Sedangkan pada umur 14 hari, kuat tekan meningkat menjadi antara 21,875 MPa hingga 24,448 MPa. Pada umur 28 hari, beton menunjukkan kekuatan maksimum dengan kuat tekan bervariasi dari 23,779 MPa hingga 27,176 MPa, menunjukkan peningkatan kekuatan tekan seiring dengan bertambahnya umur beton.

Secara keseluruhan, rata-rata hasil uji menunjukkan bahwa beton mencapai kuat tekan rata-rata 24,229 MPa pada umur 28 hari, dengan rata-rata kuat tekan akhir sebesar 291,918 MPa setelah disesuaikan dengan koefisien. Hasil ini menunjukkan bahwa beton yang diuji memenuhi standar kekuatan tekan yang diharapkan untuk umur beton tersebut. Peningkatan kekuatan tekan seiring dengan bertambahnya umur beton merupakan indikasi bahwa campuran beton yang digunakan memiliki karakteristik kekuatan yang baik.



Gambar 4. 1 Grafik Hitung Kuat Tekan f_c Umur Beton

Pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan agregat halus dari pasir rajang menunjukkan hasil yang progresif. Pada umur beton 7 hari, kekuatan tekan tercatat sebesar 15,48 MPa. Kekuatan ini mencerminkan fase awal pematangan beton yang masih dalam proses hidrasi. Seiring berjalannya waktu, pada umur 14 hari, kekuatan tekan meningkat menjadi 20,76 MPa, mengalami peningkatan yang signifikan dalam kekuatan beton seiring dengan proses pengikatan yang berlangsung.

Pada umur 28 hari, kekuatan tekan beton mencapai 25,29 MPa, yang merupakan nilai kuat tekan karakteristik beton (f_c) didapatkan secara e cara eksperimental ($Ach f_c$) beton. Peningkatan kekuatan tekan ini menunjukkan bahwa pasir rajang sebagai agregat halus dalam campuran beton memberikan hasil yang optimal dan memenuhi kriteria kekuatan tekan untuk aplikasi konstruksi. Data ini mengindikasikan bahwa beton yang menggunakan pasir rajang dapat diandalkan dalam memenuhi kebutuhan struktural.

2. Kuat Lentur Beton

Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Uji Slinder Menggunakan Agregat Halus (Pasir)

No.	Umur	Berat	Beban	L	B	D	Kuat Lentur
	Hari	Kg	KN	(Mm)	(Mm)	(Mm)	(Mpa)
1	28	30,85	15	600	150	150	2,667
2	28	30,54	17	600	150	150	3,022
Rata-rata		6,821	3,556				2,844

Tabel 4.9 menunjukkan hasil pengujian kuat lentur beton uji silinder menggunakan agregat halus (pasir) berdasarkan umur beton dan beban uji yang diterapkan. Pengujian ini dilakukan pada dua sampel beton dengan umur 28 hari. Pada sampel pertama, beton dengan berat 30,85 kg menahan beban sebesar 15

kN dengan dimensi silinder 600 mm x 150 mm x 150 mm, menghasilkan kuat lentur sebesar 2,667 MPa. Sampel kedua, dengan berat 30,54 kg, menahan beban sebesar 17 kN pada dimensi yang sama, menghasilkan kuat lentur sebesar 3,022 MPa. Rata-rata kuat lentur untuk kedua sampel adalah 2,844 MPa..

Dalam membandingkan hasil uji kuat lentur beton dengan standar SNI 2013, hasil yang diperoleh dari tabel 4.9 perlu dievaluasi terhadap ketentuan yang ditetapkan. Berdasarkan data, rata-rata kuat lentur beton adalah 2,844 MPa, dengan nilai individual yang bervariasi dari 2,667 MPa hingga 3,022 MPa. SNI 2013 menetapkan spesifikasi dan batasan kekuatan lentur beton, yang bervariasi tergantung pada jenis beton dan komposisi materialnya.

Jika dibandingkan dengan standar tersebut, hasil uji harus berada dalam rentang yang ditentukan untuk memenuhi syarat kualitas beton. Standar SNI 2013 biasanya menetapkan kekuatan lentur minimum yang harus dicapai oleh beton untuk aplikasi struktural tertentu. Dalam hal ini, nilai rata-rata kuat lentur beton sebesar 2,844 MPa harus dibandingkan dengan nilai minimum yang disyaratkan oleh SNI. Jika nilai rata-rata ini berada di bawah batas minimum yang ditetapkan oleh standar, maka beton mungkin tidak memenuhi syarat untuk aplikasi yang dimaksud. Sebaliknya, jika nilai rata-rata memenuhi atau melebihi persyaratan standar, maka beton dapat dianggap sesuai dengan ketentuan SNI 2013. Evaluasi ini memastikan bahwa kualitas beton sesuai dengan standar yang berlaku dan dapat diterima untuk penggunaan dalam konstruksi.

3. Kuat Tarik Belah Beton

Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Uji Slinder Menggunakan Agregat Halus (Pasir)

No.	Umur	Berat	Beban	L	D	Kuat Tarik Belah
	Hari	Kg	KN	(mm)	(mm)	(MPa)
1	28	11,726	115	300	150	5,111
2	28	11,488	100	300	150	4,444
Rata-rata		2,579	23,889			4,778

Pengujian kuat tarik belah beton adalah metode yang digunakan untuk mengevaluasi kemampuan beton dalam menahan gaya tarik yang diterapkan. Data yang tersedia menunjukkan hasil pengujian pada beton yang menggunakan agregat halus dari pasir rajang. Kedua pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari, yang merupakan waktu standar untuk mengukur kekuatan beton setelah proses curing. Pengujian pertama menunjukkan beban 115 kN dengan hasil kuat tarik belah sebesar 5,111 MPa, sedangkan pengujian kedua menunjukkan beban 100 kN dengan hasil kuat tarik belah sebesar 4,444 MPa. Dimensi sampel pada kedua pengujian adalah panjang 300 mm dan lebar 150 mm.

Hasil pengujian ini memberikan informasi tentang kekuatan tarik belah beton dengan menggunakan pasir rajang sebagai agregat halus. Pengujian pertama dan kedua menunjukkan bahwa beton memiliki variasi kekuatan, yang mungkin disebabkan oleh perbedaan tingkat kepadatan rata-rata saat pembuatan benda uji yang mempengaruhi hasil akhir. Rata-rata kekuatan tarik belah dari kedua sampel adalah 4,778 MPa, yang memberikan indikasi kekuatan umum dari beton yang diuji.

Data rata-rata ini penting untuk menilai apakah beton dengan agregat halus dari pasir rajang memenuhi standar kekuatan yang diinginkan untuk aplikasi konstruksi. Kekuatan tarik belah yang memadai memastikan bahwa beton mampu menahan beban tarik yang diterapkan, yang merupakan faktor kunci dalam desain

struktur beton yang aman dan tahan lama. Pengujian ini juga membantu dalam menentukan kualitas material dan memberikan informasi yang berguna untuk perbaikan campuran beton di masa depan.

E. Gabungan Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur

Gabungan hasil pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton memberikan gambaran komprehensif mengenai kemampuan mekanik beton dalam menahan berbagai jenis beban. Kuat tekan mengukur ketahanan beton terhadap beban kompresi, dengan nilai yang meningkat seiring bertambahnya umur beton, menunjukkan peningkatan kekuatan pada beton yang lebih tua. Kuat lentur, yang mengukur kemampuan beton dalam menahan pembengkokan, menunjukkan nilai yang signifikan pada umur 28 hari, dengan beton mampu menahan gaya lentur dengan nilai rata-rata sekitar 2,844 MPa. Sementara itu, kuat tarik belah mengukur ketahanan beton terhadap gaya tarik yang dapat menyebabkan beton terbelah, dan pada umur 28 hari beton menunjukkan kemampuan yang baik dengan nilai rata-rata 4,778 MPa.

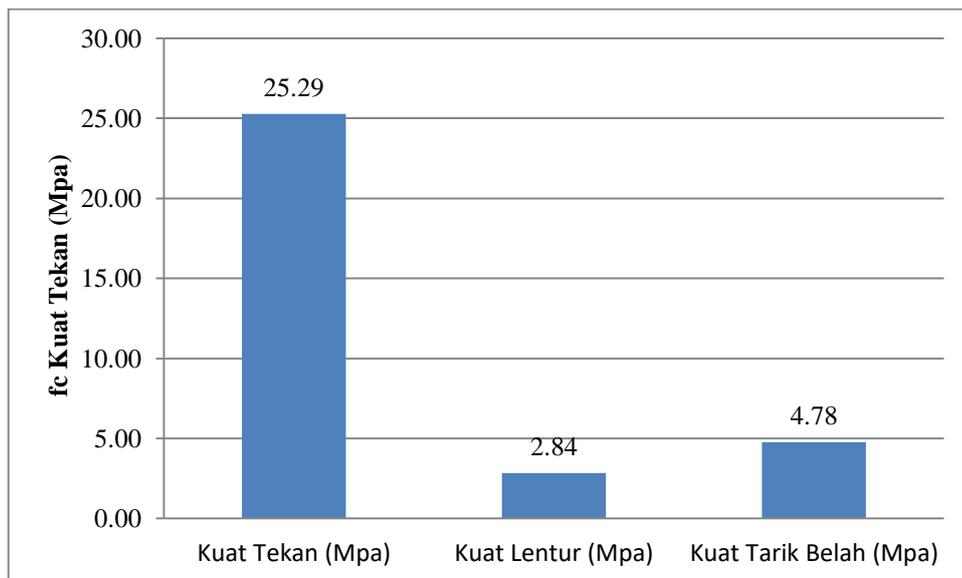
Gabungan ketiga pengujian ini menunjukkan bahwa beton memiliki kekuatan yang baik dalam menghadapi berbagai jenis beban, baik tekan, tarik, maupun lentur, dengan performa yang terus meningkat seiring bertambahnya umur beton.

Tabel 4. 13 Gabungan Hasil Pengujian Kuat Tekan, Kuat Lentur, Dan Kuat Tarik Belah Beton

No.	Umur (Hari)	Berat (Kg)	Beban Kuat Tekan (KN)	Kuat Tekan (f'c) (MPa)	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Tarik Belah (MPa)

1	7	11,643	280	15,853	-	-
2	7	11,505	240	13,588	-	-
3	7	11,535	300	16,985	-	-
4	14	11,569	380	21,515	-	-
5	14	11,390	380	21,515	-	-
6	14	11,555	340	19,250	-	-
7	28	11,906	440	24,912	2,667	5,111
8	28	11,625	480	27,176	3,022	4,444
9	28	11,493	420	23,779	-	-
Rata-rata 28 hari	-	11,58	362,222	25,29	2,844	4,778

Adapun grafik gabungan pada kuat tekan, kuat lentur dan kuat Tarik belah dapat dilihat pada tabel dibawah ini:



Gambar 4. 2 Hasil Pengujian Kuat Tekan, Kuat Lentur, dan Kuat Tarik Belah Beton pada umur 28 hari

Hasil pengujian kuat tekan, kuat lentur, dan kuat tarik belah beton menggunakan agregat halus (pasir) memberikan gambaran lengkap mengenai sifat mekanik beton pada berbagai umur. Pada pengujian kuat tekan, beton menunjukkan peningkatan yang signifikan seiring bertambahnya umur. Pada umur 7 hari, beton memiliki kuat tekan rata-rata sekitar 15,48 MPa, yang meningkat menjadi 20,76

MPa pada umur 14 hari, dan mencapai 25,29 MPa pada umur 28 hari. Ini mengindikasikan bahwa beton semakin kuat dan tahan terhadap beban tekan seiring waktu.

Untuk pengujian kuat lentur, yang mengukur kemampuan beton dalam menahan pembengkokan, pada umur 28 hari beton menunjukkan nilai rata-rata kuat lentur sebesar 2,844 MPa. Nilai ini menggambarkan seberapa baik beton dapat menahan beban lentur sebelum mengalami kerusakan. Sementara itu, pada pengujian kuat tarik belah, yang mengukur kemampuan beton dalam menahan gaya tarik yang dapat menyebabkan pecah atau terbelah, beton pada umur 28 hari memiliki kuat tarik belah rata-rata sekitar 4,778 MPa. Ini menunjukkan bahwa beton memiliki ketahanan terhadap gaya tarik yang cukup baik.

Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa beton dengan agregat halus (pasir) memiliki kemampuan mekanik yang cukup baik dalam menahan berbagai jenis beban, baik beban tekan, lentur, maupun tarik belah. Seiring bertambahnya umur beton, ketahanan dan kekuatannya terhadap beban-beban tersebut terus meningkat, yang sesuai dengan perkembangan kekuatan beton seiring waktu.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, berikut adalah kesimpulan mengenai karakteristik agregat halus dari pasir rajang serta pengaruhnya terhadap kekuatan beton:

1. Berdasarkan hasil pengamatan karakteristik agregat halus (pasir Sungai Rajang), dapat disimpulkan bahwa pasir ini memenuhi semua standar yang diperlukan untuk pembuatan beton. Kadar lumpur yang terukur menunjukkan bahwa pasir tidak akan mengurangi kualitas beton, dan kadar organik yang rendah tidak mempengaruhi proses hidrasi semen. Kadar air berada dalam rentang yang sesuai, sehingga tidak memerlukan penyesuaian besar dalam campuran beton. Berat volume lepas dan padat menunjukkan kerapatan dan kemampuan pemadatan yang baik. Absorpsi pasir menunjukkan kemampuan penyerapan air yang moderat, dan berat jenis spesifik serta modulus kehalusan berada dalam rentang yang diizinkan, menandakan densitas serta distribusi ukuran partikel yang ideal untuk menghasilkan beton berkualitas tinggi.
2. Hasil pengujian beton dengan agregat pasir rajang menunjukkan performa yang baik dalam berbagai aspek kekuatan beton. Nilai slump rata-rata sebesar 80 mm mengindikasikan konsistensi beton yang sedang. Kuat tekan beton meningkat signifikan dari 15,48 MPa pada umur 7 hari menjadi 25,29 MPa

pada umur 28 hari, menunjukkan kualitas beton yang baik dan sesuai standar kekuatan. Hasil uji kuat lentur rata-rata sebesar 2,844 MPa dan kuat tarik belah rata-rata 4,778 MPa juga menunjukkan bahwa beton dengan pasir rajang memenuhi kriteria yang diperlukan untuk aplikasi konstruksi. Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa beton dengan agregat pasir rajang memiliki kekuatan dan ketahanan yang memadai, mendukung penggunaannya dalam berbagai aplikasi konstruksi dengan kualitas yang konsisten dan optimal.

B. Saran

Adapun saran dalam penelitian ini:

1. Untuk memaksimalkan manfaat dari penggunaan pasir rajang sebagai agregat halus dalam campuran beton, disarankan agar kualitas pasir rajang dijaga secara konsisten melalui pemeriksaan rutin. Pihak pengembang beton harus memastikan bahwa pasir rajang yang digunakan memenuhi standar kualitas yang diperlukan untuk memastikan performa beton yang optimal. Selain itu, penting untuk melakukan pengujian berkala terhadap sifat fisik dan kimia pasir rajang agar campuran beton tetap stabil dan berkualitas. Dengan menjaga kualitas pasir rajang, beton yang dihasilkan akan terus memenuhi standar kekuatan yang diharapkan untuk aplikasi konstruksi.
2. Disarankan agar proporsi campuran beton dengan pasir rajang dioptimalkan untuk memanfaatkan kekuatan maksimum yang ditawarkan oleh agregat ini. Uji coba berbagai komposisi campuran dapat membantu menentukan formulasi yang paling efektif untuk mencapai kekuatan tekan, lentur, dan

tarik belah yang diinginkan. Selain itu, evaluasi lebih lanjut diperlukan untuk memahami dampak penambahan bahan tambahan terhadap kualitas beton, terutama dalam hal kekuatan tarik belah. Menghindari penambahan bahan tambahan yang berlebihan akan memastikan bahwa beton tetap memiliki kekuatan tarik belah yang memadai. Implementasi rekomendasi ini akan membantu dalam merancang campuran beton yang memenuhi kebutuhan struktural dan kualitas yang diperlukan dalam proyek konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arman. A, H. S. M. S. Y. P. (2017). pengaruh Penambahan Pasir Bukit Dan Pasir Sungai Terhadap Kuat Tekan Beton. *Institut Teknologi Padang*.
- Christa Anjelica, Suryanto Intan, V. J. (2019). Perbandingan Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Material Dari Sungai Waihatu Dan Pantai Desa Hattu. *Jurnal Manumata*, 5, 1.
- Dahlia Patah, A. D. (2021). Pasir Dan Kerikil Sungai Mappili Sebagai Material Lokal Untuk Campuran Beton Di Sulawesi Barat. *Journal Of Civil Engineering*, 3, 2.
- Elia Hunggurami, Christianus A. Suri, E. E. H. (2019). Kuat Tekan Beton Normal dan Mortar yang Menggunakan Agregat Halus dan Agregat Kasar Sungai Fatubena. *Jurnal Teknik Sipil*, 8, 2.
- Fanto Pardomuan Pane, H. Tanudjaja, R. S. W. (2015). Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3, 5.
- Frans Jovian Asmara, Suhendra, A. D. (2021). Analisis Perbandingan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton Yang Menggunakan Pasir Sungai Batang Asai Dan Pasir Sungai Batanghari. *Jurnal Talenta Sipil*, 4, 1–5.
- Lukas Mose, V. Johannes, T. J. M. S. (2022). Lukas Mose, V. Johannes, Th.J.M. Sahureka. (2022). Perbandingan Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Sungai Desa Tapa Dan Pantai Wati Desa Yatoke Di Pulau Babar. *Jurnal Manumata*, 18, 1.
- Mahendra, Y. I, Gardjito. E, Ridwan. A, W. H. (2021). Meningkatkan Kuat Tekan Beton $f_c' 16,60$ Mpa Menggunakan Fly Ash Dan Arang Batok Kelapa. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 4, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121>
- Meihizkia Y. Mau, Elia Hunggurami, T. M. W. S. (2018). Kuat Tekan Beton Menggunakan Agregat Halus Sungai Benlelang dan Sungai Lembur Serta Agregat Kasar Sungai Lembur. *Jurnal Teknik Sipil*, 7, 1.
- Misel Boro Allo, Herman Parung, J. M. (2021). Pemanfaatan Agregat Sungai To Puang Kabupaten Tana Toraja Sebagai Bahan Campuran Beton. -, 3(4).
- Mulyono, T. (2004). *teknologi beton*. andi. yogyakarta.
- Mustakim., Hairil., Y. (2021). Karakteristik Beton Menggunakan Agregat kasar Sungai Karawa Kabupaten Pinrang. *Jurnal Karajata Engineering*, 1, 1

- Nurnilam Oemiati, Masri Arivai, E. (2022). *Analisa Agregat Pasir Sungai Selangis, Sungai Kikim dan Sungai Ogan Terhadap Kuat Tekan Beton*. 9, 1
- Rahmawati, R., Adnan, A., & Wahyuddin, M. (2023). Perkerasan kaku (Rigid pavement) Menggunakan Limbah Beton Sebagai Material Perbaikan Jalan. *Jurnal Karajata Engineering*. 3(1), 1-6.
- Rahmawati, R., Mustakim, M., & Wahyuni, A. (2021). Studi Penggunaan Pasir Laut Desa Bojo Kabupaten Barru Sebagai Bahan Campuran Beton. *Karajata Engineering*, 1(1), 6-12.
- Reni Nur Anggraini, Fadrizal Lubis, W. A. (2022). Analisis Perbandingan Kuat Tekan Beton Terhadap Penggunaan Pasir Alam Dan Pasir Pecah. *JICE - Journal of Infrastructure and Civil Engineering*, 2(pp. 81-86), 1.
- Samekto, W. & C. R. (2021). *Teknologi Beton* (Kanisisus).
- Syafri Wardi, D. D. R. (2022). Pengaruh Penggunaan Agregat Kasar dan Halus dari Quarry Siulak Deras dan Quarry Sungai Rumpun di Kabupaten Kerinci terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 1, 3.
- Yosep Bala, Adjib Karjanto, N. R. (2018). Uji Kelayakan Kualitas Pasir Namaweka dan Pasir Apung Waikomo Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton. *EUREKA : Jurnal Penelitian Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 2, 1.
- SNI 1969-2008. Berat Jenis
- PEDC, 1983:44. "Karakteristik Beton"
- SNI 2417, 2008. Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan mesin Abrasi Los Angeles, Bandung
- SNI 03-691-1996. Pengujian Kuat Tekan Beton.
- SNI 03-1968-1990, Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar, BSN
- SNI 03-1970-1990. Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus. Badan Standarisasi Nasional
- SNI 03-1971-1990. Metode Pengujian Kadar Air Agregat. Badan Standarisasi Nasional
- SNI 03-1972-2008. Tata Cara Pengujian Slump Beton
- SNI 03-2493-1991, Metoda Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton di

Laboratorium, Badan Standar Nasional, Indonesia.

SNI 03-2816-1992. Pengujian Kotoran Organik

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

SNI 03-4142-1996. Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 MM). Badan Standarisasi Nasional.

SNI 03-4142-1996. Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 MM). Badan Standarisasi Nasional.

SNI 03-4431-1997. "Kuat Tarik Lentur"

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

SNI 15 2049 2004 Semen portland

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