

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Beton adalah komponen struktur yang banyak digunakan pada konstruksi bangunan. Penggunaan beton yang dominan dikarenakan pembuatan yang mudah dan harga yang murah. Umumnya penggunaan beton dimulai dari konstruksi bawah sampai konstruksi atas. Pada penggunaan di konstruksi bawah, beton akan berada dalam lingkungan yang beragam. Salah satunya adalah lingkungan agresif. Indonesia salah satu negara kepulauan yang sebahagian wilayahnya dikelilingi oleh lingkungan yang agresif. Lingkungan agresif dapat menyebabkan kerusakan pada beton akibat keberadaan unsur-unsur kimia yang ada di dalam tanah. Pembangunan perumahan, pertokoan, jembatan dan irigasi terletak di kawasan yang mempunyai sifat fisis kebasaan yang tinggi dan mengandung unsur sulfat (SO_4) dan ion klorida (Cl), yang dapat menembus ke dalam beton sehingga menyebabkan kerusakan beton. Banyaknya pengembangan suatu wilayah tanpa disadari terletak pada tanah di kawasan yang mengandung air asin dan air payau. Hal ini menyebabkan kondisi berbahaya terhadap kerusakan struktur yang berbahaya terhadap keselamatan pengguna bangunan. Masalah yang dihadapi di lapangan adalah mutu beton pada konstruksi menurun akibat air payau sehingga menyebabkan elemen struktur pada konstruksi keropos. Sedangkan tindakan pencegahan sangat jarang bahkan tidak pernah dilakukan. Akibatnya umur konstruksi sangat singkat.

Perkembangan ekonomi disuatu Kota sering dipengaruhi oleh perkembangan infrastruktur di kota tersebut maupun sebaliknya. Pada suatu kota yang sudah maju, meningkatnya pertumbuhan ekonomi akan menambah infrastruktur di kota tersebut. Sebaliknya di Kota berkembang seperti Kota Parepare, meningkatkan pertumbuhan ekonomi sebagai contoh dengan adanya bangunan-bangunan disekitar muara. Pada umumnya susunan material pembuatan beton diambil dari bahan material yang baik.

Air Payau adalah salah satu penyebab kegagalan struktur bangunan. Hal ini disebabkan kandungan sulfat dan ion klorida pada air yang mengandung garam/asin yang bereaksi dengan unsur kimia pada baja tulangan sehingga mengakibatkan terjadinya korosi pada tulangan. Padahal tulangan adalah komponen yang penting untuk menahan beban-beban struktur. Dengan terjadinya korosi, kekuatan tulangan akan menurun bahkan menghilang, sehingga mengakibatkan kegagalan struktur.

Porositas pada beton sangat penting diteliti terutama pada bangunan tepi muara dan bangunan yang bersinggungan dengan tanah. Pada bangunan tepi muara, beton akan bersinggungan dengan air garam yang mengandung NaCl yang dapat meresap kedalam beton sehingga dapat merusak bahkan menghancurkan beton. Kerusakan beton terjadi ketika NaCl tersebut menguap sehingga didalam pori-pori timbul kristal-kristal yang akan mendesak pori-pori dinding beton. Akibatnya beton pecah menjadi serpihan-serpihan kecil.

Maka dari itu biasanya untuk mengurangi kerugian yang ditimbulkan akibat pengaruh klorida dan sulfat pada beton ini, seringkali digunakan beton

dengan mutu tinggi. Hal ini dimaksudkan agar penetrasi air asin kedalam beton menjadi semakin sulit karena tingkat kepadatan beton yang tinggi. Sehingga kekuatan beton yang berada dilingkungan laut tidak mengalami perubahan.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik material campuran beton normal.
2. Bagaimana karakteristik kuat tekan beton menggunakan air payau.
3. Berapa besar perbedaan kuat tekan beton pada campuran beton air payau dan campuran beton normal pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui perbedaan kuat tekan beton dengan variabel campuran air bersih dan air payau.
2. Untuk mengetahui kuat tekan beton dengan variabel campuran air bersih dan air payau pada umur 7, 14, 21, 28 hari.
3. untuk mengetahui prosentase perbedaan kuat tekan beton dengan variabel campuran air bersih dan air payau.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memberikan informasi yang jelas dalam penggunaan air payau dari Sungai Karajae pada kuat tekan maksimal beton tersebut.
2. Untuk mengetahui pengaruh kuat tekan beton apakah dapat diaplikasikan pada pengerjaan konstruksi beton.

3. Pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dibidang Teknik Sipil.

E. Batasan Masalah

Untuk mempermudah pembahasan maka diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Air yang digunakan dalam campuran beton adalah air payau dari Sungai Karajae dan air tidak diteliti dilaboratorium.
2. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran tiap sisinya 15 cm x 30 cm.
3. Semen yang digunakan adalah PCC (*Portland Composit Cement*) sesuai standar SNI 15-7064-2004.
4. Perencanaan campuran beton sesuai SNI 03-2834-1993 dengan FAS 0,5.
5. Pengujian kuat tekan beton menggunakan alat uji kuat tekan UTM (*Universal testing machine*) dengan kapasitas 150 KN.
6. Agregat halus (*pasir*) yang digunakan berasal dari daerah curyp I-3.
7. Agregat kasar (*split*) berasal dari Parepare dengan ukuran maksimal 20 mm.
8. Uji kuat tekan dilakukan sesuai dengan SNI 03-1974-1990 pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari.
9. Slump yang digunakan 60-100 mm, dan pengujian slump digunakan sesuai SNI-1972-2008.
10. Perendaman yang dilakukan menggunakan air bersih PDAM selama 7, 14, 21, dan 28 hari.
11. Jumlah sampel yang diuji berjumlah 60 sampel dengan perbandingan masing-masing 3 sampel.

F. Sistematika Penulisan

Penulisan ini dilakukan secara sistematis yang dirangkum dalam beberapa bab sebagai berikut:

1. **Bab I. Pendahuluan** : Menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
2. **Bab II. Tinjauan Pustaka** : Bab ini berisikan tinjauan teoritis dan eksperimental terkait dengan penelitian yang diperoleh dari studi literatur.
3. **Bab III. Metodologi Penelitian** : Bab ini membahas tentang pendeskripsian dan langkah kerja dan tata cara yang dilakukan dalam meneliti.
4. **Bab IV. Hasil dan Pembahasan** : Merupakan pemaparan atas hasil analisis terhadap variabel-variabel bebas yang telah ditetapkan.
5. **Bab V. Penutup** : Berisikan kesimpulan dan saran terkait pengembangan penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Beton

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (SNI 03-2847-2002).

1. Ketersediaan (*availability*) material dasar seperti agregat, air dan semen pada umumnya biasa diperoleh dari daerah lokal atau setempat.
2. Kemampuan beradaptasi (*adaptability*) yang baik karena beton dapat dicetak dengan bentuk dan ukuran berapapun dan tidak memerlukan sambungan.
3. Selain itu beton juga dapat diproduksi dengan berbagai cara yang disesuaikan dengan situasi sekitar.
4. Kebutuhan pemeliharaan yang minimal, karena secara umum ketahanan (*durability*) beton yang cukup tinggi yang lebih tahan terhadap karat dan kebakaran.

Adapun kelemahan beton sebagai berikut:

1. Berat sendiri beton yang besar, sekitar 2400 kg/m^3 .
2. Kekuatan tariknya rendah, meskipun kuat tekannya besar.
3. Beton cenderung mengalami retak.
4. Kualitasnya tergantung dengan cara pelaksanaan dilapangan.

5. Struktur beton sulit dipindahkan.
6. Pemakaian kembali atau daur ulang sulit dilakukan dan tidak ekonomis.

2. Semen portland

Menurut standar industri Indonesia SII 0013-1981 dalam Nugraha dan Antoni (2007), semen *portland* adalah semen hidrolik yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidraulik. Bahan dasar untuk membuat semen *portland* yaitu oksida kapur, oksida silica, oksida alumina dan oksida besi. Untuk membuat 1 ton semen *portland*, diperlukan 1,3 ton batu kapur (CaCO_3), 0,3 ton pasir silica atau tanah liay (SiO_2 dan Al_2O_3), 0,03 ton pasir atau kerak besi (Fe_2O_3) dan 0,04 ton *gypsum* ($\text{CaSO}_4\text{H}_2\text{O}$). Menurut Mulyono (2004), fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat. Walaupun komposisi beton adalah semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting. Semen memiliki hidrasi yang sedikit lebih rumit, ketika semen dicampur dengan air, maka *calcium sulfate* (CaSO_4) dan *alkali sulfate* (SO_4) yang terkandung dalam semen akan beraksi dengan cepat. Namun apabila semen reaksi tersebut mengalami dehidrasi, maka langkah yang dapat dilakukan adalah dengan menambah ion pada salah satu molekul yang terdapat pada ikatan reaksi tersebut. (Newman dan Choo, 2003).

Dalam campuran beton, semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif adalah kelompok yang berfungsi sebagai pengisi. (Tjokromulyo, 1995). Pada umumnya semen berfungsi untuk:

- a. Bercampur dengan air untuk mengikat pasir dan kerikil agar terbentuk beton.
- b. Mengisi rongga-rongga diantara butir-butir agregat.

Sedangkan untuk susunan oksida dari semen portland adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Susnan oksida semen portland

Oksida	Pesen rata-rata
Kapur (CaO)	63
Silika (SiO ₂)	22
Alumunia (Al ₂ O ₃)	7
Besi (Fe ₂ O ₃)	3
Magnesia (MgO)	2
Sulfur (SO ₃)	2

Sumber: Paul Nugraha dan Antoni, 2007.

Sifat kimia dari bahan pembentuk ini mempengaruhi kualitas semen yang dihasilkan, sebagaimana hasil susunan kimia yang terjadi diperoleh senyawa dari semen portland.

Tabel 2.2 Empat senyawa dari semen portland

Nama Senyawa	Rumus Oksida	Notasi Kadar	Rata-rata
<i>Trikalsium Silikat</i>	$3CaO.SiO_2$	C_3S	50
<i>Dikalsium Silikat</i>	$2CaO.SiO_2$	C_2S	25
<i>Trikalsium Aluminat</i>	$3CaO.Al_2O_3$	C_3A	12
<i>Tetrakalsium Aluminoforit</i>	$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_2$	C_4AF	8

Sumber: Paul Nugraha dan Antoni, 2007.

Senyawa-senyawa kimia dari semen portland adalah tidak stabil secara termodinamis, sehingga sangat cenderung untuk bereaksi dengan air. Untuk membentuk produk hidrasi dan kecepatan bereaksi dengan air dari setiap komponen adalah berbeda-beda, maka sifat-sifat hidrasi masing-masing komponen perlu dipelajari.

a. *Trikalsium Silikat* (C_3S) = $3CaO.SiO_2$.

Senyawa ini mengalami hidrasi yang sangat cepat yang menyebabkan pengerasan awal, menunjukkan desintegrasi (perpecahan) oleh sulfat air tanah, oleh perubahan volume kemungkinan mengalami retak-retak.

b. *Dikalsium Silikat* (C_2S) = $2CaO.SiO_2$.

Senyawa ini mengeras dalam beberapa jam dan dapat melepaskan panas, kualitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruh terhadap kekuatan beton pada awal umurnya, terutama pada 14 hari pertama.

c. *Trikalsium Aluminat* (C_3A) = $3CaO.Al_2O_3$.

Formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat, senyawa ini berpengaruh terhadap proses peningkatan kekuatan yang terjadi dari 14 sampai 28 hari, memiliki ketahanan agresi kimia yang relatif tinggi, penyusutan yang relatif rendah.

d. *Tetrakalsium Aluminoforit (C4Af) = 4CaO.Al2O3.FeO3*

Adanya senyawa ini kurang penting karena tidak tampak banyak pengaruh terhadap kekuatan dan sifat semen (*L.J Murdock, 1986*).

Perubahan komposisi kimia semen yang dilakukan dengan cara mengubah prosentase empat komponen utama semen dapat menghasilkan beberapa tipe semen yang sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland di Indonesia (PUBI, 1982) dibagi menjadi 5 jenis sebagai berikut:

Tabel 2.3 Jenis-jenis semen portland

Jenis Semen	Sifat Pemakaian	Kadar Senyawa (%)				Panas Hidrasi Hari (J/g)
		C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	
<i>I</i>	Normal	50	24	11	8	330
<i>II</i>	Modifikasi	42	33	5	13	250
<i>III</i>	Kekuatan Awal Tinggi	60	13	9	8	500
<i>IV</i>	Panas Hidrasi Rendah	26	50	5	12	210
<i>V</i>	Tahan Sulfat	40	40	9	9	250

Sumber : ATSM C 150

3. Agregat

Bentuk agregat halus akan mempengaruhi kualitas mutu beton yang dibuat. Agregat berbentuk bulat mempunyai rongga udara minimum 33% lebih kecil dari rongga udara yang dipunyai oleh agregat berbentuk lainnya. Semakin berkurangnya rongga udara yang terbentuk, beton yang dihasilkan akan mempunyai rongga udara yang lebih sedikit.

Cara membedakan agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan berdasarkan pada ukuran butir-butirannya. Agregat yang mempunyai butir-butir yang besar disebut agregat kasar yang ukurannya lebih besar dari 4,8 mm. Sedangkan butir agregat yang kecil disebut agregat halus yang memiliki ukuran lebih kecil dari 4,8 mm. Menurut peraturan SK-SNI-T-15 -1990-03.

Agregat adalah butiran mineral yang berasal dari alam atau buatan yang memiliki fungsi sebagai bahan pengisi campuran pada beton. Agregat pengisi campuran beton terbagi atas agregat halus dan agregat kasar. Agregat halus biasanya berupa pasir atau partikel-partikel lain yang lolos saringan dengan diameter 4 mm atau 5 mm, sedangkan agregat kasar tidak lolos saringan tersebut. Pada umumnya penggunaan bahan agregat dalam adukan beton yaitu agregat kasar dan agregat halus mencapai jumlah sekitar 70%-75% dari seluruh volume massa pada beton (Dipohusodo, 1994). II-3 Menurut Amri (2005), kandungan agregat halus tidak boleh mengandung susunan butiran yang tidak mampu mengisi rongga-rongga yang ada diantara agregat kasar. Campuran yang kekurangan agregat halus sukar untuk dikerjakan dan pada saat pengecoran akan membentuk kantong-kantong udara. Dalam keadaan sebaliknya dimana agregat

halus lebih banyak dibandingkan agregat kasar akan menghasilkan beton dengan permukaan yang kasar dan dibutuhkan lebih banyak air agar diperoleh faktor kemudahan kerja. Menurut Mulyono (2004), ukuran agregat dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton. Untuk perbandingan bahan-bahan campuran tertentu, kekuatan tekan dan kuat lentur beton berkurang jika ukuran maksimum bertambah besar, dan juga akan menambah kesulitan dalam pengerjaannya.

a. Agregat Kasar

Kekuatan agregat bervariasi dalam batas yang besar. Butir-butir agregat dapat bersifat kurang kuat karena dua hal. Pertama, karena terdiri dari bahan yang lemah atau terdiri dari partikel yang kuat tetapi tidak baik dalam hal pengikatan (*interlocking*). Kedua, porositas yang besar yang akan mempengaruhi ketahanan terhadap beban. Dalam hal pemilihan agregat kasar porositas yang rendah merupakan faktor yang sangat menentukan untuk menghasilkan suatu adukan beton yang seragam, dalam artian mempunyai keteraturan dan keseragaman yang baik pada mutu maupun parameter yang dibutuhkan.

Berdasarkan berat jenisnya, agregat kasar dibedakan menjadi 3 (tiga) golongan (Kardiyono Tjokromulyo, 1992), yaitu:

1. Agregat normal

Agregat normal adalah agregat yang berat jenisnya antara 2,5 – 2,7 gr/cm³. Agregat ini biasanya berasal dari agregat basalt, granit, kuarsa, dan sebagainya. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis sekitar 2,3 gr/cm³.

2. Agregat berat

Agregat berat adalah agregat yang mempunyai berat jenis lebih dari 2,8 gr/cm³. Misalnya magnetik (FeO₄) atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis tinggi sampai 5 gr/cm³. Penggunaanya dipakai sebagai pelindung dari radiasi.

3. Agregat ringan

Agregat ringan adalah agregat yang mempunyai berat jenis kurang dari 2,0 gr/cm³. Biasanya dibuat untuk beton non struktural atau dinding beton. Kebaikannya adalah berat sendiri yang rendah sehingga strukturnya yang ringan sehingga pondasinya lebih ringan.

Agregat yang dapat dipakai harus memenuhi syarat-syarat (*Kardiyono Tjokromulyo, 1992*):

- a Kerikil harus merupakan butir yang keras dan tidak berpori. Kerikil tidak boleh hancur dengan adanya pengaruh cuaca. Sifat keras diperlukan agar diperoleh beton yang keras pula. Sifat tidak berpori untuk menghasilkan beton yang tidak mudah tembus oleh air.
- b Agregat harus dari unsur organik
- c Kerikil tidak mengandung lumpur lebih dari 1% berat kering lumpur yang dimaksud adalah agregat yang melalui ayakan diameter 0,063 mm, bila lumpur melebihi 1% berat kering maka kerikil harus dicuci terlebih dahulu
- d Kerikil mempunyai bentuk yang tajam. Dengan bentuk yang tajam maka timbul gesekan yang lebih besar pula yang menyebabkan ikatan yang lebih baik.

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

Indeks yang dipakai untuk ukuran kehalusan dan kekasaran butir agregat ditetapkan dengan modulus halus butir. Pada umumnya pasir mempunyai modulus halus 1,5 – 3,8 dan kerikil antara 5 – 8. Modulus halus butir campuran dihitung dengan rumus:

$$W = \frac{C-P}{K-C} \times 100\%$$

.....(1)

Dengan:

W : Presentase berat pasir terhadap berat kerikil.

K : Modulus halus butir kerikil.

P : Modulus halus butir pasir

C : Modulus halus butir campuran

Agregat kasar berupa pecahan batu, pecahan kerikil alami dengan ukuran butiran minimal 5 mm dan ukuran butiran maksimal 40 mm.

Tabel 2.4 Persyaratan agregat kasar

Pengujian	Standar	Nilai
Kekekalan agregat terhadap larutan natrium dan magnesium	SNI 03-3470-1994	Maks. 12%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 03-2417-1991	Maks. 40%
Kekekalan agregat terhadap aspal	Sni 03-2439-1991	Maks. 95%
Angularitas kedalaman dari permukaan (10 cm)	DoT's Pensilvania Test	95/90
Angularitas kedalaman dari permukaan (10 cm)	Method, PTM No. 621	80/75
Partikel pipih	ATSM D-4791	Maks. 25%
Partikel lonjong	ATSM D-4791	Maks. 10%
Material lolos saringan no. 200	SNI 03-4142-1996	Maks. 1%
Agregat Impact Value (AIV)	BS 812: part 3: 1975	Maks. 30%
Berat jenis dan penyerapan	SNI 03-1969-1990	Maks. 3%

Sumber: Bina Marga, 2012

b. Agregat Halus

Kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya. yaitu, pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar. Pasir yang digunakan dalam adukan beton harus memenuhi syarat sebagai berikut.

- 1 Pasir harus terdiri dari butir-butir tajam dan keras. Hal ini dikarenakan dengan adanya bentuk pasir yang tajam, maka ikatan antar agregat akan lebih baik, sedangkan sifat keras untuk menghasilkan beton yang keras pula.
- 2 Butirnya harus bersifat kekal. Sifat kekal ini berarti pasir tidak mudah hancur oleh pengaruh cuaca, sehingga beton yang dihasilkan juga tahan terhadap pengaruh cuaca.
- 3 Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dari berat kering pasir, lumpur yang ada akan menghalangi ikatan antara pasir dan pasta semen, jika konsentrasi lumpur tinggi maka beton yang dihasilkan akan berkualitas rendah.
- 4 Pasir tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak, dimana yang disarankan untuk tes warna harus lebih kecil no. 3.

Agregat halus adalah pasir alam sebagai disintegrasi alami dari batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran terbesar 4,8 mm.

Untuk butir agregat yang kecil disebut agregat halus yang memiliki ukuran lebih kecil dari 4,8 mm.

Tabel 2.5 Persyaratan agregat halus

Pengujian			Standar	Nilai
Material	mengandung	bahan	SNI 03-4428-1997	Maks. 8%
plastis dengan cara setara pasir				

Berat jenis agregat halus	SNI 03-1970-1990	Maks. 2,5%
Penyerapan	SNI 03 4428-1997	Maks. 3%
Material lolos saringan		Maks. 8%

Sumber: Bina Marga, 2012

4. Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta sebagai pelumas antara butiran-butiran agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, zat organik, dan bahan lain yang dapat merusak beton dan tulangan dalam jumlah yang membahayakan (SK SNI 03-2847-2002).

Tabel 2.6 Penentuan banyaknya air per m³ beton

Banyaknya semen (Kg)	Air untuk pasir dan kerikil alam yang bulat (Liter)		Air untuk pasir dan kerikil batu pecahan (Liter)	
	Beton plastis	Lembab	Beton plastis	Lembab
150	160	140	195	180
200	165	145	200	185
250	170	150	205	190
300	175	155	210	195
350	180	160	215	200

Tabel 2.7 Batas maksimum ion klorida pada jenis beton

Jenis Beton	Batas (%)
Beton Pra-Tekan	0,06
Beton bertulang yang selamanya berhubungan dengan klorida	0,15
Beton bertulang yang selamanya kering atau terlindung dari basah	
Konstruksi beton bertulang lainnya	1,00
	0,30

Sumber : PB 1989:23 dalam mulyono (2004).

5. Air Payau

Air payau adalah air yang kandungan garamnya lebih rendah dari air laut, tetapi lebih tinggi dari pada air tawar (terutama air disekitar muara). Air payau memiliki campuran antara air tawar dan air laut (air asin). Jika kadar garam yang dikandung satu liter air adalah antara 0,5 sampai 30 gram, maka air ini disebut air payau ([https://id.m.Wikipedia.org](https://id.m.wikipedia.org)).

Parameter kimia air payau mencakup konsentrasi zat-zat terlarut seperti oksigen (O₂), ion Hidrogen (pH), karbon dioksida (CO₂), amonia (NH₃), asam sulfida (H₂S), nitrogen dalam bentuk nitrik (NO₂-N).

Tabel 2.8 Kandungan Kimia Air Payau

No	Parameter	Sampel pengukuran
1	Natrium (Na)	9.600 mg/l
2	Magnesium (Mg)	100.000 mg/l
3	Kalium (K)	247 mg/l

4	Kalsium (Ca)	623 mg/l
5	Khlor (Cl)	17,22 mg/l
6	Sulfat (SO ₄)	1200 mg/l

6. Air Laut

Air laut merupakan campuran dari 95,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik, dan partikel-partikel tak terlarut, sifat-sifat fisis utama air laut ditentukan oleh 95,6% air murni.

Tabel 2.9 Komposisi ion pada air laut.

Nama Umum	Ion	(g)
Sodium	Na	10360
Magnesium	Mg ⁺⁺	1,294
Calcium	Ca ⁺⁺	0,413
Potassium	K ⁺	0,387
Strontium	Sr ⁺⁺	0,008
Clorida	CL ⁻	19,353
Sulfat	SO ₄ ²⁻	2,217
Bromide	Br ⁻	0,008
Boron	N ₃ B ₃	0,001
Bikarbonat	HCO ³⁻	0,142
Fluor	F ⁻	0,001

(Emmanuel dkk, 2012)

B. Slump

Slump merupakan pedoman yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton, semakin tinggi tingkat kelecakannya maka semakin mudah pengerjaannya (nilai workability tinggi). Slump ditentukan dengan menguji ketinggian dari adukan dalam kerucut terpancung terhadap tinggi adukan setelah cetakan diambil. Penentuan nilai slump sangat penting untuk mencapai nilai kuat tekan beton dalam sebuah perencanaan. Nilai slump untuk berbagai macam struktur dapat diperlihatkan pada tabel berikut:

Tabel 2.10 Nilai slump untuk berbagai macam struktur

Uraian	Nilai slump (mm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	80	25
Pondasi telapak tidak bertulang, akison dan konstruksi dibawah tanah	80	25
Plat balok, kolom, dan dinding	100	25
Pekerjaan jalan	80	25
Pembetonan massal	50	25

Sumber: (Kardiyono Tjokromulyo, 1992)

C. Kuat Tekan Beton

Menurut Amri (2005), Kuat tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Proporsi campuran pada campuran pada beton harus dirancang agar menghasilkan suatu kuat tekan rata-rata yang disyarat.

Pada tahap pelaksanaan konstruksi, beton yang telah dirancang campurannya harus diproduksi sedemikian rupa sehingga memperkecil frekuensi terjadinya beton dengan kuat tekan yang lebih rendah dari kuat tekan yang disyaratkan (f'_c).

Untuk menentukan kuat karakteristik beton (f'_c) dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana : f'_c = kuat desak beton (cm^2)

P = beban aksial yang bekerja (kg)

A = luas penampang aksial yang memikul (cm^2)

Ada beberapa bagian utama yang dapat mempengaruhi mutu beton, yaitu sebagai berikut:

- a. Proporsi bahan-bahan penyusunnya
- b. Metode perancangan
- c. Keadaan saat pengecoran dilaksanakan, yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat

Kontribusi yang diberikan oleh semen terhadap peningkatan kekuatan beton terutama terdapat dalam tiga faktor sebagai berikut (Mulyono, 2004):

1. Faktor Air Semen (FAS) secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai

FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti kekuatan beton semakin tinggi. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,65. Rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antar partikel dalam beton sangat bergantung pada FAS.

2. Kehalusan butir dari semen. Semakin halus butir semen maka proses hidrasi semen akan semakin cepat sehingga kekuatan beton akan lebih cepat tercapai. Semakin halus butir semen, waktu yang dibutuhkan semen untuk mengeras semakin cepat.
3. Komposisi dari bahan-bahan kimia semen. Komposisi kimia semen akan menyebabkan perbedaan dari sifat-sifat semen, secara tidak langsung akan menyebabkan perbedaan naiknya kekuatan dari beton yang akan dibuat. Jika beton menggunakan bahan kimia yang dapat mempercepat waktu peningkatan maka kadar kimia atau senyawa kimia C3S dalam semen harus diperbanyak, jika sebaliknya maka harus dikurangi.

Tabel 2.11 Mutu beton dan penggunaan

Jenis	F_c'	σ_{bk}'	Uraian
Beton	(Mpa)	(Kg/cm ²)	

Mutu tinggi	36 – 65	K400 - K800	Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang dan sejenisnya.
Mutu sedang	20 - <35	K250 - <K400	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti plat, lantai, jembatan, gelagar beton bertulang, diagfragma, kerb beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan.
Mutu rendah	15 - <20 10 - <15	K175 - <250 K125 - <175	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton. siklop, trotoar, dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu. Digunakan sebagai lantai kerja penimbunan kembali dengan beton.

D. Umur Beton

Kekuatan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naik secara cepat (linear) sampai umur 7 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Kekuatan tekan beton pada kasus tertentu akan bertambah sampai beberapa tahun. Biasanya kekuatan tekan rencana beton dihitung pada umur 7 hari (Mulyono, 2004). Perawatan beton yang baik

membantu meningkatkan kualitas beton. Kontrol yang baik terhadap temperatur udara, kecepatan angin, suhu beton dan tingkat kelembaban relative akan meningkatkan kualitas beton seiring dengan bertambahnya umur beton (Newman dan Choo, 2003).

E. Perencanaan Campuran Beton

Selain metode American Concrete Institute (ACI). Metode Road Note No. 4 dari metode SK.SNI.T-15-1990-03, caralain dalam merancang campuran beton dengan cara coba-coba. Cara ini cukup ekonomis tapi membutuhkan waktu yang cukup lama. Metode ini dikembangkan berdasarkan ketiga cara diatas, setelah dilakukan pelaksanaan dan evaluasi, cara ini berusaha mendapatkan pori-pori yang minimum atau kepadatan beton yang maksimum artinya kebutuhan agregat halus dan agregat kasar maksimum untuk mendapatkan kebutuhan semen yang minimum, metode ini digunakan dilaboratorium dengan orang-orang berpengalaman dalam perencanaan campuran beton, dan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Langkah percobaan

- a. Tetapkan FAS dengan cara yang dikenal.
- b. Tentukan proporsi agregat campuran.

Dengan cara dilakukan pengujian berat satuan, hingga didapatkan proporsi campuran antara agregat halus dengan agregat kasar yang akan menghasilkan kepadatan yang maksimum.

- c. Menentukan proporsi antara pasta semen dengan agregat campuran sehingga diperoleh kelecakan dengan baik.

Percobaannya dilakukan dengan cara memasukkan FAS yang berat semen sesuai dengan langkah (a) kedalam campuran agregat langkah (b).

- d. Lakukan uji tekan.

Koreksi hasilnya dengan cara yang dikenal atau menurut (SK.SNI M-10-1991-03). Untuk mengetahui kuat tekan pada umur 28 hari.

2. Pelaksanaan campuran di laboratorium

Setelah didapatkan proporsi yang sesuai, secara teoritis, maka hal tersebut dilakukan pencampuran didalam laboratorium dengan membuat desain benda uji berupa silinder ukuran 15 cm x 30 cm sesuai pengujian kuat tekan beton. Dengan menentukan jumlah sampel dan variasi campuran yang akan diteliti dengan memperhatikan proporsi campuran yang sudah didapatkan secara teoritis. Adapun langkah pelaksanaannya sebagai berikut:

- a. Timbang proporsi dari bahan-bahan pencampuran dalam satuan berat (kg).
- b. Masukkan proporsi tersebut kedalam mixer. Sesuai dengan tata cara pengadukan beton segar (SK.SNI. T-28-1990-03).
- c. Uji kelecakan dengan uji slump untuk beton segar, sesuai dengan perencanaan.
- d. Masukkan adukan kedalam cetakan kubus (SK.SNI. T-16-1991-03).
- e. Buka cetakan setelah 24 jam dan lakukan perawatan. Menurut (SK.SNI. M-62-1990-03)

- f. Lakukan uji kuat tekan sesuai dengan umur beton yang direncanakan. Pengujian dilakukan menurut standar (ATSM C 39) atau menurut yang disyaratkan (PBI, 1989)

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dipakai pada penelitian ini mengacu pada penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena dan hubungan-hubungannya. Penelitian kuantitatif adalah definisi, pengukuran data kuantitatif dan statistik objektif melalui perhitungan ilmiah berdasarkan dari sampel.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pembuatan benda uji, pemeliharaan, dan pengujian dilaksanakan dilaboratorium Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare.

Waktu penelitian yang Insya Allah akan dilaksanakan pada bulan Februari 2024 sampai dengan bulan Maret 2024.

C. Sampel Penelitian

Metode penelitian yang diterapkan adalah metode eksperimen, yaitu penelitian yang bertujuan untuk menyelidiki pengaruh jenis air terhadap kuat tekan beton. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan air payau dalam campuran semen, agregat halus dan agregat kasar. Semua sampel diuji pada umur yang telah ditentukan untuk melihat perkembangan kuat tekan dari masing-masing sampel. Pengujian tes tekan beton menggunakan 60 sampel beton.

Penelitian ini meliputi tiga macam pengujian yaitu uji fisis material, uji *slump* dan uji tekan beton. Material campuran beton harus memiliki ukuran butir serta kandungan lumpur, dan air yang sesuai dengan spesifikasi yang diterapkan. Benda uji yang dicetak pada penelitian ini dicetak dengan menggunakan cetakan silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm. Silinder tersebut dirawat dengan direndam dengan air laut dan kemudian diuji pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari.

Tabel 3.1 Jumlah benda uji penelitian

No	Benda Uji Dengan Masing-Masing Campuran	Umur Perawatan (Hari)	Jumlah
1	Air Normal	7, 14, 21, 28	12
2	Air payau 25%	7, 14, 21, 28	12
3	Air payau 50%	7, 14, 21, 28	12
4	Air payau 75%	7, 14, 21, 28	12
5	Air payau 100%	7, 14, 21, 28	12
Total Benda Uji			60

D. Alat dan Bahan Penelitian

1. Bahan/Material yang digunakan

- a. Portland Composite Cement (PCC).
- b. Agregat halus (Pasir).
- c. Agregat kasar (Batu pecah).
- d. Air normal.
- e. Air Payau.

2. Peralatan

- a. Timbangan.
- b. Satu set alat pemeriksaan agregat.
- c. Mesin aduk beton (molen).
- d. Kerucut Abrahams.
- e. Cetakan silinder.
- f. Tongkat penumbuk.
- g. Mesin uji desak.
- h. Sekop besar.
- i. Kaliper.
- j. Penggaris.
- k. Gelas ukur.
- l. Ember.
- m. Sendok semen.
- n. Seperangkat peralatan kunci.

E. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam sejumlah tahapan seperti yang disajikan pada bagan alir penelitian.

1. Pengujian Material

Pemeriksaan material penyusun beton dilakukan dilaboratorium bahan Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Porehare. Tahapan pemeriksaan penelitian meliputi pemeriksaan semen, agregat halus, dan agregat kasar.

a. Pemeriksaan material semen.

1. Pemeriksaan pembungkus/kantong semen
2. Pemeriksaan kehalusan semen

b. Pemeriksaan agregat.

Pemeriksaan agregat meliputi agregat kasar dan agregat halus yang dilakukan berdasarkan *ASTM* sebagai bahan material campuran beton.

1. Pemeriksaan kadar lumpur.

Tujuannya untuk mengetahui kadar lumpur yang dikandung dalam agregat yang akan digunakan sebagai bahan adukan beton. Pada agregat ini ada batasan kadar lumpur yaitu pada agregat halus kadar lumpur maksimal 5% dan pada agregat kasar kandungan lumpur maksimal 1%.

2. Pemeriksaan berat volume.

Pemeriksaan ini untuk mengetahui berat volumedalam kondisi “ SSD
“ (Saturated Surface Dry).

3. Pemeriksaan berat jenis.

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui berat jenis agregat yang akan digunakan.

4. Analisis saringan dan modulus kehalusan.

Analisis saringan bertujuan untuk mengetahui distribusi butiran (gradasi) agregat dengan menggunakan saringan. Dari analisis saringan yang dilakukan diperoleh modulus halus butir agregat. Modulus halus diperoleh dari jumlah persen kumulatif dari butiran agregat yang tertinggal diatas satu set ayakan dan kemudian dibagi seratus.

5. Pemeriksaan kadar organik.

Pemeriksaan ini untuk mengetahui kadar organik pada agregat. Pemeriksaan kadar organik tidak boleh lebih besar dari no. 3 yang disyaratkan.

6. Pemeriksaan keausan.

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui keausan agregat kasar. Dengan spesifikasi maksimal 40% tertahan saringan no. 12.

2. Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan SNI 03-2384-1993. Perhitungan *mix design* pada penelitian ini akan menggunakan nilai FAS sebesar 0,5 sedangkan nilai *slump* 60 mm – 100 mm.

3. Proses Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dalam penelitian ini dilakukan dengan cara pengadukan dengan mesin pengaduk campuran beton (molen). Dengan variasi campuran air sebagai berikut:

- 1) Air normal
- 2) Air payau 25%
- 3) Air payau 50%
- 4) Air payau 75%
- 5) Air payau 100%

Pengadukan material campuran beton dilakukan setelah selesai menghitung perencanaan campuran beton (*mix design*) dan agregat yang digunakan pada campuran sudah dalam keadaan saturated surface dry (SSD). Tahap pengadukan dilakukan dengan menggunakan mesin pengaduk campuran beton (*molen*). Tahapan pengadukan material campuran beton yang akan dilakukan sebagai berikut:

- a. Menambahkan air dan semen kedalam adukan.
- b. Mencampur agregat halus dan agregat kasar hingga merata kedalam mesin pengaduk campuran beton (*molen*).

Menambahkan air secara bertahap sesuai kebutuhan.

4. Pengujian slump (slump 60-100 mm)

Slump test yang direncanakan pada spesifikasi 60 – 100 mm, slump test dilakukan dengan panduan SK SNI-1972-2008, tahapan pengujian slump dilakukan sebagai berikut:

Mempersiapkan peralatan dan benda uji (adukan Beton)

- a. Membasahi kerucut abrams dan papan landasan
- b. Mengisi adukan kedalam kerucut abrams

- c. Melakukan pemadatan adukan dengan melakukan tusukan sebanyak 25 kali menggunakan besi penusuk pada setiap lapisan beton dengan tinggi $\frac{1}{3}$ dari tinggi kerucut abrams (terdapat 3 lapis).
- d. Melepaskan kerucut abrams dari adukan dengan mengangkat secara perlahan dan diletakkan dengan posisi terbalik disamping adukan.
- e. Memperoleh nilai slump, dengan mengukur selisih tinggi adukan dengan kerucut abrams.

5. Pencetakan benda uji

Cetakan benda uji yang digunakan adalah cetakan silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm, tahap pencetakan benda uji dilakukan sebagai berikut:

1. Mempersiapkan cetakan silinder.
2. Memberikan pelumas pada permukaan dinding bagian dalam dan alas bagian dalam cetakan.
3. Mengisi adukan beton ke dalam cetakan, selanjutnya dilakukan pemadatan adukan dengan menusukan besi pemadat sebanyak 25 tusukan pada tiap lapisan adukan dengan tebal $\frac{1}{2}$ tinggi cetakan (terdapat 2 lapisan).
4. Meratakan permukaan bagian atas cetakan.
5. Membongkar cetakan setelah umur beton 24 jam.

6. Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji yang dilakukan sesuai dengan SNI-03-2493-1991. Perawatan dilakukan setelah pembongkaran cetakan lalu direndam didalam air bersih sesuai dengan umur beton yang direncanakan. Benda uji dikeluarkan dari bak perendaman sehari sebelum pengujian tekan dilakukan. Kebutuhan air yang

digunakan untuk merendam benda uji selalu dikontrol agar air perendaman beton tidak mengalami kekurangan selama proses perawatan.

7. Pengujian kuat tekan

Tahap pengujian kuat tekan beton dilaksanakan setelah tahapan perawatan benda uji. Pengujian dilakukan ketika benda uji beton berumur 14, 21, dan 28 hari. Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan berdasarkan SKSNI 03-1974-1990. Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan untuk mengetahui seberapa besar kapasitas beton mampu menahan kuat tekan maksimum. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan mengeluarkan benda uji dari bak perendaman 1 hari sebelumnya. Tahapan pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini dilakukan sebagai berikut:

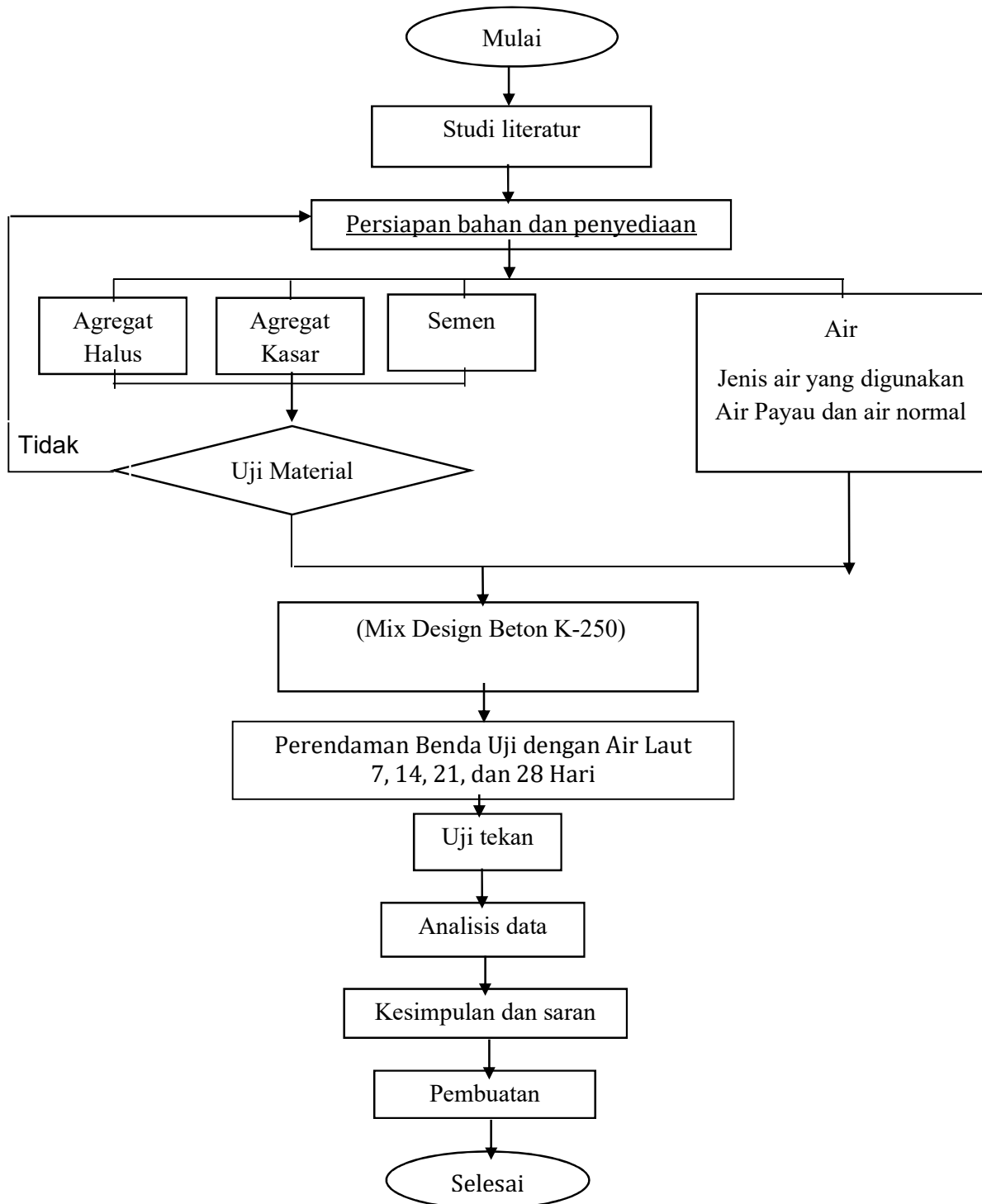
- a. Benda uji yang telah dikeluarkan dari bak perendaman diangin-anginkan selama 1 hari.
- b. Penimbangan dan pengukuran dimensi benda uji
- c. Pengujian kuat tekan beton menggunakan alat uji tekan UTM (Universal Testing Machine) dengan kapasitas alat sebesar 150 kN.
- d. Data yang diperoleh dari pengujian adalah data beban maksimum yang mampu ditahan oleh benda uji.

F. Teknik Analisis Data

- a. Teknik analisis data yang dipakai pada penelitian ini menggunakan analisa parametrik deskriptif.
- b. Data hasil uji kuat tekan beton diperoleh dari pembagian antara beton maksimum benda uji dengan luas penampang benda uji.

- c. Data akan disajikan dalam bentuk tabel maupun grafik.

G. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat berdasarkan pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dilakukan terhadap agregat kasar dan agregat halus. 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: Hasil olah data 2024)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	NILAI RATA-RATA	KETERANGAN
1	Kadar lumpur	Maks 5%	3.90%	Memenuhi
2	Kadar organik	< No. 3	No. 2	Memenuhi
3	Kadar air	2% - 5%	3.52%	Memenuhi
4	Berat volume			
	a. Kondisi lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1.45	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1.89	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2%	1.42%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	2.32	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.24	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.27	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 - 3,80	3.29	Memenuhi

Dari pengujian agregat halus didapatkan hasil sebagai berikut:

a. Kadar lumpur agregat

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat halus diatas yaitu 3,90%, 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 3,52%, 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 1,45 sedangkan pengujian berat volume agregat halus kondisi padat yaitu 1,89, 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 1,42%, 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 2,32, berat jenis kering yaitu 2,24 dan berat jenis kering permukaan yaitu 2,27, 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 3,29, 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 Kasar

Tabel 4.2 Rekapitulasi pengujian agregat kasar (Sumber: Hasil olah data 2024)

NO.	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	NILAI RATA-RATA	KETERANGAN
1	Kadar lumpur	Maks 1%	1.00%	Memenuhi
2	Keausan	Maks 50%	10.9%	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2%	1.94%	Memenuhi
4	Berat volume			
	a. Kondisi lepas	1,6 - 1,9 kg/liter	1.83	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 - 1,9 kg/liter	1.86	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4 %	2.25%	Memenuhi
6	Berat jenis spesifik			
	a. Bj. Nyata	1,6 - 3,3	3.10	Memenuhi
	b. Bj. dasar kering	1,6 - 3,3	2.90	Memenuhi
	c. Bj. kering permukaan	1,6 - 3,3	2.96	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	6,0 - 8,0	7.54	Memenuhi

Dari pengujian agregat kasar diatas didapatkan hasil sebagai berikut.

a. Kadar Lumpur

Hasil yang didapatkan dari pengujian kadar lumpur agregat kasar diatas didapatkan hasil 1,00%, 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 10,9% yang nilainya lebih kecil dari 50% sehingga agregat kasar dapat dijadikan bahan campuran beton.

c. Kadar Air

Dari pengujian kadar air diatas didapatkan hasil 1,94% 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 1,83 sedangkan pada pengujian berat volume padat didapatkan hasil 1,86 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 2,25% 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 3,11. Berat jenis kering didapatkan nilai sebesar 3,10. Dan untuk berat jenis kering permukaan didapatkan hasil pengujian sebesar 2,90 yang keseluruhan nilainya masih dalam interval 1,6– 2.96 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 7,54 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:

Data Material/Bahan :

Mutu Beton	25 Mpa
Slump	75 – 100 Mm
Ukuran agregat maksimum	20
Berat kering oven Ag. Kasar	1.971
Berat jenis semen tanpa tambahan udara	3.15
Modulus Kehalusan Ag. Halus	3.29
Berat jenis (SSD) Ag. Halus	2.27
Berat jenis (SSD) Ag. Kasar	2.96
Penyerapan air Ag. Halus	1.42%
Penyerapan air Ag. Kasar	1,73%
Kadar Air Ag. Halus	3.52%
Kadar Air Ag. Kasar	1.94%
Berat Volume Pasir Pantai	1.834

Perhitungan

Kuat desar rencana:

$$\begin{aligned}
 f_{c'} &= 25 \text{ Mpa} \\
 &= 25 \times 9,81 \\
 &= 245.250 \text{ Kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

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:

$$\text{Margin} = 1,64 \times S_d$$

Margin digunakan untuk meminimalisir penurunan kuat tekan beton pada saat pencampuran yang sesuai dengan volume pekerjaan klasifikasi kecil yang kurang dari 1000m³.

Tabel 4. 3 Tabel nilai deviasi (kg/cm²) 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	46 < s < 55	47 < s < 55
Sedang	1000 – 3000	45 < s < 55	46 < s < 55	47 < s < 55
Besar	> 3000	45 < s < 55	46 < s < 55	47 < s < 55
		50		

$$\begin{aligned}
 \text{Margin (m)} &= 1,64 \times Sd \\
 &= 1,64 \times 50 \\
 &= 90,2 \quad \text{Kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

2. Kuat beton rencana (fcr)

$$\begin{aligned}
 f_{cr} &= f_{c'} + m \\
 &= 245.250 + 90,2 \\
 &= 327.25 \text{ Kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

3. Volume air yang diperlukan tiap m³ adukan beton

Adapun tabel volume air yang diperlukan tiap m³ adukan beton sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Volume air yang diperlukan tiap m³ 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:

$$x = x_1 + \frac{(y-y_1)}{y_2-y_1} (x_2 - x_1)$$

a. Kebutuhan air

Diketahui:

$$X = ?$$

$$Y = 20$$

$$X_1 = 193$$

$$Y_1 = 25$$

$$X_2 = 205$$

$$Y_2 = 19$$

b. Kadar udara

Diketahui:

$$X = ?$$

$$Y = 20$$

$$X_1 = 1,5\%$$

$$Y_1 = 25$$

$$X_2 = 2\%$$

$$Y_2 = 19$$

Air

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

Udara

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

$$\begin{aligned}
 x \text{ (air)} &= 193 + \frac{(20 - 25)}{19 - 25} (205 - 193) \\
 &= 203 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 x \text{ (udara)} &= 1,5\% + \frac{(20 - 25)}{19 - 25} (2\% - 1,5\%) \\
 &= 1,9 \%
 \end{aligned}$$

4. Penentuan faktor air semen (FAS)

Tabel 4. 5 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:

$$X = ?$$

$$Y = 33,36$$

$$X_1 = 0,47$$

$$Y_1 = 35$$

$$X_2 = 0,54$$

$$Y_2 = 30$$

FAS

35	0,47
33,36	?
30	0,54
x=	0,49

$$\begin{aligned}
 x \text{ (FAS)} &= 0,47 + \frac{(33,36 - 35)}{30 - 35} (0,54 - 0,47) \\
 &= 0,49 \quad \text{Kg}
 \end{aligned}$$

5. Berat semen tiap 1 m³ beton

$$W \text{ air} = 203 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned}
 W \text{ semen} &= \frac{W \text{ air}}{FAS} = \frac{203}{0,49} = 411,78 \text{ kg/m}^3 \\
 &= \frac{w \text{ Semen}}{1000} = \frac{411,78}{1000} = 0,411 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\text{Vol. semen} = \frac{W \text{ semen (ton)}}{\text{Berat jenis semen}} = \frac{0,411}{3,15} = 0,131 \text{ m}^3$$

6. Berat kerikil tiap 1 m³ beton

Tabel 4. 6 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. Modulus Kehalusan 2,80

Diketahui:

$$X = ?$$

$$Y = 20$$

$$X1 = 0,60$$

$$Y1 = 19$$

$$X2 = 0,65$$

$$Y2 = 25$$

b. Modulus Kehalusan 3,00

Diketahui:

$$X = ?$$

$$Y = 20$$

$$X1 = 0,60$$

$$Y1 = 19$$

$$X2 = 0,65$$

$$Y2 = 25$$

c. Modulus Kehalusan 3,29

Diketahui:

$$X = ?$$

$$Y = 3,29$$

$$X1 = 0,608$$

$$Y1 = 3,00$$

$$X2 = 0,620$$

$$Y2 = 2,80$$

2,80		3,00		3,29	
19	0,62	19	0,60	3,00	0,608
20	?	20	?	3,29	?
25	0,67	25	0,65	2,80	0,620
x=	0,628	x=	0,608	x=	0,591

$$x (\text{Modulus } 2,80) = 0,62 + \frac{(20-19)}{25-19} (0,67 - 0,62)$$

$$= 0,628$$

$$x (\text{Modulus } 3,00) = 0,60 + \frac{(20-19)}{25-19} (0,65 - 0,60)$$

$$= 0,608$$

$$x (\text{Modulus } 3,29) = 0,608 + \frac{(3,29 - 3,0)}{2,80 - 3,0} (0,628 - 0,608)$$

$$= 0,591$$

$$\text{Berat kering oven} = 1,971 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} W \text{ Kerikil} &= \text{Volume} \times \text{Berat kering oven} \\ &= 0,61 \times 1,971 = 1,19887579 \text{ ton} \\ &= W \text{ Kerikil} \times 1000 \\ &= 1,19887579 \times 1000 = 1198,87579 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V \text{ Kerikil} = \frac{\text{Berat kerikil}}{\text{Berat jenis kerikil}} = \frac{1,19887579}{2,96} = 0,405 \text{ m}^3$$

7. Berat absolute pasir 1 m³ beton

$$\begin{aligned} \text{Vol. Air} &= 203 \text{ kg} \\ &= \frac{\text{Berat Air}}{\text{BJ. Air}} \\ &= \frac{203 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0,203 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol. padat semen} &= 411,78 \text{ kg} \\ &= \frac{\text{Berat semen}}{\text{BJ Semen} \times 1000} \\ &= \frac{0,411}{3,03 \times 1000} = 0,13 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol. absolute Ag. Kasar} &= 1198,876 \text{ kg} \\ &= \frac{\text{Berat Ag.kasar}}{\text{BJ Ag.kasar} \times 1000} \\ &= \frac{1198,876}{2,96 \times 1000} = 0,40 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol. udara terperangkap} &= 1,9\% \\ &= 1 \text{ m}^3 \times 1,9\% = 0,02 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jumlah Vol. padat selain Ag. Halus

$$V_{\text{tot}} = \text{Vol. air} + \text{vol. semen} + \text{vol. ag. Kasar} + \text{vol. udara}$$

$$= 0,20 + 0,13 + 0,40 + 0,02$$

$$= 0,76 \text{ m}^3$$

Vol. Ag. Halus

$$= 1 - \text{Vol. total}$$

$$= 1 - 0,76$$

$$= 0,24 \text{ m}^3$$

Berat Ag halus kering

$$= \text{Vol. Ag. Halus} \times (\text{BJ Ag. Halus} \times 1000)$$

$$= 0,24 \times (2,27 \times 1000)$$

$$= 551 \text{ kg}$$

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

Diketahui:

$$X = ?$$

$$Y = 20$$

$$X1 = 2380$$

$$Y1 = 25$$

$$X2 = 2345$$

$$Y2 = 19$$

Berat Beton 1 m³

25	2380
20	?
19	2345
x=	2350

$$\begin{aligned}
 x(\text{beton}) &= 2380 + \frac{(20 - 25)}{19 - 25} (2345 - 2380) \\
 &= 2351 \quad \text{Kg}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan data diatas maka perkiraan berat beton adalah 2351

Sehingga :

Air (Berat bersih)	=	203.0
Semen	=	411.78
Agregat kasar	=	1198,87579
Jumlah	=	1813,66

$$\begin{aligned}
 \text{Maka berat Ag. Halus adalah} &= 2350,8333 - 1813,66 \\
 &= 537,17 \quad \text{Kg}
 \end{aligned}$$

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 :

$$\text{Ag. Kasar} = 1,9\%$$

$$\text{Ag. Halus} = 3,5\%$$

Sehingga berat (massa) penyesuaian berdasarkan kadar air adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Ag. Kasar (Basah)} &= \text{Ag. Kasar (Basah)} \times \text{Kadar Air Ag. Kasar} \\
 &= 1198.87579 \times 1,9\%
 \end{aligned}$$

$$= 23,266 \quad \text{kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Ag. Halus (Basah)} &= \text{Ag. Halus (Basah)} \times \text{Kadar Air Ag. Halus} \\ &= 537,17 \times 3,5\% \\ &= 18,916 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Air yang diberikan Ag. Kasar} &= \text{Penyerapan air Ag. Kasar} \times \text{Ag. Kasar (Basah)} \\ &= 1,7\% \quad \times \quad 1198,8758 \\ &= 21 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air yang diberikan Ag. Halus} &= \text{Penyerapan air Ag. Halus} \times \text{Ag. Halus (Basah)} \\ &= 1,4\% \quad \times \quad 537 \\ &= 8 \end{aligned}$$

Dengan demikian kebutuhan air yang ditambahkan adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Air}_{\text{koreksi}} &= \text{Air} - \text{Tot. berat massa} + \text{Tot. penyerapan air} \\ &= 203.0 \quad - \quad 42,182 \quad + \quad 28 \\ &= 189.2 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

Maka perkiraan 1 m³ beton adalah sebagai berikut

$$\text{Air koreksi} = 189.2 \quad \text{kg}$$

$$\text{Semen} = \frac{\text{Air}}{\text{FAS}} = \frac{189,2}{0,49} = 383.89 \quad \text{kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Ag. Kasar} &= \text{Berat ag. kasar} + \text{berat kadar air ag. kasar} - \text{berat penyerapan} \\ &\quad \text{ag. Kasar} \\ &= 1198,8758 + 23,266 - 21 \\ &= 1201,3 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

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

$$= 537 + 18,916 - 8$$

$$= 548,5 \quad \text{kg}$$

Jumlah = Air + Semen + ag. Kasar + ag. Halus

$$= 189,2 + 383,89 + 1201,3 + 548,5$$

$$= 2322,9 \quad \text{kg}$$

10. 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)	189.2	203.0	203.0
Semen	383.9	411.8	411.8
Ag. Kasar (kering)	1201,3	1198,9	1198,9
Ag. Halus (kering)	548,5	537,2	551,1

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

1	1,43	3,13	0.49
---	------	------	------

11. 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 = 0.00530144 m³

Volume total silinder = 0.01590431 m³

kebutuhan beton 1 silinder

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

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

$$= 0.0053014 \text{ m}^3$$

Volume total silinder = Volume 1 silinder $\times$ Jumlah beton silinder

$$= 0,0053014 \text{ m}^3 \times 3$$

$$= 0.01590431 \text{ m}^3$$

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

Volume tambahan = Vol. 3 silinder $\times$ 15%

$$= 0.01590431 \text{ m}^3 \times 15\%$$

$$= 0.00238565 \text{ m}^3$$

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

$$= 0.01590431 \text{ m}^3 + 0.00238565 \text{ m}^3$$

$$= 0.01828996 \text{ m}^3$$

Kebutuhan Air Payau 25%

$$\text{Berat Air Payau} = \text{Berat Air} \times 25\%$$

$$= 203,00 \times 25\%$$

$$= 50,75 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat Air Biasa} = \text{Berat Air} - \text{Berat Air Payau}$$

$$= 203,00 - 50,75$$

$$= 152,25 \text{ kg}$$

Kebutuhan Air Payau 50%

$$\text{Berat Air Payau} = \text{Berat Air} \times 50\%$$

$$= 203,00 \times 50\%$$

$$= 101,50 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat Air Biasa} = \text{Berat Air} - \text{Berat Air Payau}$$

$$= 203,00 - 101,50$$

$$= 101,5 \text{ kg}$$

Kebutuhan Air Payau 75%

$$\text{Berat Air Payau} = \text{Berat Air} \times 75\%$$

$$= 203,00 \times 75\%$$

$$\begin{aligned}
 &= 152,25 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat Air Biasa} &= \text{Berat Air} - \text{Berat Air Payau} \\
 &= 203,00 - 152,25 \\
 &= 50,8 \text{ kg} \\
 \textbf{Kebutuhan Air Payau 100\%} \\
 \text{Berat Air Payau} &= \text{Berat Air} \times 100\% \\
 &= 203,00 \times 100\% \\
 &= 203,00 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat Air Biasa} &= \text{Berat Air} - \text{Berat Air Payau} \\
 &= 203,00 - 203,00 \\
 &= - \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan untuk campuran silinder beton

	Berat m ³	Berat 1 silinder	Berat 3 Silinder
W Semen	411,78 kg	2,51 kg	7,53 kg
W Pasir	537,17 kg	3,27 kg	9,82 kg
W Krikil	1198,88 kg	7,31 kg	21,93 kg
W Air	203,00 kg	1,24 kg	3,71 kg
Air payau 25%	50,75 kg	0,31 gr	0,93 kg
Air payau 50%	101,50 kg	0,62 gr	1,86 kg
Air payau 75%	152,25 kg	0,93 gr	2,78 kg
Air payau 100%	203,0000 kg	1,24 gr	3,71 kg

C. Nilai *Slumps*

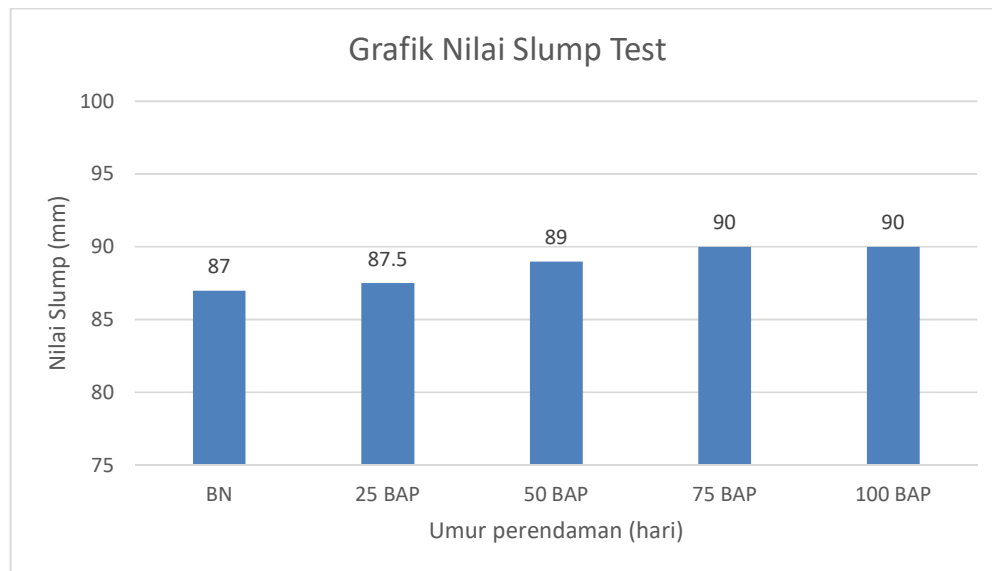
Pengujian nilai *Slump test* dilakukan dengan menggunakan kerucut *abrams*, dengan membasahi kerucut *abrams* terlebih dahulu kemudian menempatkannya ditempat yang rata. Kemudian diisi dengan beton segar sebanyak 3 lapis, setiap lapisan diisi 1/3 dari volume kerucut *abrams* dan ditusuk

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. 7 Hasil pengujian nilai *Slump test* (Sumber: Hasil olah data 2024)

NO	Variasi Campuran beton	Waktu campur (menit)	<i>Slump</i> rencana (mm)	<i>Slump</i> rata-rata lapangan (mm)
1	BN	± 10	75 – 100	87
2	BAP 25%			87,5
3	BAP 50%			89
4	BAP 75%			90
5	BAP 100%			90

Berdasarkan tabel 4.9 diatas memberikan penjelasan tentang perbandingan nilai *Slump test* antara masing-masing variasi. Dimana pada beton normal dan penambahan pasir pantai didapatkan nilai *Slump test* yang memenuhi *slump* rencana.



Gambar 4. 1 Perbandingan nilai *slump* pada setiap variasi

Dari gambar 4.1 tampak bahwa untuk kondisi *slump* tanpa substitusi pasir pantai atau beton normal cukup tinggi. Sedangkan ketika ditambahkan pasir pantai dalam substitusi semen, nilai *slump* menurun seiring bertambahnya persentase variasi penambahan pasir pantai atau semakin banyak substitusi pasir pantai rendah *workability* nya. Dalam campuran tersebut butir semen atau pasir didalam campuran terjadi hidrasi sehingga menjadi padat.

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, 21 hari, dan 28 hari dengan sebanyak 60 sampel yang terdiri dari 5 variasi campuran yaitu beton normal, air biasa dan air payau 25%, air biasa dan air payau 50%, air biasa dan air payau 75% dan air payau 100%. Untuk masing-masing variasi campuran dibuat 12 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, air biasa dan air payau 25%, air biasa dan air payau 50%, air biasa dan air payau 75% dan air payau 100% dengan 4 hari perawatan yaitu sebagai berikut

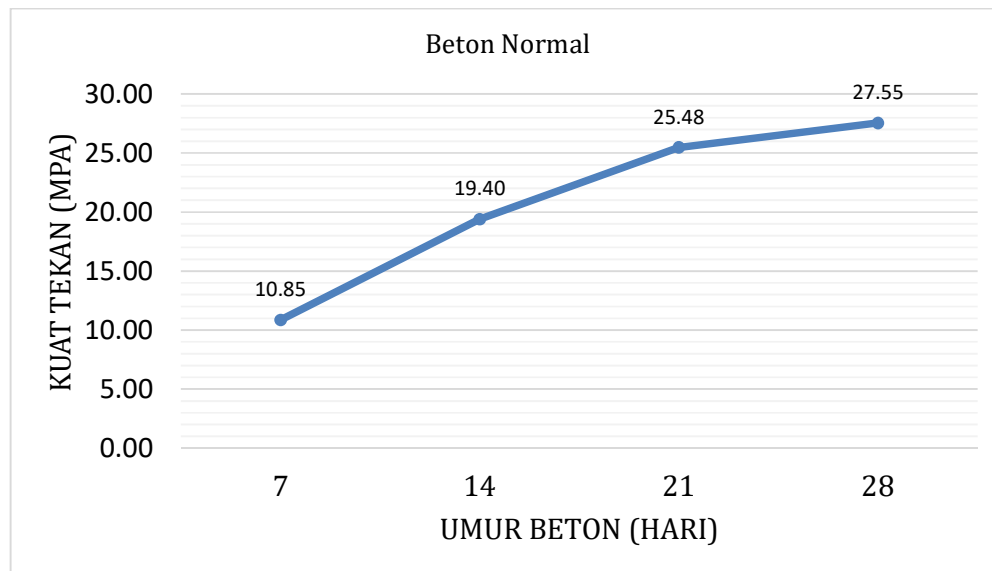
1. Beton normal

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton normal yang didapat pada pengujian 7,14,21, dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 8 Rekap hasil kuat tekan beton normal (Sumber: Hasil olah data 2024)

Umur (hari)	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat tekan f'_c (Mpa)	koef. umur	Kuat tekan f'_{ci} (Mpa)	Kuat tekan (K)
7	11,47	191,67	10,85	0,65	16,69	201,14
14	11,72	342,67	19,40	0,88	22,05	265,62
21	11,77	450,00	25,48	1,00	25,48	306,96
28	11,77	486,67	27,55	1,00	27,55	334,25

Pada pengujian sampel uji dengan beton normal dengan silinder ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 10,852 MPa untuk umur 7 hari, 19,401 Mpa untuk umur 14 hari, 25,478 Mpa untuk umur 21 hari, dan 27,554 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 2 Grafik pengujian kuat tekan beton normal

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton normal mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 8,55 Mpa, dari umur 14 hari ke 21 hari sebesar 6,08 Mpa, dan 21 hari ke 28 hari sebesar 2,07 Mpa.

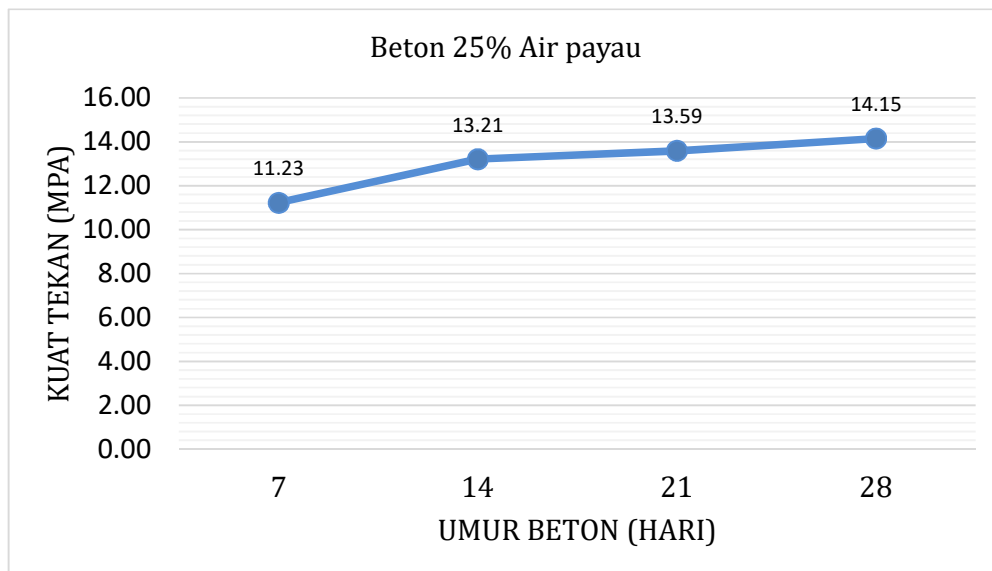
2. Variasi 25% Air Payau

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton 25% air payau yang didapat pada pengujian 7,14,21 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 9 Rekap hasil kuat tekan beton variasi 25% air payau (Sumber: Hasil olah data 2024)

Umur (hari)	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat tekan f'c (Mpa)	koef. umur	Kuat tekan f'ci(Mpa)	Kuat tekan (K)
7	11,51	198,33	11,23	0,65	17,28	208,14
14	11,80	233,33	13,21	0,88	15,01	180,87
21	11,73	240,00	13,59	1,00	13,59	163,71
28	11,83	250,00	14,15	1,00	14,15	163,71

Pada pengujian sampel uji dengan variasi 25% air payau dengan silinder ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 11,229 MPa untuk umur 7 hari, 13,211 Mpa untuk umur 14 hari, 13,588 Mpa untuk umur 21 hari, dan 14,154 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 3 Grafik pengujian kuat tekan BAP 25%

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton dengan variasi 25% air payau mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 1,98 Mpa, dari umur 14 hari ke 21 hari sebesar 0,38 Mpa, dan 21 hari ke 28 hari sebesar 0,56 Mpa.

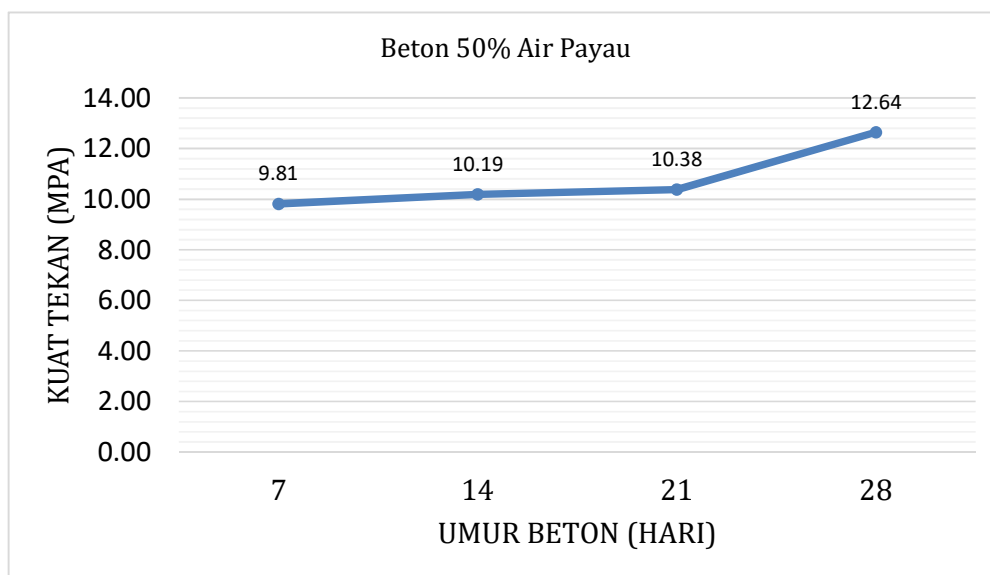
3. Variasi 50% Air Payau

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton 50% air payau yang didapat pada pengujian 7,14,21 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 10 Rekap hasil kuat tekan beton variasi 50% air payau (Sumber: Hasil olah data 2024)

Umur (hari)	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat tekan f'_c (Mpa)	koef. umur	Kuat tekan f'_{ci} (Mpa)	Kuat tekan (K)
7	11,71	173,33	9,81	0,65	15,10	181,90
14	11,80	180,00	10,19	0,88	11,58	139,53
21	11,74	183,33	10,38	1,00	10,38	125,06
28	11,85	223,33	12,64	1,00	12,64	153,48

Pada pengujian sampel uji dengan variasi 50% air payau dengan silinder ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 9,81 MPa untuk umur 7 hari, 10,19 Mpa untuk umur 14 hari, 10,38 Mpa untuk umur 21 hari, dan 12,64 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 4 Grafik pengujian kuat tekan BAP 50%

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton dengan variasi 50% air payau mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari

sebesar 0,38 Mpa, dari umur 14 hari ke 21 hari sebesar 0,19 Mpa, dan 21 hari ke 28 hari sebesar 2,26 Mpa.

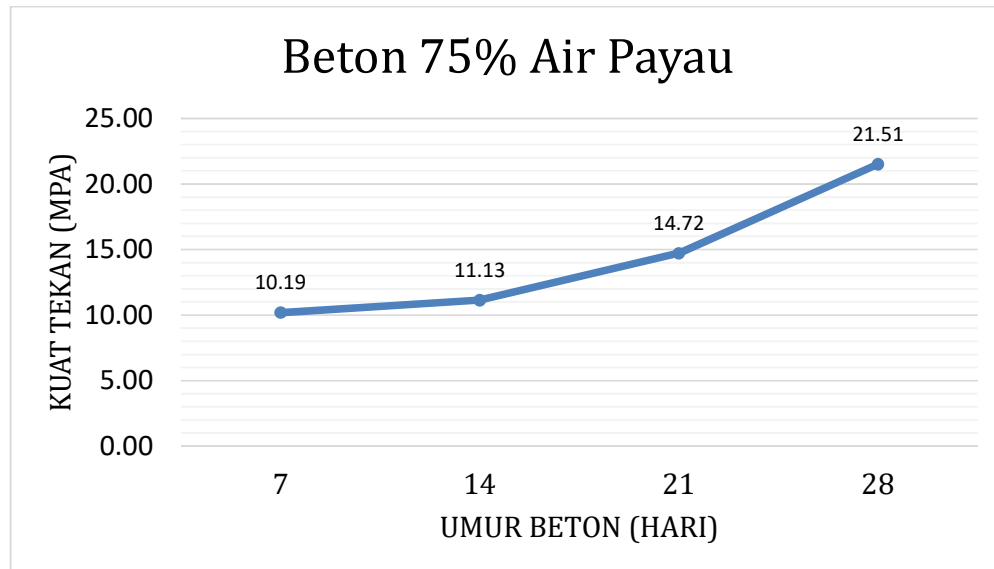
4. variasi 75% Air Payau

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton 75% air payau yang didapat pada pengujian 7,14,21 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 11 Rekap hasil kuat tekan beton variasi 75% air payau (Sumber: Hasil olah data 2024)

Umur (hari)	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat tekan f'_c (Mpa)	koef. umur	Kuat tekan f'_{ci} (Mpa)	Kuat tekan (K)
7	11,96	180,00	10,19	0,65	15,68	188,90
14	12,06	196,67	11,13	0,88	12,65	152,45
21	11,86	260,00	14,72	1,00	14,72	177,35
28	11,92	380,00	21,51	1,00	21,51	266,03

Pada pengujian sampel uji dengan variasi 75% air payau dengan silinder ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 14,720 MPa untuk umur 7 hari, 11,135 Mpa untuk umur 14 hari, 10,191 Mpa untuk umur 21 hari, dan 21,515 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 5 Grafik pengujian kuat tekan BAP 75%

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton dengan variasi 75% air payau mengalami peningkatan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 0,94 Mpa, dari umur 14 hari ke 21 hari sebesar 3,59 Mpa, dan umur 21 hari ke 28 hari sebesar 6,79 Mpa.

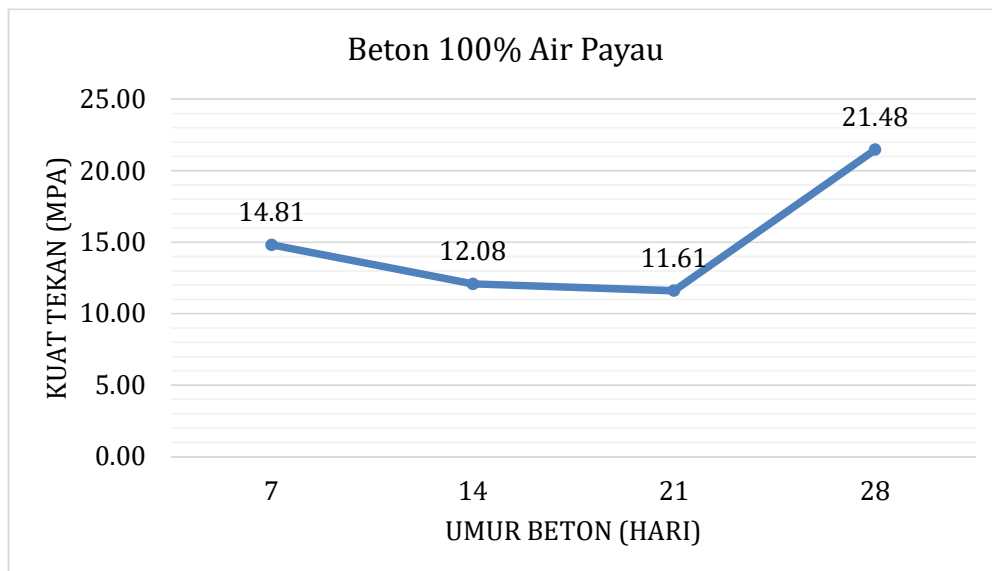
5. variasi 100% Air Payau

Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata pada beton 100% air payau yang didapat pada pengujian 7,14,21 dan 28 hari ialah sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Rekap hasil kuat tekan beton variasi 100% air payau (Sumber: Hasil olah data 2024)

Umur (hari)	Berat (Kg)	Beban (KN)	Kuat tekan f'c (Mpa)	koef. umur	Kuat tekan f'ci (Mpa)	Kuat tekan (K)
7	11,97	205,00	11,61	0,65	17,86	215,13
14	12,08	213,33	12,08	0,88	13,73	165,37
21	11,86	261,67	14,81	1,00	14,81	178,49
28	12,02	379,33	21,48	1,00	21,48	265,35

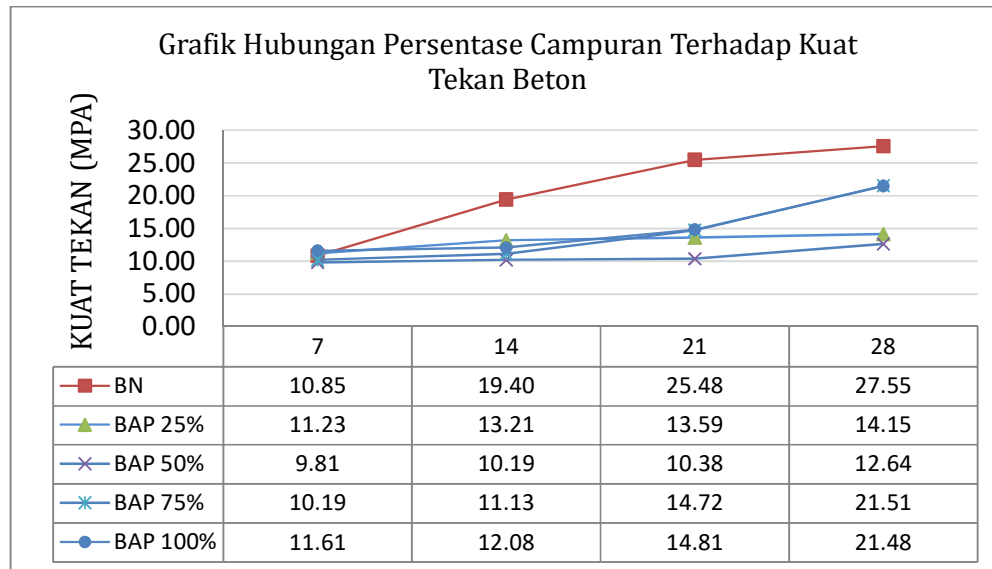
Pada pengujian sampel uji dengan variasi 100% air payau dengan silinder ukuran 15 x 30 cm dengan jumlah sampel 3 buah didapat kuat tekan dengan rata-rata 14,815 MPa untuk umur 7 hari, 12,078 Mpa untuk umur 14 hari, 11,607 Mpa untuk umur 21 hari, dan 21,477 MPa untuk umur 28 hari, memenuhi kuat tekan yang diinginkan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 6 Grafik pengujian kuat tekan BAP 100%

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton dengan variasi 100% air payau mengalami penurunan kuat tekan dari umur 7 hari ke umur 14 hari sebesar 2,73 Mpa, dari umur 14 hari ke 21 hari sebesar 0,47 Mpa, sedangkan dari umur 21 hari ke 28 hari mengalami peningkatan sebesar 9,87 Mpa.

Berikut adalah grafik hubungan presentase campuran air payau terhadap kuat tekan beton :



Gambar 4.7. Grafik hubungan persentase campuran terhadap kuat tekan beton

Pada grafik diatas dapat dijelaskan bahwa beton umur 7 hari mengalami peningkatan kuat tekan dari beton normal sebesar 0,38 MPa pada beton variasi 25% air payau, mengalami penurunan kuat tekan pada variasi 50% sebesar 1,42 MPa, mengalami peningkatan kuat tekan beton pada variasi

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

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

1. Air payau berdampak pada penurunan kuat tekan beton diakibatkan adanya kandungan kimia pada air payau yang tinggi seperti Sulfat (SO_4^{2-}) sebesar 52,5 pada air payau kenjeran dan 62,5 pada air payau mangrove. Zat Padat Terlarut (TDS) sebesar 15188 mg/l pada air payau kenjeran dan 3436 mg/l pada air payau mangrove. Kadar Organik (KMnO_4) sebesar 8,05 mg/l pada air payau kenjeran dan 6,69 mg/l pada air payau mangrove yang terlalu tinggi, sehingga kandungan kimia yang terdapat pada air payau dapat merusak senyawa pada kandungan semen dan menurunkan kekuatan bahan yang terkandung dalam beton. Dalam hal ini dapat mengakibatkan beton memiliki durability yang sangat rendah.

B. Saran

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

1. Pada Menggunakan campuran obat beton khusus untuk mengetahui perbedaan kuat tekan beton air payau tanpa obat beton, dengan beton air payau yang menggunakan obat beton khusus.

DAFTAR PUSTAKA

- Elia Hunggurami dkk, 2014, "*Pengaruh Masa Perawatan (Curing) Menggunakan Air Laut Terhadap Kuat Tekan Dan Absorpsi Beton*".
- Iswanto dan Yoli Adrianti, 2014, "*Perbandingan Uji Kuat Tekan Betonyang Menggunakan Air Bersih Dengan Air Payau Sungai Indragiri Di Kabupaten Indragiri Hilir*".
- Teuku Farizal, dkk , 2022, "*Studi Penelitian Kuat Lentur Balok Beton di Dalam Air Payau*".
- Aryatnie, Pretty Amanda. *Pengaruh penggunaan limbah styrofoam terhadap karakteristik kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan clc*. Diss. Universitas Sumatera Utara, 2021.
- Concreate, A. C. C. O. "Standard specification for lightweight aggregates for structural concrete." *ASTM International* (2017).
- Laswar gombilo Bitu, Larasati, 2021, "*Analisa Pengaruh Perendaman Campuran Buton Granular Aspal (BGA) Menggunakan Air Laut, Air Payau dan Air Tawar Terhadap Karakteristik Marshall Test*".
- Hearn, Nataliya, R. Douglas Hooton, and Michelle R. Nokken. "Pore structure, permeability, and penetration resistance characteristics of concrete." *Significance of tests and properties of concrete and concrete-making materials*. ASTM International, 2006.
- Indra Syahrul Fuad. dkk (Jurnal Desiminasi Teknologi, Volume 3, No. 1, Januari 2015). *Pengaruh Penggunaan Pasir Sungai Dengan Pasir Laut Terhadapkuattekan Dan Lentur Padamutu Beton K-225*.
- Lastri Nola Br Berutu, 2020: 6, *Keuntungan dan Kerugian Menggunakan Beton*
- Mangerongkonda, Donald Rigel. "Pengaruh Penggunaan Pasir Laut Bangka Terhadap Karakteristik Kualitas Beton." *Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Gunadarma, Depok* (2007).
- Muhammad Buttomi Masgode. dkk (Journal of Sustainable Civil Engineering Vol.05 No.01 Maret 2023). *Uji Kuat Tekan Beton Pada Material Alam Pasir Pantai Muara Lapao-Pao*.
- Ramang, Ruslan, Dantje AT Sina, and Muhamad Irpan. "Studi Kelayakan Teknis Penggunaan Pasir Laut Alor Kecil Terhadap Kualitas Beton Yang Dihasilkan." *Jurnal Teknik Sipil* 3.2 (2014): 111-124.
- Rini. dkk (Jurnal 2022). *Analisis Eksperimental Penggunaan Pasir Laut Sorake dan Pasir Sungai Gomo pada Campuran Beton*.

- Ruslan Raman. dkk (Jurnal Teknik Sipil Vol. III, No. 2, September 2014 *Studi Kelayakan Teknis Penggunaan Pasir Laut Alor Kecil Terhadap Kualitas Beton Yang Dihasilkan.*
- Sakura, Royanna, Suhaimi Suhaimi, and Fiqri Haikal. "ANALISA PENGGUNAAN PASIR LAUT PADA CAMPURAN BETON DENGAN PENAMBAHAN SIKA GROUT TERHADAP KUAT TEKAN DAN TARIK BELAH BETON." *JURNAL REKATEK* 6.2 (2022).
- 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 03-1974-2011, *Pengertian dan Cara Uji Kuat Tekan Beton Menggunakan Silinder*
- SNI 03-2491-2002 Pengujian Kuat tarik Belah
- SNI 03-2493-1991, Metoda Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium, Badan Standar Nasional, Indonesia.
- SNI 03-2834-1993 (1993:1), *Pengertian Agregat*
- 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 03-691-1996. Pengujian Kuat Tekan Beton.
- SNI 15 2049 2004 Semen portland
- SNI 15-2049-2004, *Pengertian Semen Portland*
- SNI 1969-2008. Berat Jenis
- SNI 2417, 2008. Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan mesin Abrasi Los Angeles, Bandung
- Sorace, Antonella. "Gradients in auxiliary selection with intransitive verbs." *Language* (2000): 859-890.

Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-1993:1), *Pengertian Beton*

Wahyudi, Firman. *Karakteristik Agregat Campuran Beton di Kabupaten Sumenep Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI)*. Diss. Universitas Wiraraja, 2017.

Wimaya, Shirfi, Ahmad Ridwan, and Sigit Winarto. "Modifikasi Beton Fc 9, 8 Mpa Menggunakan Abu Ampas Kopi." *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil* 3.2 (2020): 234.