BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Laut merupakan suatu kumpulan air asin dalam jumlah yang banyak dan luas yang menggenangi dan membagi daratan atas benua atau pulau. Jadi laut merupakan air yang menutupi permukaan tanah yang sangat luas dan umumnya mengandung garam dan berasa asin. Biasanya air mengalir yang ada di darat akan bermuara ke laut (*Godam, 2009*). Luas lautan Indonesia lebih besar dibandingkan dengan luas daratannya, yaitu satu pertiga luas Indonesia adalah daratan dan dua pertiga luas Indonesia adalah lautan.

Kota Parepare terletak di pesisir barat Pulau Sulawesi dengan teluk di sebelah barat dan perbukitan di sebelah timur. Kawasan pesisir Kota Parepare merupakan salah satu wilayah kota yang terus berkembang dengan jarak 100 m dari garis tertinggi ke arah darat dan daerah pantai dangkal dengan kedalaman sampai dengan 1,5 m waktu pasang.

Masyarakat pesisir merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari pembangunan di wilayah pesisir. Dengan bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya angka pembangunan di wilayah pesisir, maka kebutuhan air bersih (air tawar) juga akan semakin meningkat. Pemerhati air bersih Kota Parepare, Achmad Ridha Ali, menilai Kota Parepare berada dalam kondisi darurat air bersih *(Koran Tempo.co).*

Dalam proses pembuatan beton, air merupak salah satu bahan yang sangat penting untuk menghasilkan beton yang berkulitas, kuat dan memiliki durabilitas yang baik. Dalam standar beton yang ada, penggunaan air yang dicampurkan beton adalah air yang layak di konsumsi oleh masyarakat untuk kebutuha rumah tangga dan umum tanpa kandungan zat yang berbahaya bagi kesehatan. Dengan pertumbuahan penduduk yang terus meningkat maka kebutuhan air untuk kebutuhan manusia juga akan terus bertambah. Sejalan dengan hal tersebut ketersedian air layak konsumsi juga akan semakin terbatas atau tidak cukup, sehingga ini pun akan berdampak negatif terhadap kebutuhan air tawar untuk pembuatan beton. Terbukti di negara kita setiap tahun terdapat beberapa wilayah yang mengalami krisis air.

Data PBB dan meteorologi dunia memprediksi sekitar 5 milyar orang akan kekurangan air bersih (*sumber): comperense on our word dunia in concrete and structure di Singapurah tahun 2011).* Nobuaki otsuki dan kawan-kawan dalam konferensi tersebut juga mengatakan bahwa ditahun 2025, setengah dari umat manusia akan tinggan di daerah yang kekurangan air bersih (air tawar). Ada kemungkinan bahwa pada saat air tawar berkurang, akan timbul kebijakan atau aturan yang mengaharuskan pengunaan air bersih (air tawar) hanya diperbolehkan untuk kebutuhan perimer saja. Olehnya itu, perlu kiranya bagi dunia konstruksi beton memikirkan alternative pengunaan air laut sebagai air pencapuran beton, sehingga dapat meminimalisir pengunaan air tawar. Dari penjelasan di atas, maka pada penelitian kali ini akan di bahas bagaimana pengaruh penggunaaan air laut terhadap nilai kuat tekan dan tarik belah beton.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan pada latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Berapakah nilai kuat tekan dan tarik belah beton dengan air pencampur menggunakan air bersih?
2. Berapakah nilai kuat tekan dan tarik belah beton dengan pencampur menggunakan air laut?

C. Tujuan penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini antara lain:

1. Untuk menganalisis perbandingan nilai kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan campuran air laut.
2. Untuk menganalisis perbandingan nilai kuat tarik belah beton normal dengan beton yang menggunakan campuran air laut.

D. Batasan Masalah

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

1. Kuat tekan beton rencana f’c 30 Mpa.
2. Penelitian ini membandingkan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan bahan pencampur air laut.
3. Penelitan ini menggunakan bendah uji berupa silinder beton ukuran diameter 15 cm, tinggi 30 cm.
4. Agregat kasar dan agregat halus yang digunakan diambil dari UD. Akbar kota Parepare yang bersumber dari sungai Lasape Kab. Pinrang.

5. Semen yang digunakan adalah semen type PCC (*Portland composit cement*) sesuai dengan SNI 15-7064-2004 yaitu semen TONASA.
6. Air yang digunakan adalah air bersih dari kampus UM Parepare dan air laut dari pantai Lumpue Kota Parepare.
7. Pengujian sampel dilakukan pada 7,14,21 dan28 hari untuk uji tekan dan 28 hari untuk uji kuat tarik.
8. Slump yang digunakan 60-100 mm dan pengujian slump dilakulkan sesuai dengan SNI 1972-2008.
9. Jumlah benda uji yang akan dibuat sebanyak 30 buah, hal ini telah memenuhi standar SNI 03-0891-1996.
10. Perawatan sampel penelitian menggunakan air bersih untuk beton normal dan air laut pantai lumpue untuk beton menggunakan bahan pencampur air laut.
11. Pembuatan, perawatan dan pengujuian sampel penelitian dilakukan di laboratorium bahan Universitas Muhammmadiyah Parepare.

E. Manfaat Penelitian

Diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan mamfaat antara lain.

1. Mampu memberikan mengetahui tentang nilai kuat tekan dan tarik beban belah beton dengan tambahan air laut.
2. Mampu mengetahui perbandingan mutu beton f'c 30 Mpa dengan beton yang menggunakan variasi campuran air laut.

F. Sistematika Penelitain

Penelitian ini dilakukan secara sistimatika yang dirangkum dalam beberapa bab sebagai berikut:

Bab.I Pendahuluan

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian,manfaat penelitian dan batasan penelitian, serta sistimatika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini sehingga dapat dipahami secara sistimatis.

Bab. II Kajian Pustaka

Bab ini menjelaskan pengertian dan teori-teori yang mendasari dan berkaitan dengan pembahasan dalam penelitian ini yang digunakan sebagai pedoman dalam menganalisis masalah. Teori-teori yang digunakan berasal dari literal-literal yang ada baik dalam perkuliahan maupun sumber lain.

Bab.III Metode Penelitian

Pada bab ini diuraikan perihal gambaran umum penelitian, waktu dan lokasi penelitian, diagram alir penelitian, serta tahapan penelitian.

Bab. IV Hasil Dan Pembahasan

Pada bab ini yang akan diuraikan adalah hasil pengujian material serta pengujian kuat tekan dan tarik belah benda uji yang disajikan dalam bentuk tabel-tabel dan grafik, kemudian dari hasil tersebut dilakukan analisa dan pembahasan.

Bab V Penutup

Bab ini akan menyajikan kesimpulan pokok dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan dan saran terkait pengembangan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian 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 massa padat *(SNI-03-2847-2002).* Menurut Pedoman Beton 1989, Draft Konsesus *(SKBI.1.4.53, 1989: 4-5)* beton didefinisikan sebagai campuran semen portland atau jenis semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan.

Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana *(f'c)* pada usia 28 hari. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik *(Portland Cement),* agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah *(admixture atau additive).* Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan untuk agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%.

Disamping kualitas bahan penyusunnya, kualitas pelaksanaan pun menjadi penting dalam pembuatan beton. Kualitas pekerjaan suatu konstruksi sangat dipengaruhi oleh pelaksanaan pekerjaan beton langsung, seperti disebutkan oleh N. Jackson: "The quality of the concrete in the structure depends on the workmanship on site" *(Jackson, 1977: 146).*

Tabel 2.1. Mutu beton dan penggunaan. *(Sumber: Bina Marga, Spesifikasi umum 2018)*

Jenis Beton	**Fc' (Mpa)**	**σbk' (Kg/cm^2)**	**Uraian**
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, bagunan bawah jembatan
Mutu Rendah	15- <20 10- <15	K175- <K250 K125- <K175	Umunya 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.

Beton memiliki keunggulan dan kelemahan antara lain sebagai berikut (Nugraha dan Antoni, 2007).

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.

Adapaun kelemahan beton sebagai berikut:

1. Berat jenis beton bertulang yaitu 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.

B. Material Campuran Beton

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya *(Navy, 1985)*. Sehingga untuk memahami dan mempelajari perilaku beton, diperlukan pengetahuan tentang karakteristik masing–masing komponen pembentuknya. Bahan pembentuk beton terdiri dari campuran agregat halus dan agregat kasar dengan air dan semen sebagai pengikatnya.

1. Semen

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 hidrolik. 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 liat *(SiO_2 dan Al_2O)*, 0,03 ton pasir atau kerak besi *(Fe_2O)* dan 0,04 ton *gypsum ($CaSO_4H_2O$)*. Menurut Mulyono (2004), fungsi utama semen adalah mengikat butit-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 tekandung 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).*

Menurut Tjokrodimuljo (1996), *Portland cement* merupakan bahan utama atau komponen beton terpenting yang berfungsi sebagai bahan pengikat anorganik dengan bantuan air yang mengeras secara hidrolok. *Portland cement* harus memenuhi persyaratan yang diperlukan dalam PBI (1971). *Portland cement* inilah yang dapat menyatukan antara agregat halus dan agregat kasar sehingga mengeras menjadi beton.

Menurut SNI 15-2049-04 semen dibagi menjadi 3 jenis yaitu.

1. OPC (*Ordinary Portland Cement*) adalah semen hidrolis yang dipergunakan secara luas untuk konstruksi umum atau bangunan yang tidak membutuhkan persyaratan khusus.
2. PCC (*Portland Composite Cement)* adalah semen pengikat hidrolis dari hasil penggilingan terak semen portland, gipsum, dan satu atau lebih bahan anorganik, untuk konstruksi beton umum. Menurut SNI 17064-2004, Semen Portland Campur adalah Bahan pengikat hidrolisis hasil penggilingan bersama sama terak (*clinker*) semen portland dan gibs dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blastfurnace slag*) pozzoland, senyawa silika, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6 – 35 % dari massa semen portland composite. Menurut *Standar Eropa EN 197-1 Portland Composite Cement* atau Semen Portland Campur dibagi menjadi 2 Type berdasarkan jumlah aditif material aktif, yaitu Type II/A-M mengandung 6 – 20 % aditif dan Type II/B-M mengandung 21 – 35 % aditif. Budiman, (2006) melakukan penelitian tentang efektifitas semen PCC (*Portland Composite Cement*) sebagai bahan stabilisasi pada tanah lempung kota padang. Stabilisasi terhadap tanah lempung sudah banyak dilakukan, namun untuk penggunaan semen PCC (*Portland Composite Cement*) yang diproduksi oleh PT lndocement Tunggal Prakasa dengan merek Tiga Roda, khususnya untuk tanah lempung Kota Padang belum pernah dilakukan. Stabilisasi kimiawi ini dilakukan dengan penambahan semen PCC

dengan variasi kadar semen 0%, 5%, 10%, dan 15% untuk masa pemeraman 0 hari, 3 hari dan 7 hari pada kondisi kadar air optimum. Penguiian yang dilakukan meliputi sifat fisik dan sifat mekanik tanah. Semua pengujian yang dilaksanakan dalam penelitian ini berpedoman pada standar ASTM. Dari hasil pemeriksaan dan pengujian sifat fisik tanah didapatkan penanbahan semen akan mengakibatkan kecendrungan indeks plastisitas turun. Jika dilihat dari pemeriksaan dan pengujian sifat mekanik tanah, nilai CBR tak terendam (*unsoaked*) pada kondisi tanpa pemeraman cenderung meningkat pada kondisi penambahan semen tertentu kemudian berkurang ketika terjadi penambahan kadar semen diatas kondisi itu. Namun nilai CBR terendam (*soaked*) pada kondisi tanpa pemeraman cenderung meningkat dengan penambahan semen. Nilai kuat tekan bebas (qu) pada kondisi tanpa pemeraman juga memiliki karakteristik yang sama dengan pengujian CBR yakni cenderung meningkat pada kondisi penambahan semen tertentu kemudian berkurang ketika terjadi penambahan kadar semen diatas kondisi itu.

3. PPC (*Portland Pozzoland Cement)* adalah semen hidrolis yang terbuat dari penggilingan terak *(clinker)* semen portland dengan gipsum dan bahan pozzolan, untuk bangunan umum dan bangunan yang memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang seperti jembatan.

2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berasal dari alam atau buatan yang 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-partikellain yang lolossaringan 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 factor kemudahan kerja. Menurut Mulyono (2004), ukuran agregat dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton. Untuk perbandingan baha-bahan campuran tertentu, kekuatan tekan dan kuat lentur beton berkurang jika ukuran maksimum bertambah besar, dan juga akan menambah kesulitan dalam pengerjaannya.

Menurut Tjokrodomulyo (1992) agregat umumnya digolongkan menjadi 3 kelompok, yaitu:

1. Batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm.
2. Kerikil untuk besar butiran antara 5 mm sampai 40 mm.
3. Pasir untuk butiran antara 0,15 mm sampai 5 mm.

Jenis agregat yang digunakan sebagai bahanpenyusun beton adalah agregat halus dan agregat kasar.

a. Agregat halus

Agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diperoleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat halus ialah agregat yang semua butirnya menembus ayakan 4.8 mm *(SII.0052,1980)* atau 4.75 mm *(ASTM C33,1982)* atau 5.0 mm *(BS.812,1976).*

Syarat Mutu Agregat Halus menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F yaitu:

1. Butirannya tajam, kuat dan keras
2. Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca.
3. Sifat kekal, apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat sebagai berikut:
   a. Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimum 12 %– 14
   b. Jika dipakai Magnesium Sulfat,bagian yang hancur maksimum10%
4. Agregat halus tidak boleh mengandung Lumpur (bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm) lebih dari 5 %. Apabila lebih dari 5 % maka pasir harus dicuci.
5. Tidak boleh mengandung zat organik, karena akan mempengaruhi mutu beton. Bila direndam dalam larutan 3 % NaOH, cairan di atas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding.
6. Harus mempunyai variasi besar butir *(gradasi)* yang baik, sehingga rongganya sedikit. Mempunyai modulus kehalusan antara 1,5-3,8. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu daerah susunan butir menurut zone 1, 2, 3 atau 4 dan harus memenuhi syarat sebagai berikut:
   a. Sisa di atas ayakan 4,8 mm, mak 2 % dari berat.
   b. Sisa di atas ayakan 1,2 mm, mak 10 % dari berat.

c. Sisa di atas ayakan 0,30 mm, mak 15 % dari berat.

7. Tidak boleh mengandung garam.

b. Agregat kasar.

Agregat kasar ialah agregat dengan besar butiran lebih dari 5 mm atau agregat yang semua butirannya dapat tertahan di ayakan 4,75 mm. Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil dari disintegrasi alami dari batu – batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan manual atau mesin. Agregat kasar harus terdiri dari butir–butiran yang keras, permukaan yang kasar, dan kekal. Agregat harus memenuhi syarat kebersihan yaitu, tidak mengandung lumpur lebih dari 1 %, dan tidak mengandung zat–zat organik yang dapat merusak beton.

Menurut Tjokrodimulyo *(1996)*, beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan agregat untuk pekerjaan campuran beton, antara lain:

1. Bentuk agregat.

   Bentuk agregat dipengaruhi oleh dua sifat, yaitu kebulatan dan sperikal. Kebulatan atau ketajaman sudut, ialah sifat yang dimiliki, yang tergantung pada ketajaman relatif dari sudut dan ujung butir. Sedangkan sperikal ialah sifat yang tergantung pada rasio antara luas bidang permukaan butir dan volume butir. Bentuk butiran agregat lebih berpengaruh pada beton segar dari pada setelah beton mengeras. Berdasarkan bentuk butiran agregat dapat dibedakan menjadi: agregat bulat, bulat sebagian, bersudut, panjang dan pipih

2. Tekstur permukaan butir.

Tekstur pemukaan ialah suatu sifat permukaan yang tergantung pada ukuran, halus atau kasar, mengkilap atau kusam. Pada dasarnya tekstur permukaan butir dapat dibedakan menjadi: sangat halus (glassy), halus, granuler, kasar, berkristal, berpori, dan berlubang–lubang. Tekstur permukaan butir tergantung pada kekerasan, ukuran molekul, tekstur batuan, dan besar gaya yang bekerja pada permukaan butiran yang menyebabkan kehalusan permukaan agregat.

3. Berat jenis agregat.

   Berat jenis agregat adalah rasio antara massa padat agregat dan massa air dengan volume sama pada suhu yang sama. Karena butiran agregat umumnya mengandung butiran pori–pori yang ada dalam butiran tertutup/tidak saling berhubungan, maka berat jenis agregat dibedakan menjadi dua istilah yaitu, berat jenis mutlak, jika volume benda padatnya tanpa pori dan berat jenis semu, jika volume benda padatnya termasuk pori–pori tertutupnya.

4. Berat satuan daan kepadatan.

   Berat satuan agregat ialah berat agregat dalam satu satuan volume, dinyatakan dalam kg/liter atau ton/m3. Jadi berat satuan dihitung berdasarkan berat agregat dalam suatu tempat teretntu, sehingga yang dihitung volumenya ialah volume padat (meliputi pori tertutup) dan volume pori terbuka.

5. Ukuran maksimum agregat.

   Ukuran maksimum butir agregat yang biasanya dipakai adalah 10 mm, 20 mm, atau 40 mm.

6. Gradasi agregat.

Gradasi agregat ialah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir–butir agregat mempunyai ukuran yang sama, maka volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butirannya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori–porinya menjadi sedikit, dengan kata lain kemampatannya tinggi.

7. Kadar air agregat.

   Kandungan air didalam agregat dibedakan menjadi beberapa tingkat, yaitu:

   a. kering tungku, yaitu benar-benar tidak berair atau dapat secara penuh menyerap air,
   b. kering udara, yaitu butir-butir agregat kering permukaannya tetapi mengandung sedikit air di dalam porinya,
   c. jenuh kering muka, yaitu tidak ada air di permukaan tetapi butir-butirnya berisi air sejumlah yang dapat diserap. Dengan demikian butiran tidak menyerap dan tidak menambah jumlah air bila dipakai dalam campuran adukan beton basah.

Tabel 2.2. Persyaratan Agregat. *(Sumber: Bina Marga, Spesifikasi umum 2018)*.

Sifat-sifat		Metode Pengujian	Batas Maksimum yang diizinkan	
			Halus	Kasar
Keausan agregat dengan mesin Los Angeles		SNI 2417:2008	-	40%
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat	Natrium	SNI 3407:2008	10 %	12 %
	Magnesium		15 %	18 %
Gumpalan lempung dan partikel yang mudah pecah		SNI 03-4141-1996	3 %	2 %
Bahan yang lolos saringan No. 200		SNI ASTM C117:2012	5% untuk kondisi umum, 3% untuk kondisi permukaan terabrasi	1 %
Kotoran organic		SNI 2816:2014	Pelat organic No.3	-

8. Kekuatan dan keuletan agregat.

   Kekerasan agregat tergantung dari kekerasan bahan penyusunnya. Butiran agregat dapat bersifat kurang kuat disebabkan oleh dua hal yaitu, karena terdiri dari bahan yang lemah atau terdiri dari partikel–partikel yang kuat tetapi tidak terikat kuat.

3. Air

Fungsi air di dalam adukan beton adalah untuk memicu proses kimiawi semen sebagai bahan perekat dan melumasi agregat agar mudah dikerjakan. Kualitas air yang digunakan untuk mencampur beton sangat berpengaruh terhadap kualitas beton itu sendiri.

Air yang berlebihan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan mempengaruhi kekuatan beton. Jika beton menggunakan air yang tidak memenuhi syarat, kekuatan beton pada umur 7 hari atau 28 hari tidak boleh kurang dari 90% jika dibandingkan dengan kekuatan beton yang menggunakan air standar/suling *(PB 1989:9).*

Pada umunya air yang dapat diminum dapat digunakan sebagai air pengaduk pada beton. Adapun jenis-jenis air yang dapat digunakan untuk air pengaduk beton adalah:

1. Air hujan, air hujan menyerap gas dan udara pada saat jatuh ke bumi. Biasanya air hujan mengandung unsur oksigen, nitrogen dan karbondioksida.
2. Air Tanah, Biasanya mengandung unsur kation dan anion. Selain itu juga kadang-kadang terdapat unsur CO2, H2S dan NH3.
3. Air permukaan, terdiri dari air sungai, air danau, air genangan dan air reservoir. Air sungai atau danau dapat digunakan sebagai air pencampur beton asal tidak tercemar limbah industri. Sedangkan air rawa atau air genangan yang mengandung zat-zat alkali tidak dapat digunakan.

4. Air laut, Air laut mengandung 30.000 – 36.000 mg / liter garam (3 % - 3,6 %) dapat digunakan sebagai air pencampur beton tidak bertulang. Air laut yang mengandung garam di atas 3 % tidak boleh digunakan untuk campuran beton. Pengaruh klorida air laut pada beton dalam proses hidrasi semen yang bercampur dengan air laut akan mempengaruhi ikatan kimianya dengan membentuk fase baru dalam mikrostruktur beton sehingga mempengaruhi sifat mekanis beton terutama pada durabilitas beton. Serangan klorida merupakan penyebab utama dari kerusakan struktur beton yang berpotensi dalam pembentukan mekanisme karat. Apabila ion klorida yang terkandung dalam air bereaksi dengan semen, maka sebagian produk hidrasi semen akan mengikat ion klorida dalam beton baik melalui pengikatan secara kimiawi maupun melalui adsorbsi secara fisik. Ion klorida yang tidak terikat oleh produk hidrasi akan menjelajah melalui pori-pori beton dan terpenetrasi kedalam lapisan galvanis baja *(Marinescu dkk., 2010).* Ann dan Song (2007), juga telah meneliti tentang ambang batas klorida, dimana jumlah klorida terikat sudah mencapai titik maksimum dalam arti bahwa sudah tidak ada lagi unsur atau senyawa dari semen yang dapat mengikat klorida. Ketika konsentrasi klorida berada pada ambang batas tertentu tercapai pada *interface* penguatan beton, korosi dari besi beton baja mulai bereaksi. *Britis Standard* dalam *Corrosion Science* memberikan batas klorida untuk beton bertulang 0,4% dari berat semen.

Penggunaan air untuk beton sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gram / liter,
2. Tidak mengandung garam-garam yang merusak beton (asam, zat organik) lebih dari 15 gram / liter,
3. Tidak mengandung Klorida *(Cl)* lebih dari 5 gram / liter,
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram / liter.

Untuk kasus tertentu seperti pada daerah yang terisolir air tawar atau pada kota-kota yang susah memperoleh air bersih, maka tidak menutup kemungkinan air laut dapat digunakan sebagai bahan pencampur beton. Seperti yang dilansir oleh Mohammed dkk. (2004), menyatakan bahwa dalam kondisi yang tidak dapat dihindari maka air laut dapat digunakan pada beton polos. Otsuki dkk. (2011), juga mengatakan bahwa penggunaan air laut dimungkinkan untuk digunakan dengan syarat menggunakan semen campur dan memberikan kekebalan pada baja tulangan atau inhibitor.

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 disyaratkan. 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:

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

Dimana: $f'c$ = Kuat tekan (Mpa)

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:

1. Proprsi bahan-bahan penyusunnya
2. Metode perancangan
3. Keadaan saat pengecoran dilaksanakan, yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat.

Konstribusi 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 semskin tinggi. Nilai FAS yang rendah akan memnyebabkan 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.

D. Kuat Tarik Belah Beton

Untuk pengujian kuat tarik belah silinder *(tensile splitting cylinder test)*. Benda uji silinder diletakkan pada alat uji dalam posisi rebah. Beban vertikal diberikan sepanjang selimut selinder berangsur – angsur dinaikan pembebanannya hingga dicapai nilai maksimum dan terbelah oleh karena beban tarik horizontal. Saat pasta semen mengeras akan terjadi penyusutan pada beton. Kekuatan tarik adalah suatu sifat yang lebih bervariasi dibanding kekuatan tekan dan besarnya 0,57 dari kuat tekan *(Wang,1994)*. Kuat tarik belah dapat diketahui dengan pengujian benda Uji Silinder 150 x 300 mm

Tegangan tarik belah pada benda uji silinder dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$F'ct = \frac{2P}{\pi DL} \qquad \ldots\ldots\ldots\

P = beban yang ditunjukkan mesin uji (N)

D = dimeter benda uji (mm)

L = panjang sisi benda uji (mm)

π = 3,14

E. MIX Design

Dalam menentukan rancangan campuran beton dapat digunakan beberapa metode, antara lain: (1). Metode *British Standard* atau *Departement of Environment* (DoE); (2). *American Concrete Institute* (ACI); (3). *Road Note No. 4*; (4). *Portland Cement Association*; (5). *American Society for Testing Materials* (ASTM); (6) *Japan Industrial Standard* (JIS) dan lain-lain. Di Indonesia metode yang digunakan untuk rancangan campuran beton Page 44 *JURNAL APTEK Vol. 6 No. 1 Januari 2014* merupakan adopsi dari *British Standard* atau *Departement of Environment* (DoE) yang dimuat dalam buku standar No. SK. SNI. T-15-1990-03. Kriteria dasar dalam perancangan beton adalah kekuatan tekan beton yang berhubungan dengan faktor air semen yang digunakan. Menurut Neville (1981), untuk menghasilkan kekuatan yang tinggi maka penggunaan air dalam campuran beton harus minimum.

Pembuatan campuran beton mengunakan Mix design *SKSNI 1991*. Metode tersebut sebenarnya mengadop dari metode *DOE*. Dalam metode ini telah ditentukan harga *W/C*-nya sehingga nilai semen, pasir dan kerikil juga *Silicafume* dan *Superplasticizer* didapat dari proses hitungan *SKSNI 1991* tersebut. Metode

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

1. Menentukan jenis semen yang dipakai.
2. Menentukan Jenis Kerikil.
3. Menentukan factor air semen (*w/c*).
   a. Penetapan jumlah air yang diperlukan per m3 beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat, jenis agregat dan slump yang diinginkan,
      1) Nilai slump direncanakan = (10- 30) mm.
      2) Ukuran maksimum agregat kasar = 20 mm.
      3) Kebutuhan air:

         Rumus:

         A = Ah + Ak ……..(3)

         Dimana:

         A = kebutuhan air (1/m3 beton).

         Ah = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat halus.

         Ak = Jumlah air yang dibutuhkan menurut jenis agregat kasar.

         A = 0,67x160 + 0,33x190 = 169,91/m3 beton. Kebutuhan air per m^3 beton = 169,9 liter.

   b. Penetapan jumlah semen .

      Fas = 0,324

      Kebutuhan air per m3 beton = 169,9 liter.

      kebutuhan semen per m3 $S = \frac{A}{Fas}$ ……..(4)
4. Menentukan nilai *slump*.

5. Menentukan ukuran butiran maksimum kerikil.
6. Diperoleh kebutuhan air yang dipakai.
7. Menentukan kebutuhan *Superplasticizer* misalnya sebesar 2% (untuk mencapai nilai slump), sehingga kebutuhan air direduksi sebesar 40%.
8. Dari kebutuhan air yang sudah tereduksi, dihitung kebutuhan semen dari *w/c* yang ditentukan.
9. Memplot grafik penggolongan pasir untuk menentukan golongan pasir.
10. Menentukan prosentase pasir terhadap campuran.
11. Berat Jenis campuran
12. Berat beton didapatkan yaitu dengan dasar acuan berat jenis agregat campuran terhadap kandungan air.
13. Kebutuhan agregat campuran dihasilkan dari perhitungan berat beton dikurangi dengan kebutuhan air, superplasticizer, semen dan silicafume.
14. Kebutuhan agregat halus adalah persentase agregat halus dikalikan dengan kebutuhan agregat campuran.
15. Kebutuhan agregat kasar adalah kebutuhan agregat campuran dikurangi dengan kebutuhan agregat halus.
16. Hasil diatas terhitung dengan menggunakan hitungan 1 m3.
17. Untuk kebutuhan volume benda uji maka volume total benda uji dikalikan dengan masing-masing kebutuhan material dalam beton.

F. Perawatan Beton

Perawatan beton *(curing)* adalah suatu proses untuk menjaga tingkat kelembaban dan temperature ideal untuk mencegah hidrasi terjadi secara berkelanjutan. Curing secara umum dipahami sebagai perawatan beton, yang bertujuan untuk menjaga supaya beton tidak terlalu cepat kehilangan air, atau sebagai tindakan menjaga kelembaban dan suhu beton, segeralah setelah proses finishing beton selesai dan waktu total setting tercapai.

Tujuan pelaksanaan curing / perawatan beton adalah memastikan reaksi hidrasi senyawa semen termasuk bahan tambahan atau pengganti supaya dapat berlangsung secara optimal sehingga mutu beton yang diharapkan dapat tercapai, dan menjaga supaya tidak terjadi susut yang berlebihan pada beton akibat kehilangan kelembaban yang terlalu cepat atau tidak seragam, sehingga dapat menyebabkan retak.

Pelaksanaan Curing/ perawatan beton dilakukan segera setelah beton mengalami atau memasuki fase hardening (untuk permukaan beton yang terbuka) atau setelah pembukaan cetakan/ acuan/ bekisting, selama durasi tertentu yang dimaksudkan untuk memastikan terjaganya kondisi yang diperlukan untuk proses reaksi senyawa kimia yang terkandung dalam camputran beton. Lamanya curing sekitar 7 hari berturut-turut mulai hari kedua setelah pengecoran.

Menurut SNI 03-2493-1991, perawatan benda uji harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1. Penutupan Setelah Penyelesaian untuk menjaga penguapan air dari beton segar, benda uji setelah diselesaikan/ dilicinkan harus ditutup dengan bahan

yang tidak mudah menyerap air, tidak reaktif dan mudah digunakan, tetapi juga harus dapat menjaga kelembaban sampai saat contoh uji dilepas dari cetakan. Bila digunakan lemabaran plastik tersebut dihamparkan melebihi permukaan dari seluruh benda uji untuk menjaga kelembabannya. Permukaan cetakan bagian luar harus dijaga jangan sampai berhubungan langsung dengan air selama 24 jam pertama setelah beton dicetak, sebab dapat merubah air dalam adukan dan menyebabkan rusaknya benda uji.

2. Pelepasan Benda Uji Cetakan Lepaslah benda uji dari cetakan setelah 20 jam dan jangan lebih 48 jam setelah pencetakan.
3. Perawatan benda uji Jika tidak ditentukan dengan cara lain, rendamlah seluruh benda uji dalam air yang mempunyai suhu 23 ± 2°C mulai pelepasan dari cetakan hingga saat pengujian dilakukan. Ruang penyimpanan harus bebas dari getaran terutama pada waktu 48 jam pertama setelah benda uji disimpan. Untuk pencetakan ulang, perlakuan kondisi perawatan harus sama seperti yang diuraikan di atas. Kondisi perawatan seperti ini juga dapat dilakukan dengan cara merendam di dalam air yang jenuh kapur juga dapat disimpan di dalam ruang lembab atau dalam lemari lembab, benda uji harus dijaga dari tetesan air atau aliran air dari luar.

G. Penelitian Sebelumnya

Penelitian tentang studi eksperimen pengaruh air laut sebagai pencampur dan perawatan beton terhadap kuat tekan beton. Kudup Nawang Wulan (*2019.Jurusan teknik sipil fakultas teknik Universitas Andalas padang*). Setelah dilakukan penelitian diperoleh hasil berupa data-data serta dilakukan analisis dan

pembahasan. Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kuat tekan pada beton air laut mengalami kenaikan pada hari ke-7, 14, dan 28 walau tidak terlalu signifikan seperti beton normal, namun kuat tekan menurun pada hari ke 56.
2. Kuat tekan beton dengan kadar air laut 15% dan 30% memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal pada hari ke-7.
3. Pada hari ke 14 dan 28 beton air laut 15% memiliki kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan beton normal sebesar 12,5% dan 11%.
4. Pada hari ke 14 dan 28 beton dengan kadar air laut 30% memiliki kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan beton normal sebesar 15% dan 12,2%.
5. Penurunan kuat tekan pada hari ke-56 terhadap hari ke-28 sebesar 11% (air laut 15%) dan 13,9% (air laut 30%).
6. Perbandingan penurunan kuat tekan beton air laut terhadap beton normal adalah 20,7% (air laut 15%) dan 24,4% (air laut 30%).
7. Kadar air laut dalam campuran beton mempengaruhi kuat tekan beton. Semakin besar kadar air laut maka semakin rendah kuat tekan beton yan dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh kristalisasi garam air laut yang menjadikan beton menjadi rapuh dan mudah hancur.
8. Penurunan kuat tekan yang disebabkan zat pada air laut mulai terjadi pada hari ke-56, sehingga struktur beton yang menggunakan air laut atau berhubungan dengan air laut akan berumur lebih pendek daripada beton normal.

9. Apabila dibandingkan dengan beton normal, penurunan beton air laut pada hari ke-28 masih masuk ke dalam toleransi penurunan mutu beton di lapangan. (SNI 03-2847-2002 [lampiran 11])

Saran

1. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menambah variasi kadar air laut dan jumlah sampel.
2. Proses perawatan beton dianjurkan untuk dilakukan lebih lama hingga terlihat lebih jelas kurva penurunan dari kuat tekan beton.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kadar garam dalam air laut dan untuk mengetahui zat dalam kandungan air laut yang menyebabkan penurunan pada kekuatan beton.

Pencampuran beton dengan menggunakan air laut sering dilakukan oleh masyarakat yang berada pada lokasi yang terisolir dengan air bersih (air tawar). Penelitian tentang pencampuran beton dengan menggunakan air laut ini pun sering dilakukan oleh para peneliti. Mohammed dkk. (2004), melakukan penelitian tentang kinerja campuran beton dengan menggunakan air laut di lingkungan pasang surut. Dalam penelitian ini mengamati perilaku kuat tekan, penetrasi klorida dan korosi baja pada beton dengan pola pencampuran menggunakan air laut dan air tawar. Jenis semen yang digunakan dalam melakukan investigasi seperti semen Portland biasa, terak semen abu terbang, semen Portland dengan panas hidrasi sedang, dan semen Portland dengan kekuatan awal tinggi. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa campuran beton dengan air laut menunjukkan keuntungan pada kekuatan awal yang tinggi. Setelah

20 tahun diekspos, tidak ada perbedaan yang signifikan pada kuat tekan dalam pencampuran beton yang menggunakan air laut dan air tawar. Jumlah awal klorida (akibat penggunaan air laut) dapat menyebabkan inisiasi korosi pada tulangan baja yang memiliki rongga pada beton bertulang setelah pengecoran beton. Penggunaan air laut menghasilkan lubang korosi yang 7 lebih dalam dibandingkan dengan menggunakan air tawar (*Cement and Concrete Research 34 (2004) 593–601*).

Penelitian tentang penggunaan air laut juga dilakukan oleh Otsuki, dkk. *(2011),* melakukan penelitian tentang kemungkinan penggunaan air laut sebagai air pencampur pada beton. Dalam penelitian ini menggunakan OPC *(Ordinary Portland Cement)* dan semen BFS *(Blast Furnace Slag)* yang dicampur dengan air tawar dan air laut dalam rangka membandingkan durabilitas beton. Spesimen dibuat dengan pasta semen BFS yang memiliki rasio pengganti BFS terhadap OPC adalah 70% dan rasio air semen adalah 0,5. Ukuran spesimen adalah 10×10×40 mm3. Hasilnya menunjukkan perbedaan daya tahan antara beton dicampur dengan air tawar dan dicampur dengan air laut tidak begitu banyak, tetapi perbedaan antara beton dengan OPC dan semen BFS sangat besar. Dalam penelitian ini juga diperoleh pencampuran dengan air laut menurunkan jumlah pori-pori yang meningkatkan kuat tekan terhadap semen BFS dibandingkan dengan menggunakan air tawar. Penelitian ini memberikan kesimpulan bahwa penggunaan air laut aman untuk digunakan sebagai air pencampuran beton dengan ketentuan menggunakan semen BFS atau semen campur, bukan semen OPC, dan

menggunakan inhibitor korosi atau diperkuat dengan stainless steel atau penguatan tahan korosi.

Dalam penelitian untuk beton berongga, Tjaronge dkk. *(2011)* meneliti pengaruh air laut pada kekuatan beton berongga yang menggunakan semen Portland komposit dan serat mikro monofilamen polypropylene. Spesimen beton berongga direndam dalam air laut hingga 28 hari. Uji kuat tekan dan uji kuat lentur dilakukan pada 3, 7 dan 28 hari dalam rangka untuk menyelidiki perkembangan kekuatan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan beton berpori dapat berkembang di air laut. Hal itu terungkap bahwa tidak ada efek yang cukup dari air laut pada proses hidrasi ketika beton berpori direndam dalam air laut. Ikatan baik terjadi antara pasta semen dan agregat kasar, sehingga dalam menahan beban tekan dan lentur memiliki kapasitas yang baik pada beton berongga *(Proceedings of the Sixth International Conference on Asian and Pacific Coasts / APAC 2011).*

Penelitian tentang pengikatan klorida untuk berbagai jenis semen pada kontribusi hidrasi C-S-H dan AFm, telah dilakukan oleh Mien dkk. *(2008).* Studi ini meneliti pengikatan klorida isotermal dari berbagai jenis semen terutama menentukan kontribusi dari C-S-H dan hidrat AFm pada pengikatan isotherm klorida. Semen yang digunakan adalah Semen Portland Biasa *(OPC),* Semen Modifikasi *(MC),* Semen Portland Pengerasan-Cepat *(RHC)* dan Semen Portland Panas Rendah *(LHC).* Kandungan klorida total dan kandungan klorida bebas dianalisis oleh ASTM. Kandungan C-S-H, hidrat AFm dan garam Friedel ditentukan oleh analisa Difraksi Sinar-X Rietveld *(XRD Rietveld).* Hasil penelitian

menunjukkan bahwa OPC memiliki kapasitas pengikatan klorida tertinggi, dan, LHC memiliki kapasitas pengikatan ion klorida terendah *(The 3rd ACF International Conference – ACF/VCA).*

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan 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 defenisi, pengukuran data kuantitatif dan statistik objektif melalui perhitungan ilmiah berdasarkan dari sampel yang didapatkan dari hasil penelitian secara primer dengan acuan teori terdahulu (*sekunder*).

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi pustaka, dilanjutkan dengan penelitian yang dilaksanakan di laboratorium Struktu Universitas Muhammadiyah Parepare. Waktu dilaksanakannya penelitian ini sampai pada syarat ketentuan sesuai dengan Mutu beton yang ditentukan sampai pada umur beton yaitu 28 hari.

C. Persiapan Material

Secara umum pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa langkah pekerjaan. Diawali dengan menetapkan komposisi campuran, penyiapan material, pemeriksaan material, pembuatan benda uji, perawatan, dan pengujian benda uji. Tahapan-tahapan penelitian tersebut di atas, dilaksanakan dengan berdasarkan standar peraturan pengerjaan beton yang disesuaikan dengan kondisi laboratorium. Sebagian langkah pemeriksaan material hanya dibatasi pada pemeriksaan karakteristik, karena dianggap penting dalam

perhitungan komposisi campuran. Namun tidak semua material dapat diperiksa karakteristiknya. Tidak dilakukan pemeriksaan terhadap air dan material aditif. Semua material (semen, agregat) berasal dari tempat yang berbeda, diteliti untuk ditetapkan sebagai bahan pembentuk beton. Semua bahan ditempatkan pada tempat yang aman dan tidak mengalami perubahan fisik dan kimia serta bebas dari benda asing. Untuk menjaga kelembaban supaya tetap, material dimasukkan ke dalam kantong plastik. Semen yang digunakan adalah PCC (*Portland composit cement*). Air yang digunakan dalam proses mencampur beton adalah air dari Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare serta air laut dari pare-pare sebagai bahan campuran beton dengan beberapa jenis variasi campuran. Agregat kasar adalah batu pecah yang berasal dari pare-pare. Batu pecah diperoleh melalui pemecah batu (*stone crusher*) dengan ukuran 4.75 – 19 mm, kemudian diayak dengan menggunakan saringan no.4. Agregat halus adalah pasir yang sering digunakan diparepare. Pasir yang digunakan adalah yang lolos saringan no.4.

Adapun tahapan dalam pelaksanaan penelitian adalah:

1. Persiapan material penelitian.
2. Pemeriksaan material yaitu :
    a. Pemeriksaan gradasi dari agregat kasar dan agregat halus.
    b. Pemeriksaan berat jenis dan absorbsi dari agregat kasar dan agregat halus.
    c. Pemeriksaan kadar air dari agregat kasar dan agregat halus.
    d. Pemeriksaan Keausan agregat kasar.

e. Pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dan agregat halus.

f. Pemeriksaan berat volume.

D. Sampel Penelitian

Sampel penelitian yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm. pengujian kuat tekan dan tarik belah beton menggunakan 72 sampel beton. Penelitian ini meliputi tiga macam pengujian yaitu uji fisis material, uji *slump* dan uji kuat tekan dan tarik belah beton. Silinder beton tersebut dirawat dengan menggunakan air tawar kemudian diuji pada umur 7, 14 dan 28 hari.

Tabel 3.1. Jumlah sampel uji kuat tekan beton.

No	Sampel	Jumlah sampel	Lama perendaman	Total sampel
1	Beton normal	3	7,14,21 dan 28 Hari	12
2	Campuran air laut	3	7,14,21 dan 28 Hari	12
Jumlah				24

Tabel 3.2. Jumlah sampel uji tarik belah beton.

No	Sampel	Jumlah sampel	Lama perendaman	Total sampel
1	Beton normal	3	28 Hari	3
2	Campuran air laut	3	28 Hari	3
Jumlah				6

E. Pengumpulan Data

Adapun mekanisme teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu :

1. **Data primer**

   Data yang diperoleh melaui eksperimen di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare.

2. **Data sekunder**

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

F. Persiapan Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian akan diuraikan dibawah ini;

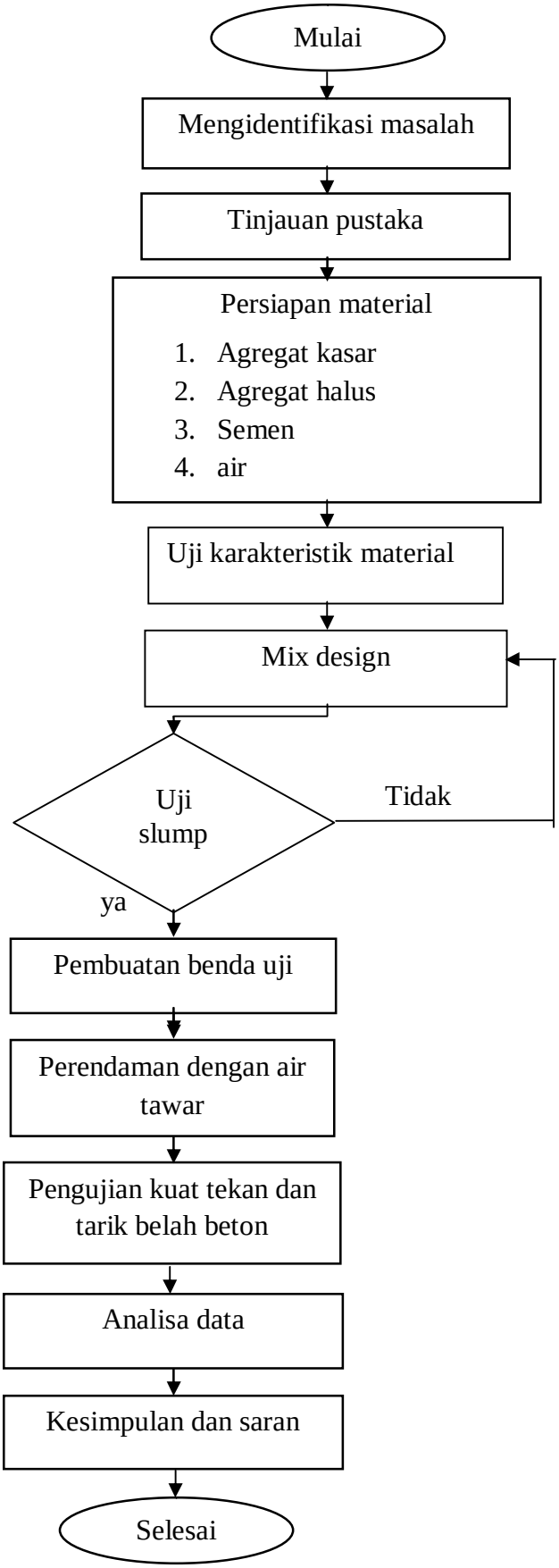
1. Saringan/Ayakan.
2. Timbangan
3. Gelas Ukur
4. Tabung Silinder
5. Kerucut Abrams
6. Mesin penggetar
7. Mistar
8. Cetakan benda uji, cetakan yang diguanakan adalah cetakan berbentuk tabung silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm.
9. Catok dan talam/pan
10. Oven
11. *Concrete Mixer* (molen)

12. Alat uji tekan beton UTM *(Universal Testing machine)*
13. Ember, nampan dan kuas
14. Palu baja dan palu karet.

G. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dipakai pada penelitian ini menggunakan analisa parametrik deskriptif. Data hasil uji kuat tekan dan tarik belah beton diperoleh dari pembagian antara beton maksimum benda uji dengan luas penampang benda uji, selanjutnya data akan disajikan dalam bentuk tabel maupun grafik.

H. Bagan Alir Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat berdasarkan pada SNI 03-2834-2000 (Standar Nasional Indonesia) dilakukan terhadap agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil). Hasil rekapitulasi masing-masing pengujian ditunjukkan dalam tabel berikut.

Table 4.1. Hasil rekapitulasi pengujian agregat halus (pasir) (*Sumber: Olah data)*

No	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil pengamatan		Hasil Rata-rata	Keterangan
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 5%	4,3%	4,5%	4,38%	Memenuhi
2	Kadar organic	< No 3	No. 2	No. 2	No. 2	Memenuhi
3	Kadar air	2%-5%	2,02%	1,98%	2,00%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,4 – 1,9 kg/liter	1,40	1,441	1,40	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,4 – 1,9 kg/liter	1,58	1,59	1,59	Memenuhi
5	Absorpsi	0,2% - 2 %	2 %	1,67%	1,67 %	Memenuhi
6	Berat jenis	1,6-3,3	2,61	2,57	2,59	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	1,50 – 3,80	2,70	2,73	2,72	Memenuhi

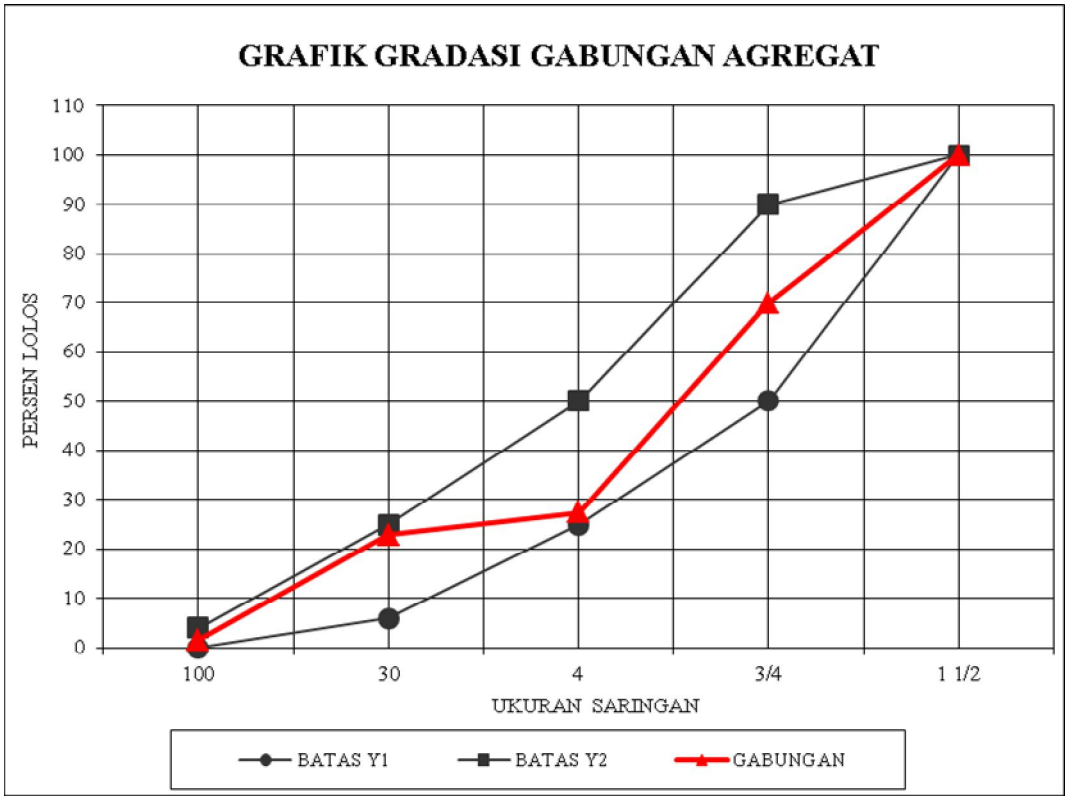
Dari hasil pengujian material agregat halus untuk pembuatan *slinder* didapatkan kadar lumpur 4,38%, kadarorganik No.2, kadar air 2,00%, berat volume kondisi lepas 1,40 kg/liter, berat volume kondisi padat 1,59 kg/liter, berat jenis 2,59, penyerapan air (absorption) 1,67%, Modulus kehalusan 2,72. Jadi dari hasil pengujian yang didapat bahwa agregat halus yang akan digunakan sebagai bahan campuran *slinder*, dapat dipakai karena memenuhis tandar yang telah ditentukan pada SNI 03-2834-2000.

Tabel 4.2. Hasil rekapitulasi pengujian agregat kasar (*Sumber: olah data)*

No	Karakteristik Agregat	Interval	Hasil pengamatan		Rata-rata	Keterangan
			I	II		
1	Kadar lumpur	Maks 1%	0,60%	0,45%	0,51%	Memenuhi
2	Keausan	Maks 50%	27,76%	27,2%	26,0%	Memenuhi
3	Kadar air	0,5% - 2%	1,58%	1,54%	1,56%	Memenuhi
4	Berat volume					
	a. Kondisi lepas	1,6 – 1,9 kg/liter	1,57	1,62	1,60	Memenuhi
	b. Kondisi padat	1,6 – 1,9 kg/liter	1,71	1,70	1,71	Memenuhi
5	Absorpsi	Maks 4%	3%	4,41%	3,51%	Memenuhi
6	Berat jenis	1,6 – 3,3	2,79	2,64	2,71	Memenuhi
7	Modulus kehalusan	6,0 – 8.0	7,09	7,09	7,09	Memenuhi

Dari hasil pengujian material agregat halus untuk pembuatan *slinder* didapatkan kadar lumpur 0,51%, keausan 26,0%, kadar air 1,56%, berat volume kondisi lepas 1,60 kg/liter, berat volume kondisi padat 1,71 kg/liter, berat jenis 2,71 penyerapan air (absorption) 3,51% Modulus kehalusan 7,09. Jadi dari hasil pengujian yang didapat bahwa agregat halus yang akan digunakan sebagai bahan campuran *slinder*, dapat dipakai karena memenuhi standar yang telah ditentukan pada SNI 03-2834-2000.

Adapun hasil gradasi gabungan antara agregat halus dan agregat kasar dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 4.1. hasil gradasi agregat gabungan.
Sumber*: Hasil olah data*

Dari gambar 4,1. menunjukan bahwa agregat memenuhi standar SNI 03-2834-2000 untuk digunakan sebahai bahan pembuatan beton. Nilai kombinasi persentase lolos saringan 1 ½ yaitu 100%, batas gradasinya adalah 100%, saringan ¾ sebesar 69,83%. Batas gradasinya adalah antara 50%-90%, saringan 4 sebesar 27,45%, batas gradasinya adalah antara 25%-50%,saringan 30 sebesar 22,83%, batas gradasinya adalah antara 6%-25%, dan saringan 100sebesar 1,63%, batas gradasinya adalah antara 0%-4%.

B. Komposisi *Mix Design*

a. Data Material

Berat jenis pasir	: 2,59 kg/m^3
Berat jenis kerikil	: 2,71 kg/m^3
Berat jenis semen	: 3,15 kg/m^3

Modulus halus butir pasir : 2,716 mm

Ukuran maksimum agregat : 20 mm

Kering permukaan Split/Kerikil (SSD) : 1,71 kg/m^3

Kuat dasar rencana (fc') : 30 MPa = 300 kg/m^2

Jenis konstruksi : Plat, Balok dan Kolom

b. Berdasarkan SNI 03-2834-2000

1) Standar deviasi (Sr): 55 kg/m^2

2) Nilai margin = 1.64

Tabel 4.3. Nilai deviasi (kg/m^2) untuk berbagai volume pekerjaan dan mutu pelaksanaan di lapangan *(sumber: SNI 03-2834-2000).*

Pekerjaan volume		Mutu pelaksanaan		
Klasifikasi	m^3	Baik sekali	Baik	Cukup
Kecil	<1000	45 <s≤55	55 <s≤65	65 <s≤85
Sedang	1000-3000	35 <s≤45	45 <s≤55	55 <s≤75
Besar	>3000	25 <s≤35	35 <s≤45	45 <s≤65

3) Nilai tambah (margin):

M = 1,64 × Sr

= 1,64 × 55

= 90,2 kg/m^2

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

Fcr = f'c+ M

= 300+ 90,2

= 390,2 kg/m^2

5) Penentuan Nilai Slump

Tabel 4.4. Nilai Slump untuk berbagai jenis konstruksi (*sumber: SNI 03-2834-2000)*

Jenis Konstruksi	Mutu pelaksanaan	
	Minimum	Maksimum
Pondasi bertulang, dinding, tiang	5	12,5
Tiang pondasi tak bertulang kaison	2,5	10
Pelat, balok, kolom	7,5	15
Beton untuk jalan (pavement)	5	7,5
Beton massa (kontruksi massa yang berat)	2,5	7,5

Slump rencana yang digunakan 10 cm = 100 mm.

6) Volume Air yang diperlukan tiap m³ adukan beton

Tabel 4.5. Volume air yang diperlukan tiap m³ adukan beton untuk berbagai nilai slump dan ukuran agregat maksimum *(sumber: SNI 03-2834-2000)*

Slump (cm)	Air yang diperikan tiap m³ adukan beton (ltr/kg) untuk ukuran agregat maksimum (mm)							
	9,6	12,5	19,6	25	38,1	50	76,2	150
Beton biasa (*non-air entrained*)								
2,5-5,0	213	203	188	183	168	157	147	127
7,5-10,0	234	223	208	198	183	173	163	142
15,0-17,5	248	234	218	208	193	183	173	152
Kira-kira udara terperangkap (%)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2

Bila ditabel tidak ditemukan, maka dilakukan perhitungan interpolasi pembacaan tabel berdasarkan ukuran agregat maximum dan nilai slump. Ukuran agregat maksimum yaitu 20 mm yang berada diantara 19,6 mm dan 25 mm maka:

a) Berat Air

Diketahui:

X1 = 208 lt

X2 = 198 lt

Y = 20 mm

Y1 = 19,6 mm

Y2 = 25 mm

Ditanyakan:

X = ?

Maka:

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

$$\mathbf{X = 208 + \left(\left(\frac{(20 - 19,6)}{(25 - 19,6)} \right) \times (198 - 208) \right)}$$

$$\mathbf{X = 207,3\ lt}$$

b) Perkiraan udara yang terperangkap

Diketahui:

X1 = 2,5 %

X2 = 2,0 %

Y = 20 mm

Y1 = 19,6 mm

Y2 = 25 mm

Ditanyakan:

X = ?

Maka:

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

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

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

6) Penentuan Faktor Air Semen (FAS)

Tabel 4.6. Faktor Air Semen (ltr/kg semen) untuk berbagai jenis konstruksi dan keadaan cuaca *(sumber: SNI 03-2834-2000)*

Jenis konstruksi	Keadaan cuaca luar					
	Perubahan suhu yang berbahaya berkali-kali dari air beku dan cair (hanya untuk beton air-entrained			Bersuhu sedanh		
	Di udara	Dipermukaan air atau di daerah naik turunnya pancaran air		Di udara	Dipermukaan air atau di daerah naik turunnya pancaran air	
		Air sejuk	Air es		Air sejuk	Air es
Tampang tipis seperti: beton untuk tepi jalan, strip-strip, tiang bertulang, pipa beton hiasan dan semua beton yang selimutnya kurang dari 2 cm	0,500	0,445	0,408	0,545	0,500	0,408
Tampang sedang seperti: dinding penahan tanah, pilar, balok, kolom.	0,545	0,500	0,455		0,545	0,455

Bagian luar dari beton massa yang berat	0,590	0,500	0,455		0,545	0,455
Beton yang dituang di dalam air		0,455	0,455		0,455	0,455

Maka, FAS 1 = 0,545

Tabel 4.7. Faktor air semen dan kemungkinan kuat desak beton umum 28 hari *(sumber: SNI 03-2834-2000)*

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

Ukuran kuat tekan rencana (Fcr) yaitu 390,2 kg/cm^2 yang berada diantara 350 dan 280 maka nilai FAS 2:

Diketahui:

X1 = 0,360

X2 = 0,45

Y = 390,2 kg/cm^2

Y1 = 420 kg/cm^2

Y2 = 350 kg/cm^2

Ditanyakan:

X = ?

Maka:

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

$$X = 0,360 + \left(\left(\frac{(390,2 - 420)}{(350 - 420)}\right) \times (0,45 - 0,36)\right)$$

$$X = 0,40$$

Dari nilai FAS 1 dan FAS 2, diambil nilai terkecil sebagai nilai FAS yang akan digunakan, yaitu 0,40.

7) Berat semen tiap 1 m^3 beton

W air = 207,3 lt

W semen = $\frac{\text{W air}}{fas} = \frac{207,3 \text{ lt}}{0,40}$ = 525,12 kg/m^3 = 0,520 ton

Volume semen = $\frac{\text{W semen (ton)}}{\text{BJ semen}} = \frac{0,520}{3,15}$ = 0,165 m^3

8) Berat kerikil tiap 1 m^3 beton

Tabel 4.8. Volume agregat tiap satuan volume adukan beton *(sumber: SNI 03-2834-2000)*

Ukuran Butir maksimum Agregat/batuan (mm)	Volume Kricak kering tusuk (SSD) tiap satuan Volume Beton untuk berbagai nilai Modulus Halus Butir (MHB)			
	2,4	2,6	2,8	3,0
9,5	0,46	0,44	0,42	0,40
12,7	0,55	0,53	0,51	0,49
19,2	0,65	0,63	0,61	0,59

25,0	0,70	0,68	0,66	0,64
38,1	0,76	0,74	0,72	0,70
50,0	0,79	0,77	0,75	0,73
76,0	0,84	0,82	0,80	0,78
150,0	0,90	0,88	0,86	0,84

Nilai berat jenis kerikil yaitu 2,71 yang berada diantara 2,6 dan 2,8 dengan ukuran butir maksimum agregat/batuan 20 mm yang berada diantara 19,2 mm dan 25 mm maka Volume kerikil:

Diketahui:

X1 = 0,68

X2 = 0,66

Y = 2,71 mm

Y1 = 2,6 mm

Y2 = 2,8 mm

Ditanyakan:

X = ?

Maka:

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

$$X = 0,68 + \left(\left(\frac{(2,71 - 2,6)}{(2,8 - 2,6)}\right) \times (0,66 - 0,68)\right)$$

$$X = 0,67$$

Berat kering tusuk SSD = 1,71 kg/lt

W kerikil = V kerikil × SSD = 0,67 × 1,71 = 1,142 ton = 1141,750 kg

Volume semen $= \frac{W\ \text{Kerikil (ton)}}{\text{BJ kerikil}} = \frac{1,142}{2,71} = 0,421\ m^3$

9) Berat pasir tiap 1 m^3 beton

V. Semen = 0,165 m^3

V. Kerikil = 0,421 m^3

V. Air = 0,207 m^3

V. Udara = 0,0196 m^3

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

= 1 – (0,165 + 0,421 + 0,207 + 0,0196)

= 0,187 m^3

W pasir = V. Pasir × BJ Pasir = 0,187 × 2,59 = 0,485 ton = 484,624 kg

10) Kebutuhan campuran bahan untuk 1 m^3 beton

W semen = 520,34 kg/m^3

W pasir = 484,624 kg/m^3

W kerikil = 1141,750 kg/m^3

W air = 207,3 lt/m^3

Perbandingan berat = semen : pasir : kerikil : air = 1 : 0,93 : 2,19 : 0,40

11) Kebutuhan Bahan Pembuatan Benda Uji Beton

Untuk Silinder:

Dibutuhkan beton berbentuk silinder sejumlah 30 buah.

Diameter (d) = 0,15 m

Tinggi (h) = 0,3 m

Volume 1 silinder = 0,0053 m^3

Volume total silinder = 0,1590 m^3

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

Volume tambahan = 0,0398 m^3

Volume total = 0,1988 m^3

Tabel 4.9. Mix Design pembuatan sampel bentuk silinder *(sumber: Hasil olah data)*

Bahan beton	Berat 30 sampel silinder	Berat 1 sampel silinder
Air	41,6 lt	1,37 lt
Semen	103,4 kg	3,45 kg
Agregat halus	96,3 kg	3,21 kg
Agregat kasar	227,0 kg	7,57 kg

Berdasarkan hasil yang didapat di laboratorium untuk perancangan campuran (*Mix design*) dengan menggunakan agregat kasar batu alami untuk 1 (satu) sampel silinder yaitu, air 1,37 lt, semen 3,45 kg, agregat halus 3,68 kg dan agregat kasar 7,00 kg.

C. Slump

Uji slump adalah suatu uji empiris/metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi/kekakuan (dapat digunakan atau tidak) dari campuran beton segar *fresh concrete* untuk menentukan tingkat *workability* nya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukan berapa banyak air yang digunakan. Untuk itu uji slump menunjukan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air. Dalam suatu adukan/campuran beton,kadar air sangat dibutuhkan karena menetukan tingkat *workability* nya atau tidak. Campuran beton yang terlalu cair akan menyebabkan mutu beton rendah, dan lama mengering. Sedangkan campuran beton yang terlalu padat menyebabkan adukan tidak merata dan susah untuk dicetak. Uji slump mengacu pada *sumber: SNI 03-2834-2000*. Slump dapat dilakukan di laboratorium maupun di lapangan.

Tabel 4.10. Hasil pengujian slump *(Sumber : Hasil olah data)*

No	Jenis beton	Umur (Hari)	Waktu campur (Menit)	Slump maksimum (mm)	Slump lapangan (mm)
1	Beton campuran air bersih (Normal)	7	± 10	150	80
		14	± 10	150	80
		21	± 10	150	80
		28	± 10	150	80
2	Beton campuran air laut	7	± 10	150	80
		14	± 10	150	80
		21	± 10	150	80
		28	± 10	150	80

Nilai slump yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 4.10. Berdasarkan pada hasil pengamatan yang dilakukan terhadap pengujian slump dengan komposisi air yang telah direncanakan maka diperoleh nilai slump 80 mm untuk beton normal dan beton campuran air laut.

D. Kuat tekan beton

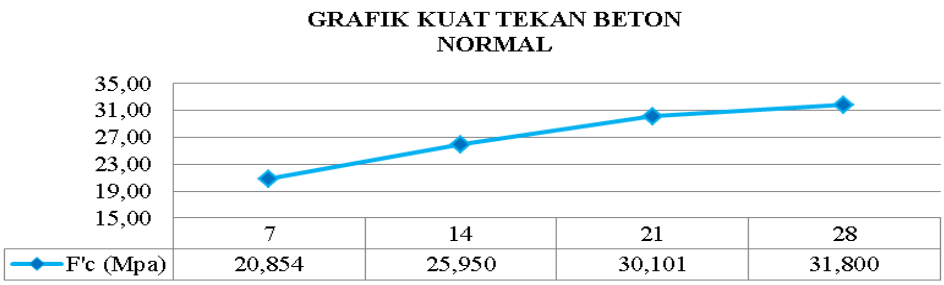
Pengujian kuat tekan beton menggunakan benda uji selinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Setelah pembuatan benda uji kemudian dilakukan perendaman, untuk beton normal menggunakan perendaman air tawar dan beton campuran air laut direndam dengan menggunakan air laut. Setelah melakukan perendaman maka dilakukan pengujian beton setelah berumur 7 hari, 14 hari 21 hari dan 28 hari.

Tabel 4.11. Hasil pengujian kaut tekan beton campuran air bersih dengan perendaman air bersih *(sumber: Hasil olah data)*

No sampel	Umur (hari)	Berat (Kg)	Beban (Kn)	Kuat tekan (f'c) Mpa	Rata-rata
1	7	12,39	355	20,099	20,854
2	7	12,28	375	21,231	
3	7	12,34	375	21,231	
4	14	12,40	450	25,478	25,950
5	14	12,23	465	26,327	
6	14	12,41	460	26,044	
7	21	12,25	530	30,007	30,101
8	21	12,31	535	30,290	
9	21	12,29	530	30,007	
10	28	12,27	560	31,706	31,800
11	28	12,37	560	31,706	
12	28	12,39	565	31,989	

Berdasarkan table 4.11 hasil uji kuat tekan dari sampel beton campuran air bersih rendaman air bersih diperoleh nilai rata-rata kaut tekan pada umur 7 hari sebesar 20,854 Mpa pada umur 14 hari sebesar 25,950 Mpa, pada umur 21 hari sebesar 30,101 Mpa dan pada umur 28 hari sebesar 31,800 Mpa.

Berikut adalah grafik kuat tekan beton normal

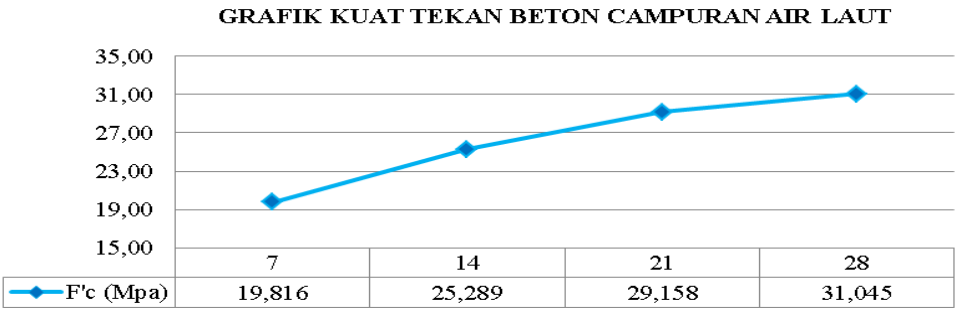


Gambar 4.2. Grafik kuat tekan beton normal
Sumber: *Hasil olah data*

Tabel 4.12. Hasil pengujian kaut tekan beton campuran air laut dengan perendaman air laut *(sumber: Hasil olah data)*

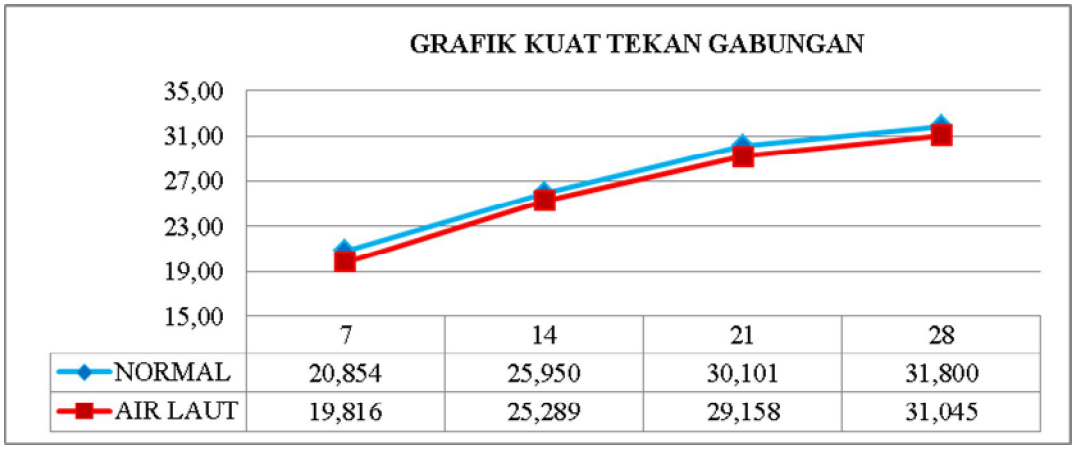
No sampel	Umur (hari)	Berat (Kg)	Beban (Kn)	Kuat tekan (f'c) Mpa	Rata-rata
1	7	12,32	350	19,816	19,816
2	7	12,37	350	19,816	
3	7	12,35	350	19,816	
4	14	12,29	440	24,912	25,289
5	14	12,39	450	25,478	
6	14	12,38	450	25,478	
7	21	12,34	510	28,875	29,158
8	21	12,41	515	29,158	
9	21	12,33	520	29,441	
10	28	12,38	545	30,856	31,045
11	28	12,40	555	31,423	
12	28	12,42	545	30,856	

Berdasarkan table 4.12 hasil uji kuat tekan dari sampel beton campuran air laut rendaman air laut diperoleh nilai rata-rata kaut tekan pada umur 7 hari sebesar 19,816 Mpa pada umur 14 hari sebesar 25,289 Mpa, pada umur 21 hari sebesar 29,158 Mpa dan pada umur 28 hari sebesar 31,045 Mpa.



Gambar 4.3. Grafik kuat tekan beton menggunakan bahan pencampur air laut.

Sumber*: Hasil olah data*.



Ganbar 4.4. Grafik gabungan kuat tekan beton normal dengan beton bahan pencampur menggunakan air laut. Sumber: *Hasil olah data*

Kuat tekan rata-rata dari beton normal dan beton campuran air laut ditampilkan dalam bentuk grafik seperti terlihar pada gambar 5. Dari hasil uji kuat tekan beton disimpulkan bahwa beton campuran air laut memenuhi kuat tekan f'c rencana. Namun kekuatan uji tekannya lebih rendah disbanding beton normal.

E. Kuat tarik belah

Nilai kuat tarik belah dengan memasukan harga maksimum pada saat benda uji silinder beton normal dan beton campuran air laut mengalami kehancurandan terbelah menjadi dua bagian pada umur 28 hari.

Tabel 4.13. Pengujian tarik belah silinder beton normal *(sumber: Hasil olah data)*

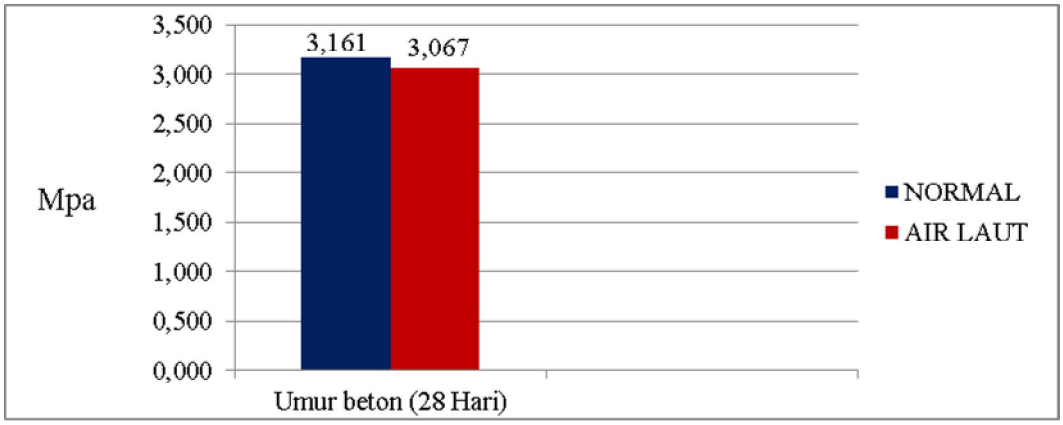
No	Umur (hari)	Berat (Kg)	Beban (Kn)	Kuat tarik belah (f'c) Mpa	Rata-rata
1	28	12,380	235	3,326	
2	28	12,231	220	3,114	3,161
3	28	12,347	215	3,045	

Berdasarkan table 4.13 hasil uji kuat Tarik belah beton dari sampel beton normal dengan perendaman menggunakan air bersih diperoleh nilai rata-rata kaut tarik belah beton pada umur 28 hari sebesar 3,161 Mpa.

Tabel 4.14. Pengujian kuat tarik belah beton campuran air laut *(sumber: Hasil olah data)*

No	Umur (hari)	Berat (Kg)	Beban (Kn)	Kuat tarik belah (f'c) Mpa	Rata-rata
1	28	12,316	225	3,185	
2	28	12,445	215	3,043	3,067
3	28	12,250	210	2,972	

Berdasarkan table 4.14 hasil uji kuat Tarik belah beton dari sampel beton campuran air laut dengan perendaman menggunakan air laut diperoleh nilai rata-rata kaut Tarik belah beton pada umur 28 hari sebesar 3,067 Mpa.



Gambar 4.5. Diagram hubungan kuat tarik belah beton normal dengan beton campuran air laut. Sumber: *Hasil olah data*

Pada gambar 4.5. Menampilkan nilai kuat tarik belah beton normal dan beton campuran air laut pada umur 28 hari. Kuat tarik belah rata-rata beton normal sebesar 3,161 Mpa sedangkan nilai kuat tarik belah beton rata-rata untuk beton campuran air laut sebesar 3,067 Mpa.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasrkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium maka, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan beton normal lebih siknifikan dari beton campuran air laut. Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada umur beton 28 hari dengan hasil rata-rata sebesar 31,800 Mpa, sedangkan hasil rata-rata beton campuran air laut sebesar 31,045 Mpa.
2. Kuat tarik belah beton normal pada umur 28 hari lebih siknifikan dibandingkan beton yang menggunakan campuran air laut dengan nilai rata-rata sebesar 3,161 Mpa untuk beton normal sedangkan beton campuran air laut sebesar 3,067 Mpa.

B. Saran

Adapun saran berdasarkan hasil penitian adalah :

1. Berdasarkan hasil penelitian, menunjukan air laut pantai lumpue dapat digunakan sebagai alternatif bahan campuran beton.
2. Untuk yang berminat melakukan penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan bahan tambah berupa zat-zat kimia tambahan *(chemical additive)* yaitu zat untuk mengurangi penggunaan air pada beton *(water reduction)*

3. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kuat tekan dan tarik belah beton campuran air laut dengan perendaman menggunakan air laut..

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad. Bahri, S. dan Ramlan, S. (2018). *Pengaruh Air Laut Sebagai Air Pencampur Dan Perawatan Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas Beton Yang Menggunakan Fly Ash Sebagai Pengganti Sebagian Semen.* Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)

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

Jacky. (2018). *Analisa Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Tambah Sikacim Concrete Additive Dan Masterrheobuild-6. Diss*. Universitas Internasional Batam.

Kudup, N. W. (2019). *Studi Eksperimental Pengaruh Air Laut Sebagai Pencampur Dan Perawatan (Curing) Terhadap Kuat Tekan Beton. Diss.* Universitas Andalas.

Mansyur. (2013). *Perilku Mekanika Beton Yang Menggunakan Air Laut*.Universitas Hasanuddin Makassar.

Mulyono, T. (2005). *Teknologi Beton: Dari Teori Ke Praktek*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.

Nugraha, P. A. (2009). *Teknologi Beton Dari Material, Pembuatan, Ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: CV. Andi Offest.

Pane, F.P., Tanudjaja H., dan Reky, S. W (2015). *Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton.*" Jurnal Sipil Statik 3.5.

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

Saad M. L. (2019). *Perbandingan Kuat tekan Beton campuran Air Payau dan campuran Air Bersih dengan Mix Design K-250*. Parepare: Universitas Muhammadiyah Parepare.

Standar Nasional Indonesia. (2004). *Semen Portland*. Badan Standarisasi Nasional. http://staffnew.uny.ac.id/upload/132256207/pendidikan/sni-15-2049-2004.pdf

Standar Nasional Indonesia. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*. Bandung: BSN. SNI-03-2847-2002.

Standar Nasional Indonesia. (2000). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.* Badan Standarisasi Nasional SNI 03-2834-2000.

Standar Nasional Indonesia. (1991). *Metoda Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium.* BSN.SNI 03-2493-1991.

Standar Nasional Indonesia. (1990). *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.* Jakarta. Badan Standardisasi Nasional. SNI 03 – 1974 – 1990.

Subakti, A. (1995). *Teknologi Beton Dalam Praktek*. Surabaya: Institut Tekologi Sepuluh Nopember.

Tjokrodimuljo, K. (1996). *Teknologi beton*. Yogyakarta: Nafiri.

Victor, V. dan Bella S. (2019). *Studi Kelayakan Penggunaan Air Laut Untuk Campuran Beton*. Prosiding SNST Fakultas Teknik 1.1.

Wedhanto, S. (2017). *Pengaruh air laut terhadap kekuatan tekan beton yang terbuat dari berbagai merk semen yang ada di kota malang*. Bangunan 22.2.