

**PENGARUH PENGGUNAAN AIR LAMUT DAN AIR TAWAR
TERHADAP SAKRAK LERISTIK BETON**

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk melengkapi persyaratan wisuda pada SKRI (Sajarat Struktural Sani
(S-1) pada Program Studi Teknik Geomatika dan Geomatika Terapan*

Universitas HKBP Nommansari Medan

Disusun oleh:

INDI AFRIZA DELINA KUMASINGAR
19310018

Telah diuji dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir pada tanggal 06 April 2018 dan
dinyatakan telah lulus sidang sarjana

Disahkan oleh :

Dosen Pembimbing I



Humisar Pasaribu, ST., MT

Dosen Penguji I



Ir. Johan Oberlyu Simanjuntak, ST., MT., ASEAN., Eng

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Yetty Riris Saragih, ST., MT., IPM., ACPE

Dosen Pembimbing II



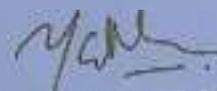
Bartholomeus, ST., MT

Dosen Penguji II



Ir. Salomo Simanjuntak, MT

Ketua Program Studi



Ir. Yetty Riris Saragih, ST., MT., IPM., ACPE

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan jaman, jumlah penduduk juga meningkat dengan sangat drastis, peningkatan tersebut mengakibatkan meningkatnya kebutuhan makanan dan air bersih. Tingginya kebutuhan yang tidak diimbangi dengan penyediaan infrastuktur air bersih yang memadai menyebabkan munculnya kelangkaan air bersih. Jumlah penduduk dunia yang tidak memiliki akses air bersih mencapai 48% - 55% dari jumlah penduduk di dunia. Hal ini diperburuk dengan tingginya penggunaan air pada konstruksi beton.

Kesulitan air bersih biasa terjadi di daerah yang sulit dijangkau atau daerah terpencil. Untuk mengurangi kelangkaan air bersih, diharapkan pembangunan infrastruktur di daerah yang sulit air bersih dapat menggunakan air laut sebagai bahan campuran beton dengan pertimbangan biaya mobilisasi air bersih yang mahal untuk tempat yang sulit dijangkau dan kemudahan penyediaan material dipulau yang jauh dari akses air bersih.

Pembangunan infrastruktur dan kebutuhan tempat tinggal memacu inovasi dalam bidang rekayasa struktur termasuk teknologi bahan konstruksi. Inovasi-inovasi bertujuan untuk menghasilkan material struktur yang memiliki karakteristik yang baik dengan metode dan biaya yang ekonomis.

Salah bahan konstruksi yang banyak digunakan adalah beton, yang merupakan salah satu bahan konstruksi pekerjaan sipil yang berperan penting dalam pembangunan. Keistimewaan dari beton adalah mudah dibentuk sesuai dengan keinginan, memiliki nilai kuat tekan yang tinggi, memiliki ketahanan dalam jangka panjang dengan perawatan yang sederhana dan relatif murah. Beton merupakan salah satu material konstruksi yang terdiri dari campuran agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) sebagai bahan pengisi, serta semen dan air sebagai bahan pengikat.

Penelitian terkait dengan pemanfaatan air laut sebagai campuran beton berfokus pada perubahan kuat tekan antara beton normal (dengan air bersih) dan beton dengan air laut (Wegian,

2010). Perubahan yang terjadi pada karakteristik beton bisa mengalami kenaikan maupun penurunan, maka dari itu diperlukan studi kelayakan untuk mengidentifikasi kelayakan air laut sebagai bahan campuran beton.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan kuat tekan beton campuran menggunakan air laut dan air tawar.
2. Bagaimana kuat tekan beton menggunakan air laut sebagai campuran beton.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Meneliti besar perbandingan kuat tekan beton dengan menggunakan air laut dan air tawar.
2. Meneliti kelayakan kuat tekan beton menggunakan air laut sebagai campuran beton.

1.4 Batasan Penelitian

Agar penelitian berjalan dengan baik dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka penelitian ini diberi batasan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada laboratorium beton Fakultas Teknik Prodi Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan.
2. Penelitian dilakukan hanya untuk menguji kuat tekan beton pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari.
3. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
4. Jumlah benda uji sebanyak 24 sampel yang terdiri dari 12 sampel tiap campuran.
5. Hanya membahas perbandingan kuat tekan beton dengan menggunakan air laut dan air tawar dengan perbandingan campuran yang sama.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian mengenai perbandingan kuat tekan beton menggunakan air laut dan air tawar, diharapkan bermanfaat bagi:

1. Bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dibidang teknologi beton campuran.

2. Penelitian ini diharapkan dapat memberi wawasan dalam penggunaan campuran beton dengan air laut, khususnya daerah yang kekurangan air bersih.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Seiring berkembangnya globalisasi dalam infrastruktur beton memiliki banyak manfaat. Beton merupakan suatu material yang sangat banyak digunakan sebagai bahan konstruksi seperti bangunan gedung, jembatan, jalan serta infrastruktur lainnya. Dalam struktural beton digunakan sebagai pondasi, kolom, plat dan lainnya, dalam teknik sipil hidro beton digunakan sebagai drainasi perkotaan, saluran dan bendungan (Tri Mulyono, 2004). Salah Satu kelebihan beton yaitu mampu menahan beban tekan, perubahan cuaca, suhu yang tinggi, dapat dibentuk dan mudah dirawat.

Menurut Tri Mulyono, 2004 secara umum beton dibagi menjadi 3 kelas yaitu :

1. Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non-struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan, sedangkan terhadap kuat tekan tidak disyaratkan pemeriksaan.
2. Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan dibawah pimpinan tenaga ahli. Beton kelas II dibagi menjadi 6 mutu dan hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan.
3. Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K-255. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan dibawah pimpinan tenaga ahli. Disyaratkan adanya Laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara *continue*.

2.1.1 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Adapun kelebihan dari beton yaitu (Tri Mulyono, 2004) :

1. Mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
2. Mampu memikul beban yang berat.
3. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
4. Biaya perawatan yang terbilang kecil.

Adapun kekurangan beton yaitu (Tri Mulyono, 2004) :

1. Bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah kembali.
2. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
3. Bera dan daya pantul besar.

2.2 Bahan-Bahan Beton Normal

Beton terbuat dari bahan yang dicampur berupa material alam yang berbentuk agregat halus yaitu pasir, batu pecah, atau bahan semacamnya dan agregat kasar berupa batu alam/batu pecah ditambahkan bahan perekat yaitu semen dan air sebagai bahan katalis untuk keperluan reaksi kimia. Agregat halus dan agregat kasar merupakan bahan tanah campuran beton (Try Mulyono,2004). Berikut penjelasan mengenai bahan material beton normal :

2.2.1 Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Fungsi semen yaitu sebagai bahan pengikat butiran agregat halus dan agregat kasar sehingga membentuk padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara agregat pada campuran beton.

Tabel 2.1 Kandungan bahan kimia dalam semen

Oksida	Persen (%)
Kapur (CaO)	60 - 65
Silica (SiO ₂)	17 - 25
Alumina (Al ₂ O ₃)	3 - 8
\Besi (Fe)	0,5 - 6
Magnesia (MgO)	0,5 - 4
Sulfur (SO ₃)	1 - 2
Soda/Potash (Na ₂ O + K ₂ O)	0,5 - 1

(Sumber: Teknologi Beton, Tjokrodinuljo 1996)

2.2.2 Agregat

Fungsi agregat adalah sebagai bahan pengisi adukan beton atau mortar. Komposisi agregat pada adukan beton ± 70% dari komposisi beton ataupun mortar. Sehingga agregat memiliki sifat yang sangat mempengaruhi mutu beton (Riyadi M. & Amelia, 2005).

Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentuan kemampuan perkerasan jalan memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Yang menentukan kualitas agregat sebagai material perkerasan jalan merupakan:

- a. Gradasi
- b. Kebersihan
- c. Kekerasan
- d. Ketahanan agregat bentuk buah
- e. Tekstur bagian atas
- f. Porositas
- g. Kemampuan buat menyerap air
- h. Berat jenis
- i. Daya kelekatan terhadap aspal.

Keutamaan agregat dalam peranannya didalam campuran beton:

- a. Menghemat penggunaan semen Portland
- b. Menghasilkan kekuatan besar pada beton
- c. Mengurangi penyusutan pada pengerasan beton
- d. Dengan gradasi agregat yang baik dapat tercapai beton yang padat.

Berdasarkan ukuran, agregat dibedakan menjadi 2 bagian yaitu :

1. Agregat Kasar

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia 03-2847-2002 pengertian agregat kasar yaitu material utama pembentuk beton yang memiliki ukuran lebih besar dari 5 mm-40 mm atau ukuran butiran yang tertahan pada ayakan 4,75 mm. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori. Agregat kasar juga tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1%, yang artinya dapat melewati ayakan 0,063 mm, dan apabila kadar lumpur yang ada dalam agregat kasar lebih dari 1% maka agregat harus dicuci.

Agregat kasar ini berdasarkan asalnya juga dibagi menjadi dua yaitu agregat alami yang diperoleh dari sumber alam dan agregat buatan yang diperoleh dari hasil industri pemecah batu.

Keunggulan agregat dalam peranannya di dalam campuran beton adalah:

1. Mampu menghemat penggunaan semen portland
2. Menghasilkan kualitas beton yang kasar

3. Menghasilkan kekuatan pada beton terhadap gaya tekanan
4. Mampu mengurangi adanya penyusutan pada pengerasan beton
5. Dihasilkan beton yang padat melalaui gradasi agregat kasar yang berkualitas baik.

Ada beberapa syarat batu pecah yang dapat digunakan di dalam campuran beton menurut sumber departemen pekerjaan umum (1982) adalah:

1. Syarat Fisik

- a. Besar butir agregat maksimum, tidak boleh lebih besar dari $1/5$ jarak terkecil bidang bidang samping dari cetakan $1/3$ tebal palt atau $3/4$ dari jarak minimum tulangan.
- b. Kekerasan yang ditentukan dengan menggunakan bejana rudellof tidak boleh mengandung bagian hancur yang tembus ayakan 2 mm lebih dari 16%.
- c. Bagian yang hancur bila diuji dengan menggunakan mesin *los angeles*, tidak boleh lebih dari 27% berat.
- d. Kadar lumpur maksimal 1%.
- e. Bagian butir yang panjang dan pipih, maksimum 20% berat, terutama untuk beton mutu tinggi.s

2. Syarat Kimia

- a. Kekekalan terhadap Na_2SO_4 bagian yang hancur maksimum 12%berat,dan kekekalan terhadap MgSO_4 bagian yang hancur maksimum 18%
- b. Kemampuan beraksi terhadap alkali harus negative sehingga tidak berbahaya.

Adapun beberapa jenis agregat kasar yang biasanya atau umum digunakan adalah:

1. Batu pecah alami, yaitu agregat kasar yang diperoleh dari batuan cadas atau batu pecah alami yang digali.
2. Kerikil alami,yaitu agregat kasar brupa kerikil yang di peroleh dari porses pengikisan air sungai yang mengalir secara alami.
3. Agregst kasar buatan,yaitu agregat yang diperoleh dari hasil buatan berupa *slag* atau *shale*.
4. Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat: agregat kasar yang di klasifikai disini misalnya baja pecah, barit, mekanik dan mortar.

2. Agregat Halus

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia T-15-1991-03, Agregat halus merupakan hasil *disintegrasi* alami dari batuan alami atau pasir yang dihasilkan dari alat pemecah batu. Besar butiran pasir yaitu antara 0,15 mm-5 mm. Agregat halus juga harus tajam dan keras dan tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%.

Tabel 2.2 Syarat-Syarat Dari Agregat Halus

No	Pengujian	Satuan	Nilai Standar (Pasir)
1	Zat organik	-	No 3 kuning tua
2	Berat jenis, SSD	gr/cm ³	2.5-2.8
3	Berat isi	gr/cm ³	1.4-1.9
4	Penyerapan air	%	2%-7%
5	Kadar air	%	3%-5%
6	Kadar Lumpur	%	<5%

(Sumber:SK SNI T-15-1991-03)

2.2.3 Air

Fungsi air pada campuran beton adalah digunakan untuk reaksi kimia dalam pengikatan campuran beton sehingga terjadi proses pengerasan beton dan menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat dalam adukan beton sehingga mudah dipadatkan pada saat dituang pada media yang akan dicor. Kebutuhan air sebesar 25% dari berat semen. Perawatan beton juga menggunakan air dengan cara membasahi beton yang sudah dituang dalam cetakan/dicor (Kardiono Tejokrodinuljo, 2007). Kuat tekan beton sangat dipengaruhi oleh air, air yang berlebih akan menyebabkan penurunan kekuatan beton dan bisa mengakibatkan terjadi *bleeding* yaitu air semen naik kepermukaan beton segar yang baru saja selesai dituang. Air yang disyaratkan untuk beton sebagai berikut :

- Tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/Liter.
- Kandungan garam (diantaranya zat organik, asam, dan lainnya yang sejenis) tidak lebih dari 15 gram/liter
- Kandungan kloridanya (Cl) tidak lebih dari 0,5 gram/liter
- Kandungan sulfatnya tidak lebih dari 1 gram/liter.

2.2.4 Belerang

Belerang atau sulfur adalah sebuah unsur kimia dengan lambang S dan nomor atom 16. Yang merupakan unsur nonlogam dan multivalen. Dalam hal ini belerang akan digunakan sebagai capping beton untuk memastikan distribusi beban aksial yang merata ke seluruh bidang tekan beton silinder.

2.3 Bahan Tambah

Admixture adalah bahan yang ditambahkan kedalam campuran betonselama pencampuran berlangsung. Bahan tambah ini berfungsi untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya. Secara umum *Admixture* terdiri dari dua jenis bahan tambah yaitu bahan tambah kimiawi (*chemical admixture*) dan bahan tambah mineral (*additive*). Bahan tambah admixture ditambah pada saat pengadukan dan atau pada saat pengecoran (*placing*) sedangkan bahan tambah adiktif yaitu yang bersifat mineral ditambahkan pada saat pengadukan dilaksanakan (Tri Mulyono MT, 2004).

Bahan tambah kimia biasa digunakan untuk mengubah perilaku beton saat pelaksanaan pekerjaan, sedangkan bahan tambah adiktif merupakan bahan tambah yang lebih banyak bersifat penyemenan. Jadi bahan tambah adiktif lebih banyak digunakan untuk perbaikan kinerja kekuatannya (Tri Mulyono MT, 2004).

2.4 Kuat Tekan dan Elastisitas Beton

2.4.1 Kuat Tekan (Compressive Strength)

Kuat tekan beton merupakan kekuatan tekan maksimum yang dapat dipikul beton per satuan luas. Kuat tekan ditetapkan dengan benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm, yang dinyatakan dalam satuan MPa. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh faktor air semen, sifat dan jenis agregat, jenis campuran, kelecakan, perawatan serta umur beton. Kuat tekan beton normal antara 20 – 40 MPa.

Jenis campuran beton akan mempengaruhi kuat tekan beton. Jumlah pasta semen harus cukup untuk melumasi seluruh permukaan butiran agregat dan mengisi rongga-rongga antara agregat sehingga menghasilkan beton dengan kuat tekan yang diinginkan, maka beton yang masih muda perlu dilakukan perawatan dengan tujuan agar proses hidrasi pada semen bekerja dengan sempurna. Pada proses hidrasi semen dibutuhkan kondisi dengan kelembaban tertentu.

Apabilabeton terlalu cepat mengering, akan timbul retak pada permukaannya. Keretakan ini akan mengakibatkan kekuatan beton menurun.

Kuat tekan beton mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton. Kuat tekan beton dianggap mencapai 100% setelah beton mencapai umur 91 hari. Menurut SNI 03-2847-2002, perkembangan kekuatan beton dengan bahan pengikat semen portland berdasarkan umur beton disajikan pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2. 3 Perkiraan Kuat Tekan Beton pada Berbagai Umur

Umur Beton (hari)	3	7	14	28	90	365
Semen Portland Biasa	0,40	0,65	0,88	1,00	1,20	1,35

2.4.2 Elastisitas Beton

Modulus elastisitas sering disebut sebagai modulus young yang merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan aksial dalam deformasi yang elastis, sehingga modulus elastis menunjukkan kecenderungan suatu material untuk berubah bentuk dan kembli lagi kebentuk semula bila diberi beban.

Modulus elastis merupakan ukuran kekakuan suatu material, sehingga semakin tinggi nilai modulus elastisitas maka semakin sedikit perubahan bentuk yang terjadi apabila diberi gaya. Modulus elastisitas beton tergantung juga pada umur beton, sifat agregat dan semen, kecepatan pembebanan, ukuran beton. Modulus elastis biasanya diambil 25 – 50 % dari kekuatan tekan.

2.5 Air Laut

Pengaruh utama kimia air laut terhadap beton adalah ion Sulfat (SO_4). Serangan sulfat terhadap beton menyebabkan timbulnya bercak putih pada beton yang mengakibatkan beton mengalami *spalling* dan beton mengembang. Bercak putih tersebut merupakan sisa reaksi kimia akibat serangan sulfat dan membentuk titik-titik lunak pada beton (Wedhanto, 20017).

2.6 Komposisi Kimia Air Laut

Kadar garam yang terkandung dalam air laut dapat diukur dari jumlah material yang terlarut dalam tiap kilogram air laut atau setara dengan 1/1000. Pada umumnya kadar garam air laut berkisar 3,4-3,5%. Kemampuan air untuk melarutkan garam cenderung berbeda dan tergantung juga dengan keberadaan laut tersebut. Namun perbandingan komponen utama yang

terkandung dalam air laut relatif konstan. Komponen utama dihitung untuk mengetahui seberapa besar kelemahan dan kemungkinan runtuhnya suatu bangunan karena pengaruh air laut.

Tabel 2.4 Komposit ion air laut

Ion	(g)
Mg^{2+}	1,294
Ca^{2+}	0,41
K^+	0,38
Sr^{2+}	0,008
Cl^-	19,353
SO_4^{2-}	2,71
Br^-	0,008
N_3B_3	0,001
HCO_3^-	0,142
F^-	0,001
Na^+	10,36

2.6.1 Pengaruh Kimia Air Laut Terhadap Beton

Senyawa kimia yang terkandung dalam beton yang dapat menghambat perkembangan beton yaitu Magnesium Sulfat ($MgSO_4$) dan yang lebih buruk adalah kandungan Clorida di dalamnya. Serangan Sulfat dari air laut akan mengakibatkan beton tampak keputihan, beton juga akan mengembang, ataupun retak. Akhirnya pada bagian beton yang terserang oleh sulfat akan menjadi lunak membentuk lapian seperti lumpur.

Saat beton diserang oleh sulfat, kekuatan beton akan naik draastis, lalu akan berangsur-angsur mengalami penurunan kekuatan, dan akan mengakibatkan beton mengembang. Serangan ini diakibatkan oleh Potassium (KS) dan Magnesium Sulfat ($MgSO_4$) pada air laut. Serangan terjadi sejak beton bereaksi dengan Calsium Hidroksida ($Ca(OH)_2$) yang muncul pada semen.

2.6.2 Air Laut Terhadap Kuat Tekan Beton

Wegian,F.M.(2010) melakukan riset terkait kekuatan beton dengan memakai air laut selaku air pencampur di wilayah pasang surut, hasil riset membuat desain beton silinder dengan ukuran

15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil riset menunjukkan bahwa beton air laut dengan curing basah air laut menampilkan bahwa kuat tekan beton yang sama dengan beton air tawar dengan curing dasar air tawar, kenaikan kuat tekan sebesar 0,9% dari kuat tekan beton air tawar usia 28 hari. Sebaliknya pada pengujian curing air laut kering-basah nilai kuat tekan beton air laut lebih besar 2,75% dari beton air tawar dengan perlakuan yang sama. Secara umum beton dengan perawatan basah memiliki nilai kuat tekan yang lebih besar dibanding beton dengan perawatan kering basah atau pada wilayah pasang surut menggunakan air laut. Penyusutan nilai kuat tekan beton dengan air laut mencapai 4,09%, serta nilai kuat tekan beton air tawar mencapai 6,73% dari beton biasa. Pengaruh air laut terhadap kuat tekan beton lebih tinggi dan porositas lebih rendah akibat dari pada pembentukan garam fridel dari beton. Garam fridel merupakan hasil reaksi hidrasi kandungan klorida dalam semen yang bereaksi dengan unsur kalsium hidroksida dan membentuk kalsium klorida dan sulfat dari air laut yang selanjutnya akan mengisi pori-pori pada beton.

2.7 Pemeriksaan Sifat Fisik Material Campuran Beton

Pemeriksaan sifat fisik material berguna dalam merencanakan campuran beton. Adapun pemeriksaan yang dilakukan yaitu:

2.7.1 Analisa Saringan

Penguraian susunan butiran agregat (gradasi) bertujuan untuk menilai agregat yang digunakan pada produksi beton. Pada pelaksanaannya perlu ditentukan batas maksimum dan minimum butiran sehubungan pengaruh terhadap sifat perkerjaan, penyusutan, kepadatan, kekuatan dan juga faktor ekonomi dari beton. Tujuan dari analisa saringan ialah untuk mendapatkan nilai modulus halus butir agregat dan gradasi perbutiran agregat. Modulus halus butir dapat ditentukan dengan persamaan 2.1 berikut.

$$\text{Modulus Halus Butir (MBH)} = \frac{\text{jumlah \% kumulatif Tertinggal}}{100} \quad (2.1)$$

2.7.2 Pemeriksaan Kehalusan Semen

Kehalusan semen sangat mempengaruhi proses hidrasi. Waktu pengikatan menentukan pada proses pengikatan agregat dalam campuran beton. Semakin halus beton, pengikatannya menjadi lebih sempurna dan juga mempercepat proses pengerasan beton. Pemeriksaan kehalusan semen dimaksudkan untuk mendapatkan semen standar sebagai bahan pengikat dalam campuran beton digunakan persamaan 2.2 berikut.

$$F = \frac{w_1}{w_2} \times 100\% \quad (2.2)$$

Keterangan:

W1 = berat benda Pemeriksaan uji yang tertahan diatas saringan

W2 = berat benda uji semula

2.7.3 Berat Jenis Semen

Berat jenis adalah perbandingan antara perbandingan antara berat isi kering semen pada suhu kamar dengan berat isi air suling sama dengan isi semen bertujuan untuk menentukan berat persatuan volume dari semen yang akan dipergunakan dalam perencanaan campuran beton digunakan persamaan 2.3 berikut.

$$\text{Berat Jenis Semen} = \frac{B_5}{(V_2 - V_1) \times D} \quad (2.3)$$

Keterangan:

BS = Berat Semen(gr)

V1 = Pembacaan skala ke -1 (ml)

V2 = Pembacaan Skala ke-2 (ml)

D = Berat isi air (1)

2.7.4 Berat Jenis dan Penyerapan

Berat Jenis agregat adalah perbandingan berat sejumlah volume agregat tanpa mengandung rongga udara terhadap air yang terserap agregat pada kondisi jenuh permukaan dengan berat agregat dalam keadaan kering oven. Untuk menghitung berat jenis dan penyerapan digunakan persamaan 2.4, 2.5, 2.6 berikut.

$$\text{Bj Kering} = \frac{B_k}{(W_2 + B_j - W_1)} \quad (2.4)$$

$$\text{Bj jenuh (SSD)} = \frac{B_j}{(W_2 + B_{jW_1})} \quad (2.5)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \quad (2.6)$$

Keterangan:

Bj = Berat kering permukaan jenuh(gr)

Bk = Berat kering oven (gr)

W1 = Berat bejana+benda uji +air(gr)

W2 = Berat bejana +air(gr)

2.7.5 Kadar Air

Kadar air agregat adalah banyaknya air yang terdapat dalam agregat dalam satuan berat dibandingkan dengan berat keseluruhan agregat. Pemeriksaan kadar air bertujuan untuk mengetahui banyaknya air yang terdapat dalam agregat kasar saat akan diaduk menjadi campuran beton. Dengan diketahuinya kandungan air, maka air campuran beton dapat disesuaikan agar faktor air semen yang diambil konstan. Untuk menghitung kadar air digunakan persamaan 2.7 berikut.

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{W_1 + W_2}{W_2} \times 100\% \quad (2.7)$$

Keterangan:

w1 = Berat agregat (gr)

w2 = Berat kering oven sebelum dicuci (gr)

2.7.6 Berat Isi

Berat isi adalah perbandingan berat sampel dengan volume sampel. Pemeriksaan berat isi dibagi menjadi tiga cara yaitu:

1. Cara Lepas
2. Cara Penggoyangan
3. Cara perojokan

Untuk menghitung berat isi digunakan persamaan 2.8 berikut.

$$\gamma = \frac{w_3}{V} \quad (2.8)$$

Keterangan:

γ = berat isi agregat

W3 = berat benda uji

V = volume wadah

2.7.7 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Mesin *Los Angeles* merupakan salah satu mesin untuk pengujian keausan/abrasi agregat kasar, fungsinya adalah kemampuan agregat untuk menahan gesekan, dihitung berdasarkan kehancuran agregat tersebut. Uji keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles* dapat dilakukan dengan 500 atau 1000 putaran dengan kecepatan 30-33 rpm. Pemeriksaan Keausan agregat kasar bertujuan untuk mengetahui ketahanan agregat kasar dengan menggunakan mesin

Los Angeles. Persyaratan keausan agregat kasar adalah harus lebih kecil dari 27%. Untuk menghitung pemeriksaan keausan agregat kasar digunakan persamaan 2.9 berikut.

$$\text{Nilai Keausan Los Angeles} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \quad (2.9)$$

Keterangan:

A = Berat sampel semula (gram)

B = Berat sampel yang tertahan/lebih besar dari 1,7 mm (gram)

2.7.8 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat

Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat bertujuan untuk menentukan persentasi. Untuk menghitung pemeriksaan kadar lumpur agregat digunakan persamaan 2.10 berikut.

$$\text{kadar lumpur dalam agregat} = \frac{w1-w2}{w2} \times 100\% \quad (2.10)$$

Keterangan:

w1 = Berat agregat mula – mula (gr)

w2 = Berat sampel setelah dikeringkan selama 24 jam (gr)

2.7.9 Pemilihan Faktor Air Semen

Faktor air semen (FAS) atau *water cement ratio* (wcr) adalah indikator yang penting dalam perancangan campuran beton karena FAS merupakan perbandingan jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Untuk menghitung faktor air semen digunakan persamaan 2.11 berikut.

$$\text{FAS} = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat semen}} \quad (2.11)$$

Fungsi FAS, yaitu:

1. Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan.
2. Memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton.

Faktor air semen merupakan hal terpenting didalam pembentukan beton. Beton adalah bahan bangunan yang paling banyak digunakan pada konstruksi, karena konstruksi beton

mempunyai beberapa kelebihan antara lain bahan dasar mudah diperoleh, tahan terhadap berbagai cuaca, lebih mudah dan murah dalam pelaksanaan serta perawatannya cukup mudah. Semakin tinggi nilai Fas (faktor air semen) pada campuran beton maka nilai kuat tekanan dan modulus elastisitas akan semakin rendah.

Peningkatan jumlah air akan meningkatkan kemudahan pengerjaan dan pematatan, tetapi akan mereduksi kekuatan beton, menimbulkan segregasi dan bleeding. Pada umumnya tiap partikel membutuhkan air supaya plastis sehingga dapat dengan mudah dikerjakan. Harus ada cukup air terserap pada permukaan partikel, yang kemudian air tersebut akan mengisi ruang antar partikel. Partikel halus memiliki luas permukaan yang besar sehingga butuh air yang banyak. Di lain pihak tanpa partikel halus beton tidak akan mencapai plastisitas. Jadi faktor air semen tidak dapat dipisahkan dengan gading agregat.

Faktor air semen juga sangat berhubungan dengan kuat tekan beton seperti yang dijelaskan oleh (Murdock, 1986), bahwa pada bahan beton dalam pengujian tertentu, jumlah air semen yang dipakai akan menentukan kuat tekan beton, asalkan campuran beton tersebut cukup plastis dan mudah untuk dikerjakan. Semakin tinggi nilai FAS, mengakibatkan penurunan mutu kekuatan beton. Namun nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Jika FAS semakin rendah, maka beton akan semakin sulit untuk didapatkan. Dengan demikian, ada suatu nilai FAS yang dioptimalkan yang dapat menghasilkan kuat tekan beton yang maksimal. Menurut (Mulyono, Teknologi Beton, 2004) umumnya nilai FAS yang diberikan dalam praktek pembuatan beton min.0,4 dan max.0,65. Talbot dan Richard mengatakan bahwa pada rasio air semen 0.2 sampai dengan 0.5, kekuatan beton akan mengalami kenaikan. Akan tetapi hasil penelitian yang dilakukan oleh Duff Abrams menunjukkan semakin bertambahnya nilai FAS hingga lebih dari 0,6 akan menurunkan kekuatan beton sampai 0 pada nilai FAS 4,0 untuk beton yang berumur 28 hari.

2.7.10 Pengujian Slump

Pengujian slump beton bertujuan untuk mengetahui kelecakan (*consistency*) beton segar. Dengan pemeriksaan slump, maka kita dapat memperoleh nilai slump yang dipakai sebagai tolak ukur atau standar kelecakan beton segar. Arti dari slump beton adalah penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton segar yang diukur segera setelah cetakan uji slump diangkat. Sedangkan beton segar adalah beton yang bersifat plastis yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar dengan ukuran kurang dari 37,5 mm atau 1 ½ inchi, semen dan air, dengan atau tanpa

bahan tambahan atau bahan pengisi. Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan/dicor, dipadatkan dan diratakan. Untuk penentuan penetapan nilai slump dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.5 Penetapan Nilai Slump

Pemakaian Beton	Nilai Slump (mm)	
	maksimum	Minimum
Dinding, pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	125	50
Pemakaian Beton	Nilai Slump (mm)	
	maksimum	Minimum
Pondasi telapak tidak bertulang, kaisan, dan struktur di bawah tanah	90	25
Pelat, balok, kolom dan dinding	150	75
Pengerasan Jalan	75	50
Pembetonan	75	25

(Sumber: SNI 03-2834-1993)

Tingkat kemudahan beton berkaitan erat dengan tingkat kelecakan atau keeceran adukan beton. Makin cair adukan maka makin mudah cara pengerjaannya. Untuk mengetahui kelecakan suatu adukan beton biasanya dengan dilakukan pengujian slump. Semakin tinggi nilai slump berarti adukan beton makin mudah dikerjakan.

Langkah-langkah pengujian *slump-test* :

1. Basahi cetakan agar tidak menyerap dan letakkan di atas permukaan yang datar
2. Isi setiap 1/3 bagian slump test beton segar (fresh concrete) dan ditumbuk sebanyak 25 kali dengan menggunakan batang baja penusuk hingga penuh.
3. Ratakan permukaan beton pada bagian atas cetakan dengan cara menggelindingkan batang penusuk di atasnya.
4. Lepaskan segera cetakan dari beton dengan cara mengangkat dalam area vertikal secara hati-hati.
5. Setelah beton menunjukkan penurunan pada permukaan, ukur segera slump dengan menentukan perbedaan vertikal antara bagian atas cetakan dan bagian pusat atas beton.

2.8 Penelitian Terdahulu

Dalam menentukan keaslian penelitian ini, maka dirangkum beberapa jenis penelitian terdahulu untuk mengetahui perbedaan yang ada dalam penelitian sebelumnya dengan analisis yang telah dilakukan.

Tabel 2.6 Penelitian terdahulu

No	Nama	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Annisa Junaid, 2013/ Studi Kekuatan Beton Yang Menggunakan Air Laut Sebagai Air Pencampur Pada Daerah Pasang Surut	Mengevaluasi kuat tekan beton air laut dan beton air tawar pada daerah full terendam air laut Membandingkan kuat tekan beton air laut dan beton air tawar pada daerah basah kering air laut	Hasil Penelitian ini menyimpulkan bahwa nilai kuat tekan yang antara air laut dan air tawar dengan curing basah air tawar sedangkan nilai kuat tekan pada beton air laut lebih tinggi dibanding air tawar dengan curing basah air laut
2.	Victor dan Bella Septianti, 2019/ Studi Kelayakan Penggunaan Air Laut Untuk Campuran Beton	Untuk Mengidentifikasi kelayakan air laut sebagai bahan campuran beton	Kuat tekan beton cenderung meningkat akibat penggunaan air laut pada campuran beton umur 3,7 dan 28 hari dan serta cenderung menurun pada umur 90 dan 360 hari .
4	Warnodin, leo Lapaisa, 2019. Perbandingan uji kuat tekan beton	Untuk menganalisis pengaruh penambahan larutan NaCl terhadap kuat tekan beton dan mengevaluasi pengaruh	Dengan penambahan NaCl tidak dapat menambah nilai kuat tekan beton.

No	Nama	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
	antara beton k.250 normal dengan campuran Natrium Clorida.	penambahan larutan NaCl terhadap peningkatan kuat tekan beton.	

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton/konstruksi, Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan, Jalan Sutomo No. 4A Medan.

3.2 Bahan dan Peralatan

Adapun bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah :

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen *portland* tipe II dari panglong Abadi Jaya, Jl. Pelita II Medan Perjuangan

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah pasir sungai dari panglong Abadi Jaya, Jl. Pelita II Medan Perjuangan

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan adalah batu kerikil hasil pecahan mesin

4. Air

Air yang digunakan adalah air laut yang berasal dari desa Sei Nagalawan, Kecamatan perbaungan. Pengambilan air dilakukan menggunakan kapal nelayan dengan jarak

sekitar 500 m dari pantai. Dan air tawar yang yang berasal dari Laboratorium Beton/Konstruksi, Universitas HKBP Nommensen Medan.

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Timbangan
2. Cetakan Silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
3. Kerucut *Abrams* untuk mengetahui nilai Slump beton
4. Ayakan atau saringan untuk memperoleh ukuran agregat
5. piknometer digunakan untuk pengujian berat jenis
6. oven digunakan untuk mengeringkan benda pengujian berat jenis dan untuk pengujian kandungan lumpur agregat halus
7. Sekop untuk mengambil atau mengangkat kerikil dan pasir
8. Cetok digunakan untuk mengambil pasir dan semen yang akan ditimbang bersama ember
9. Ember digunakan untuk meletakkan bahan yang akan ditimbang
10. Molen adalah alat pengaduk yang digunakan untuk mencampurkan bahan hingga merata.
11. Mesin tekan dalam penelitian ini digunakan untuk mendapatkan beban maksimum yang dapat ditahan oleh beton.

3.3 Pengujian bahan Campuran Beton

Sebelum pembuatan benda uji beton, perlu dilakukan pengujian terlebih dulu untuk memastikan karakteristik bahan-bahan yang akan digunakan agar memenuhi syarat yang telah ditentukan.

3.3.1 Analisa Saringan

Analisa saringan adalah alat yang digunakan untuk menentukan persentase berat butiran yang lolos dari tiap set saringan. Metode ini dilakukan untuk menentukan butiran agregat kasar dan agregat halus dengan menggunakan saringan. Adapun prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Siapkan sample sesuai dengan keperluan
2. Siapkan saringan kemudian susun dengan urutan nomor :

3. Agregat kasar : 31,5 mm; 25,4 mm ; 19,0 mm ; 12,5 mm ; 9,5 mm ; 4,75 mm dan PAN
4. Agregat halus : 9,5 mm ; 4,75 mm ; 2,36 mm ; 1,18 mm ; 0,6 mm ; 0,3 mm ; 0,15 mm ; 0,075 mm ; dan PAN
5. Masukkan sample dalam saringan yang telah di susun kemudian tutup.
6. Letakkan saringan diatas mesin penggetar, kemudian nyalakan mesin selama 15 menit.
7. Timbang berat setiap agregat dari setiap nomor saringan, lalu lakukan perhitungan dengan menggunakan rumus

$$FM = \frac{\text{berat tertahan}}{\text{berat keseluruhan sampel}} \times 100\% \quad (3.1)$$

3.3.2 Kehalusan semen portland (SNI 15-2049-2004)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kehalusan semen portland yang akan digunakan dalam campuran beton menggunakan saringan. Metode ini digunakan agar kita dapat mengetahui tingkat kehalusan semen portland dan selanjutnya dapat digunakan dalam pengendalian mutu semen. Kehalusan semen portland yaitu perbandingan antara berat benda uji yang tertahan diatas saringan No. 100 dan No. 200 dengan berat benda uji semula. Adapun langkah-langkah pengujian yang akan dilakukan adalah :

1. Susun saringan No. 100 dan No. 200 serta PAN.
2. Timbang berat benda uji lalu masukkan dalam saringan No. 100.
3. Goyang saringan secara perlahan selama 4-5 menit.
4. Lepaskan PAN lalu ketok saringan menggunakan kuas agar partikel. halus yang menempel pada saringan terlepas.
5. Lalu saringan di goyang-goyang kembali.
6. Hitung perbandingan berat benda uji yang tertahan di atas saringan.

Angka perbandingan yang didapat adalah kehalusan semen portland type 1, dengan menggunakan persamaan :

$$F = \frac{a}{b} \times 100\% \quad (3.2)$$

Dimana :

F : Kehalusan semen portland

a : Berat tertahan diatas masing-masing saringan

b : Berat benda uji semula

3.3.3 Pemeriksaan Berat Jenis Semen

Adapun tujuan dari pemeriksaan ini yaitu untuk menentukan nilai berat jenis semen sehingga dapat diketahui kemurnian semen. Berikut tahapan pemeriksaan berat jenis semen :

1. Peralatan
 - a. Botol Le Chatelir
 - b. Saringan No. 200
 - c. Timbangan digital
 - d. Ember
2. Bahan
 - a. Semen portland tipe I
 - b. Air
 - c. Minyak tanah
3. Prosedur Pengujian
 - a. Siapkan alat dan bahan.
 - b. Saring semen menggunakan saringan No. 200.
 - c. Ambil tabung Le Chatelir yang di isi dengan minyak tanah, lalu rendam tabung dengan air bersih dalam ember selama 20 menit. Setelah 20 menit angkat tabung lalu baca skala pada tabung V1.
 - d. Masukkan semen yang telah disaring dalam tabung secara perlahan, dapat menggunakan corong kaca.
 - e. Kemudian tabung digoyang secara perlahan sampai gelembungnya hilang.
 - f. Setelah itu masukan tabung dalam ember, lalu rendam selama 20 menit.
 - g. Setelah 20 menit, angkat tabung lalu baca skala pada tabung V2.

3.3.4 Kadar Air Agregat (SNI 03 -1971 – 1990)

Kadar air agregat adalah banyaknya air yang terkandung didalam agregat tersebut. Didalam suatu bandingan dengan berat keseluruhan dari agregat. Prosedur pengujian kadar air agregat dilakukan sebagai berikut :

1. Siapkan agregat kasar yang lolos saringan diameter 31,5 mm dan tertahan di saringan yang berukuran 4,75 mm sebanyak 600 gr.

2. Rendam benda uji kedalam dua ember berisi air (300 gr) selama \pm 24 jam.
3. Lalu bilas agregat menggunakan kain agar tercapai kering SSD terus masukan agregat kedalam plastik yang telah disediakan, kemudian timbang dan catat beratnya ($W_2 = W_3 + W_1$).
4. Masukan benda uji kedalam *oven* selama 24 jam.
5. Keluarkan benda uji yang telah dioven selama 24 jam dan biarkan beberapa saat supaya beratnya konstan, lalu timbang dan catat beratnya ($W_3=W_2 + W_1$), dengan menggunakan persamaan 3.3 berikut :

$$W = \frac{W_t - W_s}{W_s} \times 100\% \quad (3.3)$$

Dimana :

W_t : Berat agregat basah/kering SSD (gr)

W_s : Berat agregat kering total

W : Kadar air %

3.3.5 Pemeriksaan Berat Isi Agregat (SNI 03-4804-1998)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat ini agregat halus dan kasar.

1. Peralatan

- a. Timbangan
- b. Wadah silinder
- c. Sekop
- d. Mistar perata
- e. Tongkat pemadat

2. Bahan

- a. Agregat kasar
- b. Agregat halus

3. Prosedur pengujian berat isi agregat kasar

- a. Persiapan alat dan bahan isi agregat kasar
- b. Ukuran diameter dan tinggi dari wadah silinder yang akan digunakan menggunakan mistar
- c. Dalam melakukan pengujian berat isi akan dilakukan menggunakan 3 metode yaitu berat isi lepas, perojokan dan penggoyangan

1) Pengujian dengan metode lepas

- a. Timbang dan catat berat wadah (W_2)
- b. Masukkan agregat kasar dengan hati-hati agar tidak berjauhan dan tidak terpisah dengan butir-butir yang lainnya, dengan ketinggian maks 5 cm di atas wadah dengan menggunakan sekop sampai penuh.
- c. Ratakan permukaan agregat kasar dengan menggunakan mistar perata.
- d. Timbang dan catatlah berat wadah beserta agregat kasar (W_2)
- e. Hitunglah berat agregat kasar ($W_3 = W_2 - W_1$).

2) Pengujian dengan menggunakan perojokan

- a. Timbang dengan menggunakan wadah (W_1)
- b. Isilah wadah dengan agregat kasar dalam tiga lapisan yang sama tebal.
- c. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang dirojok sebanyak 25 kali secara pemerataan.
- d. Pada saat lapisan ketiga, ini agregat kasar melebihi ukuran wadah rojok sebanyak 25 kali kemudian ratakan dengan mistar perata.
- e. Timbang dan catatlah berat benda wadah beserta agregat kasar (W_2)
- f. Hitunglah berat agregat kasar ($V_3 = W_2 - W_1$).

3.3.6 Berat Jenis & Penyerapan Agregat Halus (SNI 1970 ; 2008)

Merupakan percobaan yang digunakan untuk menentukan persentase perbandingan antara berat air yang terserap agregat didalam keadaan jenuh permukaan, dengan berat agregat dalam keadaan kering oven.

Prosedur percobaan :

1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Lalu periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisi benda uji kedalam kerucut terpancung (*cone*), masukkan benda uji kedalam kerucut terpancung sampai 3 bagian.
3. Padatkan dengan batang penumbuk selama 25 kali angkat kerucut terpancung (*cone*) Keadaan kering permukaan jenuh akan apabila benda penguji runtuh namun masih dalam keadaan tercetak, dan apabila masih runtuh ulagi.
4. Ambil agregat halus 500 gram lolos saringan No. 4
5. Timbang berat piknometer.

6. Setelah itu tambahkan air hingga mencapai 90% isi piknometer tersebut lalu timbang beratnya, kemudian buang airnya
7. Masukkan 500 gram agregat halus dalam kondisi SSD kedalam piknometer kemudian tambahkan air hingga 90% lalu goyangkan piknometer sampai gembung udara menghilang.
8. Timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram.
9. Diamkan selama 2 jam dalam suhu ruangan tertentu.
10. Keluarkan benda uji dengan cara menambahkan air lalu saring untuk memisahkan air dengan agregat menggunakan saringan, masukkan kedalam wadah lalu keringkan dalam oven dengan suhu $(100 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
11. Setelah 24 jam keluarkan benda uji dalam oven, kemudian timbang benda uji tersebut, dan catatlah pada form yang telah dipersiapkan. Jika sudah rapikan dan susun kembali alat yang telah dipakai.

Dalam metode ini dilakukan perhitungan dengan persamaan 3.4, 3.5, dan 3.6 sebagai berikut :

- Berat *Bulk*

$$\frac{B_k}{B + B_s + B_t} \quad (3.4)$$

- Berat Uji Permukaan Jenuh

$$\frac{B_s}{B + B_s + B_t} \quad (3.5)$$

- Berat Uji Semu

$$\frac{B_k}{B + B_k + B_t} \quad (3.6)$$

Dimana :

B_k : Berat benda uji kering oven

B : Berat piknometer berisi air

B_t : Berat piknometer berisi benda uji dan air

B_s : Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh

3.3.7 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat halus (SNI S-04-1998-F)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan persentase kadar lumpur dalam agregat halus. Kadar lumpur tidak boleh melebihi 5% dari berat agregat halus.

1. Peralatan
 - a. Gelas ukur kapasitas 100 ml 2 buah.
2. Bahan
 - a. Agregat halus.
 - b. Larutan.

Prosedur Pengujian

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Masukkan pasir kedalam gelas ukur sebanyak 15 ml dan 25 ml.
3. Masukkan pasir kedalam gelas ukur sebanyak 115 ml dan 125 ml.
4. Tutup permukaan gelas dan kocok untuk mencuci pasir dari lumpur.
5. Setelah dikocok, simpan gelas ukur dan biarkan selama 24 jam.
6. Setelah 24 jam ukur tinggi pasir dan lumpur yang ada di gelas ukur tersebut.

3.3.8 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (SNI 1969:2008)

Untuk menentukan berat jenis kering dan penyerapan dari agregat kasar. Prosedur percobaannya adalah sebagai berikut :

1. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
2. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap sebagai catatan, bila penyerapan dan harga berat jenis digunakan dalam pekerjaan beton dimana agregat yang digunakan pada keadaan kadar air aslinya, maka tidak perlu dilakukan pengeringan dengan oven.
3. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram (Bk).
4. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 ± 4 jam.
5. Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang, untuk butiran yang besar pengeringan halus satu persatu.
6. Timbang benda uji kering permukaan jenuh (Bj).

7. Letakkan benda uji didalam keranjang goncang batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya didalam air (B_a), dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar (25°C).

Banyak jenis bahan campuran yang mempunyai bagian butir-butir berat dan ringan, bahan semacam ini memberikan harga-harga berat jenis yang tidak tetap walaupun pemeriksaan dilakukan dengan sangat hati-hati, dalam hal ini beberapa pemeriksaan ulangan diperlukan untuk mendapatkan harga rata-rata yang memuaskan.

Dalam metode ini dilakukan perhitungan dengan persamaan 3.7, 3.8 dan 3.9 sebagai berikut :

a. Berat jenis curah (*Bulk Specific Gravity*)

$$\frac{B_k}{B_j - B_a} \times 100\% \quad (3.7)$$

b. Berat jenis kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry*)

$$\frac{B_j}{B_j - B_a} \times 100\% \quad (3.8)$$

c. Berat jenis semen (*Apparent Specific Gravity*)

$$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \quad (3.9)$$

Dimana :

B_k = Berat benda uji kering *oven*, dalam gram

B_j = Berat benda uji kering permukaan jenuh dalam gram

B_a = Berat benda uji kering permukaan jenuh didalam air

3.3.9 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar Dengan Mesin Los Angeles (SNI 2417 : 2008)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukna tingkat keausan agregat kasar dengan menggunakan mesin Los Angeles.

1. Peralatan

a. Mesin Los Angeles

- b. Saringan No. 12,5 mm ; 9,5 mm ; dan saringan 2,38 mm
 - c. Bola baja sebanyak 9 buah
 - d. Timbangan digital ketelitian 0,01 gr
 - e. Oven
 - f. Wadah
 - g. Stopwatch
2. Bahan
- a. Agregat kasar sebanyak 500 gram

Prosedur pengujian

1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Timbang agregat kasar sebanyak 2000 gram, yaitu agregat yang lolos saringan 12,5 mm dan tertahan saringan 9,5 mm.
3. Lalu cuci agregat tersebut hingga bersih dan oven selama 24 jam, dan setelah di oven dinginkan agar suhunya sama dengan suhu ruang.
4. Setelah dingin masukan benda uji ke dalam mesin Los Angeles dan 8 buah bola baja.
5. Nyalakan mesin dengan kecepatan putar 30-33 rpm yaitu sekitar 500 putar selama 15 ment.
6. Setelah selesai, keluaran agregat dari mesin Los Angles dan saringan menggunakan saringan 15 menit.
7. Timbang berat agregat yang lolos dan tertahan di saringan 2,36 mm.
8. Lakukan pengolahan data.

3.4 Pembuatan Sampel Beton (SNI 03-4810-1998)

Pembuatan sampel beton dilakukan sesuai dengan perencanaan proporsi campuran 1:2:3, dengan FAS 0,45. Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium, untuk pembuatan benda uji beton di laboratorium sampai saat pengujian dilakukan dengan ketelitian dalam pengawasan bahan dan kondisi pengujian, menggunakan beton yang dipadatkan dengan cara ditusuk atau digetarkan, ada pun beberapa prosedur yang dilakukan yaitu:

1. Siapkan cetakan yang akan digunakan.
2. Timbanglah masing-masing bahan sesuai dengan jumlah bahan yang ditetapkan dari hasil rancangan campuran beton.

3. Campurlah semua bahan yang telah ditimbang dengan menggunakan tangan atau mesin pengaduk (*mixer*). Pengadukan dengan menggunakan mesin pengaduk (*mixer*) dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :
4. Jalankan mesin aduk terlebih dahulu kemudian dimasukkan agregat kasar dan sejumlah air adukan, atau disesuaikan dengan tipe mesin adukan.
5. Tambahkan bahan agregat halus, semen, dan seluruh sisa air adukan.
6. Beton diaduk kembali setelah seluruh bahan masuk kedalam tempat pengaduk (*mixer*) selama 3 menit.
7. Hentikan mesin selama 3 menit dan selama berhenti dalam pengadukan, tempat adukan (*mixer*) harus ditutup rapat.
8. Lanjutkan pengadukan kembali sampai rata selama 2 menit.
9. Lalu keluarkan campuran beton dari mesin pengaduk.
10. Setelah semua campuran beton dikeluarkan, bersihkan sisa-sisa adukan yang masih menempel pada mesin pengaduk (*mixer*).
11. Aduk kembali campuran beton dengan menggunakan sendok aduk atau sekop sampai didapatkan adukan yang rata.
12. Setelah adukan rata dan homogen, lakukan pengujian *slump*, bobot isi dan kadar udara (pelaksanaan masing-masing pengujian, akan dibahas pada pembahasan tersendiri).
13. Setelah selesai pengujian *slump*, bobot isi dan kadar udara, masukkan kembali campuran beton kedalam wadah adukan. Aduk kembali dengan sendok aduk atau sekop sampai adukan rata dan homogen.
14. Lakukan pencetakan benda uji.
15. Setelah selesai pencetakan, tutuplah benda uji dengan bahan yang tidak mudah menyerap air, tidak reaktif dan mudah digunakan tetapi juga harus dapat menjaga kelembapan sampai saat contoh uji dilepas dari cetakan.
16. Lepaslah benda uji dari cetakan setelah 20 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah pencetakan.
17. Hitung data yang didapat menggunakan rumus $V = V_2 - V_1$.

3.5 Langkah-langkah Pengujian Beton Segar (SNI 2458 : 2008)

Pengujian beton segar yang digunakan adalah *slump test*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kelecakan (*consistency*) beton segar. Dengan pemeriksaan *slump*, maka kita dapat memperoleh nilai *slump* yang dipakai sebagai tolak ukur atau standar kelecakan beton segar.

Slump beton adalah penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton segar yang diukur segera setelah cetakan uji *slump* diangkat. Sedangkan beton segar adalah beton yang bersifat plastis yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar dengan ukuran kurang dari 37,5 mm atau 1½ inchi, semen dan air, dengan bahan tambah atau bahan pengisi. Langkah-langkah pengujian *Slump Test* dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Ambil cetakan berbentuk kerucut dan pelat alas, lalu basahi dengan kain basah.
2. Letakkan cetakan diatas pelat.
3. Masukkan beton segar kedalam cetakan kerucut.
4. Isi sebanyak $\frac{1}{3}$ dari tinggi cetakkan, lalu padatkan dengan tongkat besi sebanyak 25 tumbukan.lalu tambahkan lapisan ke 2 (dua) lalu tumbuk 25 kali dengan batang besi hingga sedikit menyentuk lapisan pertama.lalu lakukan hal yang sama pada lapisan ke 3 (tiga).
5. Setelah penuh ratakan permukaan atas kerucut dengan tongkat pemadat.
6. Kemudian angkat cetakan secara perlahan dan tegak lurus keatas (dengan waktu 5–7 detik).
7. Balikkan cetakan, lalu dirikan disamping benda uji.
8. Ambil mistar atau meteran, lalu ukur tinggi sampel dengan acuan cetakan lalu catat tingginya.
9. Lakukan percobaan sebanyak 2 kali pada sampel yang sama.

3.6 Perawatan Benda Uji (SNI 03-4810-1998)

Perawatan beton dilakukan setelah beton mengeras. Tujuan perawatan beton agar beton tidak terlalu cepat kehilangan air, dan menjaga kelembapan beton agar mutu beton sesuai dengan yang direncanakan. Perawatan beton yang dilakukan ada berbagai cara.

1. 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. Rendam seluruh benda uji dalam air yang mempunyai suhu 23°C mulai pelepasan dari cetakan hingga saat pengujian dilakukan.

3. Ruang penyimpanan harus bebas dari getaran terutama pada waktu 48 jam pertama setelah benda uji disimpan.
4. Perawatan benda uji dapat juga dilakukan dengan cara merendam didalam air yang jenuh kapur atau disimpan didalam ruang lembab atau dalam lemari lembab.
5. Benda uji harus dijaga dari tetesan air atau aliran air dari luar.
6. Perendaman dilakukan setelah 24 jam, atau setelah beton menggering. Lamanya perendaman dilakukan sesuai dengan perencanaan, yaitu 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.

3.7 Pembuatan Capping Beton

Pembuatan capping beton dengan belerang bertujuan agar beban aksial yang diterima oleh benda uji terdidtribusi secara merata. Pembuatan capping dilakukan dengan cara :

1. Siapkan serbuk belerang, lalu panaskan dengan suhu 130 derajat sampai meleleh.
2. Setelah belerang cair, aduk dahulu lalu tuangkan pada cetakan capping kemudian letakkan benda uji dalam cetakan.
3. Tunggu sampai belerang mengering.
4. Ketebalan capping belerang 3mm dan tidak lebih 8mm.
5. Sebelum dilakukan uji tekan capping harus di diamkan minimal 16 jam agar memiliki kekuatan yang layak uji.

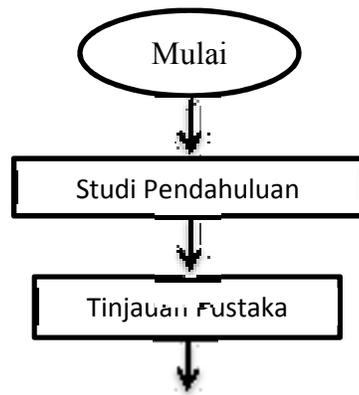
3.7 Pengujian Beton Keras (SNI 1974-2011)

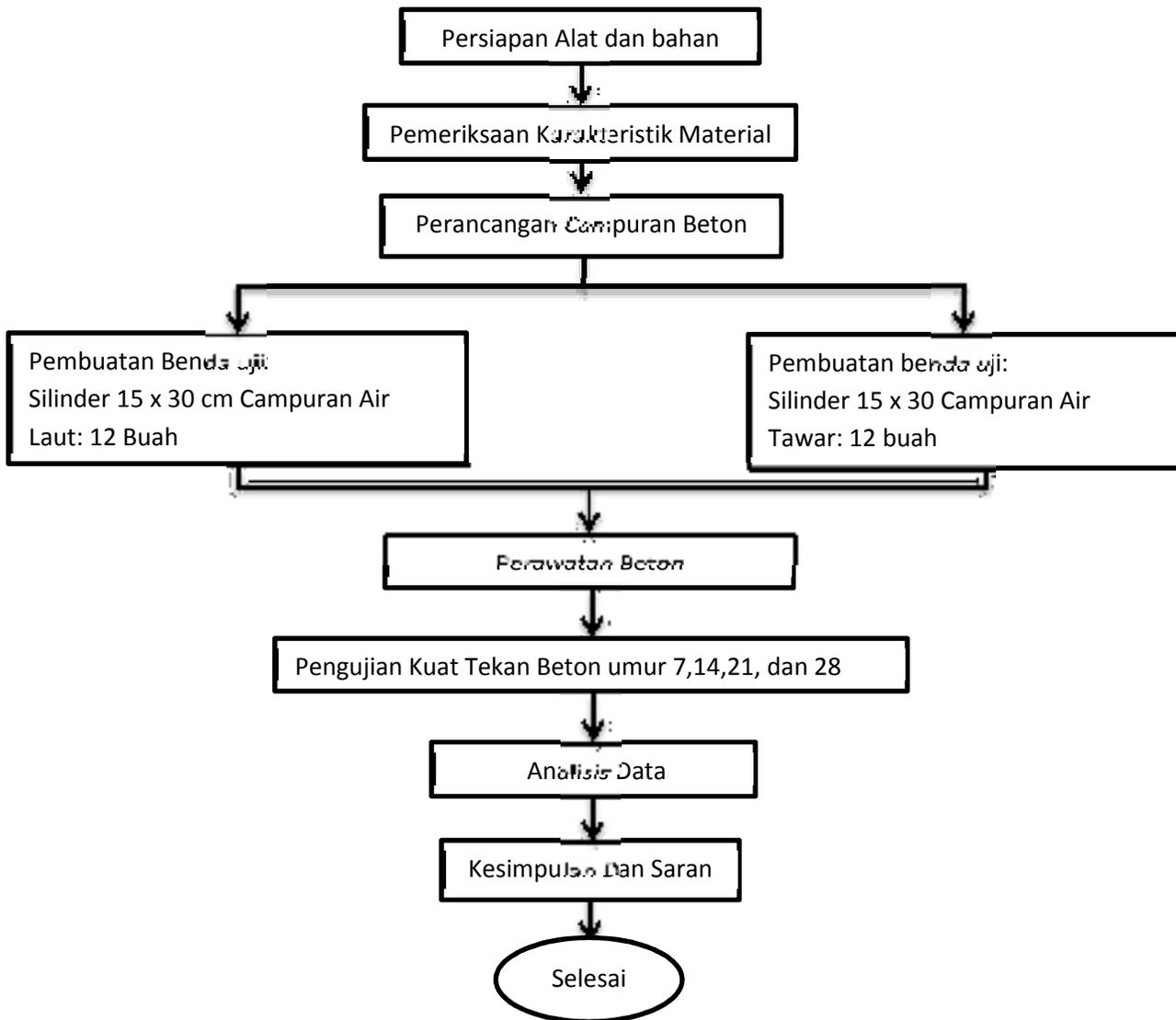
Pengujian beton keras yang dilakukan adalah dengan menguji kuat tekan beton. Alat yang digunakan adalah *Controls Milano-Italy*. Pengujian kuat tekan bertujuan untuk mendapatkan nilai dari sampel dengan alat tersebut. Pengujian kuat tekan dapat dilakukan dengan cara sebagai:

1. Sebelum H-1 pengujian beton keras, beton diangkat dari tempat perendaman lalu dikeringkan selama 24 jam.
2. Timbang berat sampel, lalu catat berat sampel.
3. Letakkan benda uji pada alat kuat tekan.
4. Lalu nyalakan alat hingga benda uji hancur dan catat nilai kuat tekan maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.

3.8 Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini dilaksanakan pengujian dan pengumpulan data untuk dianalisa dan di bahas agar mendapat kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian.





Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian