

1.2 Tujuan Dan Manfaat Penelitian

1.2.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui hasil kuat tekan beton menggunakan serat bambu sebagai pengganti sebagian semen.

1.2.2 Manfaat Penelitian

Untuk mengetahui apakah serat bambu dapat digunakan sebagai campuran beton berdasarkan hasil kuat tekan beton.

1.3 Rumusan Masalah

Penelitian ini di laksanakan dalam upaya mengetahui kuat tekan beton dengan menggunakan serat bambu sebagai pengganti sebagian semen.

1. Apakah serat bambu dapat menjadi bahan pengganti sebagian semen pada beton dan dapat berpengaruh terhadap kuat tekan beton ?
2. Berapakah kuat tekan beton dengan menggunakan serat bambu sebagai pengganti sebagian semen?

1.4 Batasan Masalah

Dalam Penelitian yang dilakukan oleh penulis ,Permasalahan yang dibatasi agar cakupan penelitian tidak meluas Adapun batasan masalah adalah sebagai berikut:

- 1). Beton direncanakan dengan proporsi campuran : (1 : 2 : 3) Fas 0,5.
- 2). Nilai presentase serat bambu 0%,0.25%,0,5%,0,75% dari berat semen.
- 3). Panjang serat bambu 2 cm dengan diameter 2 mm.
- 4). Bentuk benda uji berupa silinder berukuran Ø 15 cm, tinggi 30 cm.
- 5). Pengujian dilakukan pada umur : 7, 14 , 21 dan 28 hari.
- 6). Bahan pembentuk beton sebagai berikut :
 - a. Semen Portland Tipe 1.
 - b. Batu pecah berasal dari Binjai.
 - c. pasir sungai berasal dari Binjai.
- 7). Benda uji yang dihasilkan 48 buah.
- 8). Alat untuk pengujian tekan beton menggunakan alat laboratorium teknik sipil.

- 9). Air yang digunakan adalah air yang berasal dari laboratorium Teknik Sipil, Universitas HKBP Nommensen Medan.

Jumlah benda uji untuk panjang serat 2 cm.

Kadar Serat / Umur	0%	0,25%	0,5%	0,75%	Jumlah
7	3	3	3	3	12
14	3	3	3	3	12
21	3	3	3	3	12
28	3	3	3	3	12
Jumlah	12	12	12	12	48

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini disusun menjadi lima bagian utama ditambah dengan lampiran – lampiran. Ada pun Sistematika penulisan Tugas Akhir ini sebagai berikut:

Bab I yaitu pendahuluan, pada bab ini berisi tentang latar belakang, tujuan dan manfaat penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, maksud penelitian dan metode penelitian, sistematika penulisan, time schedule, rencana anggaran biaya.

Bab II yaitu tinjauan pustaka, pada bab ini berisikan keterangan umum campuran beton dan material pembentuk beton yang akan diteliti berdasarkan referensi – referensi yang penulis dapatkan.

Bab III yaitu metodologi penelitian, pada bab ini berisikan bahan penyusun beton dan tahapan yang digunakan didalam penelitian.

Bab IV yaitu hasil dan pembahasan, pada bab ini berisikan data dan analisa hasil pengujian beton yang telah dilaksanakan pada penelitian.

Bab V yaitu kesimpulan dan saran, pada bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Dengan mengacu kepada SNI 2847:2013, beton merupakan campuran semen *portland* atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan.

Beton juga mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihan beton antara lain harganya yang murah, kuat dalam memikul beban berat, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, biaya perawatan kecil dan tahan terhadap kebakaran/ suhu yang ekstrim. Sedangkan kekurangan beton adalah kuat tarik yang rendah, sangat berat, bentuk yang sudah jadi susah diubah kembali, dan pelaksanaan pekerjaan harus teliti dan hati-hati agar mutu yang direncanakan dapat tercapai. Beton juga sangat sering dipasangkan bersama dengan tulangan baja dikarenakan beton memiliki kekuatan tarik yang kecil sedangkan tulangan baja mampu menahan gaya tarik yang lebih besar disebut sebagai beton bertulang.

Dalam pengerjaan Beton ada 3 sifat yang harus diperhatikan yaitu :

1. Kemudahan Pengerjaan (*Workability*)

Kemudahan pekerjaan dapat dilihat dari slump yang identik dengan tingkat keplastisan Beton. Semakin plastis Beton, semakin mudah pengerjaannya.

Unsur – unsur yang mempengaruhinya antara lain:

a. Jumlah air pencampur

Semakin banyak air, semakin mudah dikerjakan.

b. Kandungan semen

Jika FAS tetap, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga keplastisannya semakin tinggi.

c. Bentuk butiran agregat kasar

Agregat berbentuk bulat (guli) lebih mudah dikerjakan.

d. Butir maksimum

e. Cara pemadatan dan alat pemadatan

2. Pemisahan Kerikil (*Segregation*)

Kecenderungan butir-butir kasar untuk lepas dari campuran beton dinamakan segregasi. Hal ini akan menyebabkan sarang kerikil yang pada akhirnya akan menyebabkan keropos pada Beton. Segregasi ini disebabkan oleh beberapa hal. Pertama, campuran kurus atau kurang semen. Kedua, terlalu banyak air. Ketiga, besar ukuran agregat maksimum lebih dari 40 mm. Keempat, semakin besar permukaan butir agregat, semakin mudah terjadi segregasi.

Kecenderungan terjadi segregasi ini dapat dicegah jika :

- a. Tinggi jatuh diperpendek.
- b. Penggunaan air sesuai dengan syarat.
- c. Cukup ruangan antara batang tulangan dengan acuan.
- d. Ukuran agregat sesuai dengan syarat.
- e. Pemasangan baik.

3. *Bleeding* (pemisah air)

Kecenderungan air untuk naik kepermukaan pada beton yang baru dipadatkan dinamakan bleeding. Air yang naik ini membawa semen dan butir-butir halus pasir, yang pada saat beton mengeras nantinya akan membentuk slaput (*laitance*).

Bleeding ini dipengaruhi oleh :

- a. Susunan butir agregat

Jika komposisinya sesuai, kemungkinan untuk terjadinya *bleeding* kecil.

- b. Banyaknya air

Semakin banyak air berarti semakin pula kemungkinan terjadinya bleeding.

- c. Kecepatan hidrasi

Semakin cepat beton mengeras, semakin kecil kemungkinan terjadinya bleeding.

- d. Proses pematangan

Pematangan yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya bleeding.

2.2 Beton Serat

Beton serat merupakan beton yang terdiri dari semen , air, agregat halus, agregat kasar dan serat (serat baja, plastik, glass maupun serat alami). Penambahan serat pada beton dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana perubahan kuat tekan beton yang dicampur dengan serat.

Beton serat mempunyai kelebihan dibanding beton tanpa serat dalam beberapa sifat strukturnya antara lain keliatan (ductility), ketahanan terhadap beban kejut (impact resistance), kuat tarik dan lentur (tensile and flexural strength), kelelahan (fatigue life), ketahanan terhadap pengaruh susut (shrinkage) dan ketahanan terhadap keausan (abrasion).

Serat dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu serat dari alam dan serat dari sintetik. Serat alam mulai diperkenalkan untuk bahan konstruksi ketika sedang dilakukan pencarian material untuk bahan bangunan berupa semen dengan harga murah . Serat alam diambil dari tumbuhan yang cepat tumbuh, tersedia secara lokal, penanamannya murah dan dari penanaman sisa seperti sabut kelapa, tebu, bambu, dan sebagainya. Serat alam dapat dibuktikan kegunaannya untuk konstruksi beton ringan dan memiliki kuat tekan dan tarik yang lebih besar dari beton biasa. Biasanya campuran beton mengandung serat alam kurang dari 5% ketika dicampurkan dan mungkin akan lebih baik lagi ketika menggunakan teknologi serat panjang keliling dengan mengikatnya bersamaan (Anggiat 2019).

2.3 Bahan Pembentukan Beton

2.3.1 Semen Portland

Semen Portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. semen Portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan tambahannya.

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesi dan kohesi yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Berdasarkan sifatnya semen menjadi dua bagian (Anggiat 2019):

1. Semen non hidrolis
yaitu semen yang tidak dapat mengeras dan tidak stabil didalam air, contohnya gips dan kapus keras.

2. Semen hidrolis
yaitu semen yang dapat mengeras bila di campur dengan air, contohnya semen Portland. Semen yang digunakan unuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan. Pemilihan tipe semen ini kelihatannya mudah dilakukan karena semen dapat langsung diambil dari sumbernya (pabrik). Hal itu hanya benar jika standar deviasi yang ditemui kecil, sehingga semen yang berasal beberapa sumber langsung dapat digunakan. Akan tetapi, jika standar deviasi hasil uji kekuatan semen besar, dalam hal tersebut akan menjadi masalah saat ini banyak tipe semen yang ada di pasaran sehingga kemungkinan variasi kekuatannya pun besar.

Kandungan agregat dalam campuran beton berkisar 60%-70% dari berat campuran beton. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau buatan. Agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu, agregat kasar dan agregat halus.

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting (Beryah Ramdani, 2019).

Proses pembuatan semen Portland memiliki beberapa tahapan yaitu ;

- a. Penambangan di quarry.
- b. Pemecahan di (crushing plant).
- c. Penggilingan (blending).
- d. Pencampuran bahan – bahan.
- e. Pembakaran.
- f. Penggilingan kembali hasil pembakaran.
- g. Penambahan bahan tambah (gypsum).
- h. Pengikatan (packing plant).

Proses pembuatan semen Portland dapat dibedakan menjadi 2, yaitu :

a. Proses Basah

Pada proses basah, sebelum dibakar bahan dicampur dengan air(slurry) dan digiling hingga berupa bubur halus. Proses basah umumnya dilakukan jika yang diolah merupakan bahan – bahan lunak seperti kapur dan lempung.

Bubur halus yang dihasilkan selanjutnya dimasukkan dalam sebuah pengering (oven) berbentuk silinder yang dipasang miring (cilyn). Suhu ciln ini sedikit dinaikkan dan diputar dengan kecepatan tertentu. Bahan akan mengalami perubahan sedikit demi sedikit akibat naiknya suhu dan akibat terjadinya sliding didalam ciln. Pada suhu 100° C air mulai menguap dan pada suhu 850° C karbondioksida dilepaskan. Pada suhu 1400° C, berlangsung permulaan perpaduan didaerah pembakaran, dimana akan terbentuk klinker yang terdiri dari senyawa kalsium silikat dan kalsium aluminat. Klinker tersebut selanjutnya didinginkan, kemudian dihaluskan menjadi butir halus dan ditambah dengan bahan gypsum sekitar 1% - 5%.

b. Proses Kering

Proses kering biasanya digunakan untuk jenis batuan yang lebih keras misalnya untuk batu kapur jenis shale. Pada proses ini bahan dicampur dan digiling dalam keadaan kering menjadi bubuk kasar. Selanjutnya bahan tersebut dimasukkan kedalam ciln dan proses selanjutnya sama dengan proses basah.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen portland dibagi menjadi 5 tipe, yaitu :

1. Jenis I
yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II
yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Jenis III
semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV
yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Jenis V
yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Sifat dan Karakteristik Semen Portland yaitu :

1. Sifat fisika semen Portland
 - a. kehalusan butir (fineness).
 - b. kepadatan (density).
 - c. konsistensi.
 - d. waktu pengikatan.
 - e. panas hidrasi.
 - f. perubahan volume (kekuatan).

2. sifat kimia semen portland

a. senyawa kimia

ada 4 senyawa kimia yang menyusun semen Portland, yaitu :

1. Trikalsium silikat ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C3S.
2. Dikalsium silikat ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C2S.
3. Trikalsium aluminat ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$) yang disingkat dengan C3A
4. Tertrakalsium aluminoferrit ($4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C4AF

b. Sifat kimia

1. Kesegaran semen.
2. Sisa yang tak larut (insoluble residue).
3. Panas hidrasi semen.

2.3.2 Agregat

Agregat adalah komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya. Pada beton biasanya terdapat 60% - 80% volume agregat. Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda utuh, homogen dan rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada di antara agregat berukuran besar. Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Komposisi agregat 70% - 75% dari volume beton (Tri Mulyono, 2004 : 65). Agregat kasar adalah agregat yang ukurannya lebih besar dari 4.75 mm sedangkan agregat halus adalah agregat yang ukurannya lebih kecil dari 4.75 mm. Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm.

Karakteristik agregat dapat dibedakan menjadi 2 golongan, yaitu :

1. Agregat yang berasal dari alam
Contoh agregat dari alam adalah pasir alami dan kerikil.
2. Agregat buatan
Contoh agregat buatan adalah agregat yang berasal dari stone crusher, hasil dari residu tanur tinggi, pecahan genteng, pecahan beton, fly ash, dari residu PLTU, dan lainnya.

Adapun tujuan penggunaan agregat yaitu :

1. sumber kekuatan dari beton.
2. menghemat semen.
3. memperkecil tingkat penyusutan beton.
4. mencapai kepadatan beton yang maksimal.
5. memperoleh workability yang baik.

Jenis agregat berdasarkan tekstur permukaan dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Agregat licin/halus (glassy)
Agregat jenis ini lebih sedikit membutuhkan air dibandingkan dengan agregat permukaan kasar. Dari hasil penelitian kekasaran agregat akan menambah kekuatan gesekan antara pasta semen dengan permukaan butir. Sehingga beton yang menggunakan agregat licin cenderung mutunya rendah.
2. Berbutir (granular)
Pecahan agregat jenis ini berbentuk bulat dan seragam.
3. Kasar
Pecahannya kasar dapat terdiri dari batuan berbutir halus atau kasar yang mengandung bahan-bahan berkrystal yang tidak dapat dengan terlihat jelas melalui pemeriksaan visual.
4. Kristalin (crystalline)
Agregat jenis ini mengandung kristal-kristal yang nampak dengan jelas melalui pemeriksaan visual.
5. Berbentuk sarang lebah (honeycombs)
Tampak dengan jelas pori-porinya dan rongga-rongganya. Melalui pemeriksaan visual, kita dapat melihat lubang-lubang pada batumannya.

- a. Jenis agregat berdasarkan ukuran butir nominal dari ukurannya agregat dapat dibedakan menjadi 2 golongan yaitu agregat kasar dan agregat halus.
 1. Agregat halus adalah agregat yang semua butirnya menembus ayakan berlubang 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33,1982) atau 5.0 mm (BS.812,1976)
 2. Agregat kasar adalah agregat yang semua butirnya tertinggal ayakan berlubang 4.8 mm (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33,1982) atau 5.0 mm (BS.812,1976)
- b. Jenis agregat berdasarkan gradasi
Gradasi agregat adalah distribusi dari ukuran agregat. Distribusi ini bervariasi dapat dibedakan menjadi 3 yaitu :
 1. Gradasi sela (gap gradation)
Jika salah satu atau lebih dari ukuran butir atau fraksi pada 1 set ayakan tidak ada, maka gradasi ini menunjukkan garis horizontal dalam grafiknya. Keistimewaan dari gradasi ini antara lain :
 - a. Pada nilai Faktor Air Semen tertentu, kemudahan pengerjaan akan lebih tinggi bila kandungan pasir lebih sedikit.
 - b. Pada kondisi kelecakan yang tinggi, lebih cenderung mengalami segregasi, oleh karena itu gradasi sela dipakai pada tingkat kemudahan pekerjaan yang rendah, yang pemadatannya dengan penggetaran (vibration).
 2. Gradasi menerus
Didefinisikan jika agregat yang semua ukuran butirnya ada dan terdistribusi dengan baik. Agregat ini lebih sering dipakai dalam campuran beton untuk mendapatkan angka pori yang kecil dan kemampuan tinggi sehingga terjadi interlocking dengan baik, campuran beton membutuhkan variasi ukuran agregat. Dibandingkan dengan gradasi sela atau seragam, gradasi menerus adalah yang paling baik (Handoko Tejo,2010).
 3. Gradasi Seragam
Agregat yang memiliki ukuran yang sama didefinisikan sebagai agregat seragam. Agregat ini terdiri dari batas yang sempit dari ukuran fraksi, dalam diagram terlihat garis yang hampir tegak/vertical. Agregat dengan gradasi ini biasanya dipakai untuk beton ringan (Maulana 2020).

Menurut SK. SNI T – 15 – 1990 – 03 memberikan syarat – syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari British Standar di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam 4 zone (daerah) seperti tabel dibawah ini :

Tabel 2. 1 Batas Gradasi Agregat Halus (BS)

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2.4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1.2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0.6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0.3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0.15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Sumber : (Teknologi Beton, Ir. Tri Muliono, MT)

Keterangan :

- Daerah Gradasi I = Pasir Kasar
- Daerah Gradasi II = Pasir Agak Halus
- Daerah Gradasi III = Pasir Halus
- Daerah Gradasi IV = Pasir Agak Halus

ASTM C. 33 – 86 dalam “Standar Specification for concrete Aggregates” memberikan syarat gradasi agregat halus seperti yang tercantum dalam tabel di bawah ini, dimana agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos pada satu set ayakan lebih besar dari 45% dan tertahan pada ayakan berikutnya.

Tabel 2. 2 Syarat Mutu Agregat Halus menurut ASTM C – 33 - 95

Ukuran Lubang Ayakan	Persen Lolos Kumulatif
9.5	100
4.75	95 – 100
2.36	80 – 100
1.18	50 – 85
0.6	25 – 60
0.3	10 – 30
0.15	2 – 10

(Sumber : Teknologi Beton, Ir. Tri Muliono, MT)

Menurut British Standard (B.S), gradasi agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang baik sebaiknya masuk dalam batas, batas yang tercantum dalam tabel di bawah ini :

Tabel 2. 3 Syarat Agregat Kasar Menurut B.S

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir lewat Ayakan, Besar Butir Maks		
	40 mm	20 mm	12.5
40	95 – 100	100	100
20	30 – 70	95 – 100	100
12.5	-	-	90 – 100
10	10 – 35	25 – 55	40 – 85
4.8	0 – 5	0 – 10	0 – 10

(Sumber : Teknologi Beton, Ir. Tri Muliono, MT)

Gradasi yang baik kadang sulit didapatkan langsung dari suatu tempat. Dalam praktek biasanya dilakukan pencampuran agar didapat gradasi yang baik antara agregat kasar dan agregat halus.

1. Agregat Kasar

Kandungan agregat dalam campuran Beton biasanya sangat tinggi. Berdasarkan pengalaman, komposisi agregat tersebut berkisar 60 – 70% dari berat campuran Beton.

Jika dilihat dari proses terbentuknya, batuan sebagai mineral dapat di bedakan menjadi tiga yaitu: batuan beku (magma), batuan endapan (sedimentasi), dan batuan peralihan/malihan (metamorf).

a. Batuan Beku (Magma)

Batuan magma atau sering disebut dengan batuan beku terbentuk dari proses pembekuan magma yang terdapat didalam lapisan bumi yang dalam atau hasil pembekuan magma yang keluar akibat letusan gunung berapi. Berdasarkan proses terjadinya batuan beku dapat dibedakan menjadi dua, yakni batuan beku instrusif (batuan beku yang membeku dibawah permukaan bumi, dan batuan beku ekstrusif (batuan beku yang membeku di permukaan bumi).

b. Batuan Sedimen

Batuan sedimen atau biasa disebut sebagai batuan endapan terbentuk karena mengendapnya bahan – bahan yang terurai, sehingga membentuk suatu lapisan endapan bahan padat yang secara fisik diendapkan oleh angin, air, atau es. Batuan sedimen dapat juga terbentuk dari bahan – bahan terlarut yang secara kimia terendapkan dilautan, danau atau sungai.

c. Batuan Metamorf

Batuan metamorf terjadi karena proses metamorfosis, yaitu perubahan yang dialami oleh batuan karena perubahan temperatur dan tekanan. Kita dapat membedakan proses metamorfosis menjadi dua jenis yaitu :

1. Metamorfosis regional

yakni perubahan bentuk dalam skala besar yang di alami batuan didalam kulit bumi yang lebih dalam, sebagai akibat dari terbentuknya pegunungan (vulkanik).

2. Metamorfosis kontak

yakni perubahan bentuk yang dialami batuan sebagai akibat dari intrupsi magma panas disekitarnya (misalnya granit)

2. Agregat Halus

Agregat halus atau (pasir) yang digunakan sebagai bahan didalam perencanaan campuran Beton adalah merupakan butiran – butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat dan ukuran butir terletak antara 0.075mm.

a. pasir merah

pasir merah atau suka disebut pasir jebrodo kalau di daerah sukabumi atau cianjur karena pasirnya diambil dari daerah jebrodo cianjur. pasir jebrodo biasanya digunakan untuk bahan cor karena memiliki ciri lebih kasar dan batuanannya agak lebih besar.

b. pasir pasang

yaitu pasir yang tidak jauh beda dengan pasir jenis elod lebih halus dari pasir beton. ciri-cirinya apabila dikepal akan menggumpal dan tidak akan kembali ke semula. pasir pasang biasanya digunakan untuk campuran pasir beton agar tidak terlalu kasar sehingga bisa dipakai untuk plesteran dinding.

c. pasir elod

ciri ciri dari pasir elod ini adalah apabila dikepal dia akan menggumpal dan tidak akan puyar kembali. pasir ini masih ada campuran tanahnya dan warnanya hitam. Jenis pasir ini tidak bagus untuk bangunan.

d. pasir beton

yaitu pasir yang warnanya hitam dan butirannya cukup halus, namun apabila dikepal dengan tangan tidak menggumpal dan akan puyar kembali. pasir ini baik sekali untuk pengecoran, plesteran dinding, pondasi, pemasangan bata dan batu.

e. pasir sungai

adalah pasir yang diperoleh dari sungai yang merupakan hasil gigitan batu-batuan yang keras dan tajam, pasir jenis ini butirannya cukup baik (antara 0,063 mm – 5 mm) sehingga merupakan adukan yang baik untuk pekerjaan pasangan. Biasanya pasir ini hanya untuk bahan campuran saja.

f. pasir urug

pasir urug adalah pasir untuk mengurug sesuatu yang diperlukan, bisa juga untuk bendungan yang dimana dimasukan kekarung untuk menahan masuk nya air seperti ketika banjir, air pasang & lainnya.

g. pasir putih rangkas

kenapa dinamakan pasir putih rangkas ? dengan ciri khas kelembutan dan butiran pasir yang halus, pasir putih ini kita dapatkan dari rangkas karna sudah terkenal kualitas nya yang bagus & halus untuk bahan bangunan anda.

h. pasir putih cilegon

pasir putih cilegon yang berasal dari cilegon ini diambil karena kualitasnya yang bagus untuk bahan bangunan rumah anda. terkenal dengan kehalusan & kelembutannya, pasir ini sangat bagus untuk bahan bangunan rumah.

3. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila di pakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan (Tejo 2010)

Fungsi air dalam beton:

- a. Bahan penghidrasi semen, agar semen bisa berfungsi sebagai bahan pengikat
- b. Bahan pelumas, yaitu mempermudah proses pencampuran agregat & semen serta mempermudah pelaksanaan pengecoran beton (workability).
- c. Air untuk campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton ataupun tulangan.
- d. Air pencampur yang digunakan untuk beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung didalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.

Air yang diperlukan pada campuran beton dipengaruhi oleh faktor dibawah ini :

- a. Ukuran agregat maksimum semakin besar maka kebutuhan air menurun.
- b. Bentuk butir, untuk bentuk bulat maka kebutuhan air menurun sedangkan untuk batu pecah diperlukan lebih banyak air.
- c. Gradasi agregat, dimana bila gradasi baik kebutuhan air akan menurun untuk kelecakan yang sama.
- d. Kotoran dalam agregat, makin banyak kotoran pada agregat maka kebutuhan air meningkat.
- e. Jumlah agregat halus, jika agregat halus sedikit maka kebutuhan air semakin menurun.

Jumlah air yang digunakan tentu tergantung pada sifat material yang digunakan. Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton.

Pengaruh kotoran secara umum dapat menyebabkan :

1. Gangguan pada hidrasi dan pengikatan.
2. Gangguan pada kekuatan dan ketahanan.
3. Perubahan volume yang dapat menyebabkan keretakan.
4. Korosi pada tulangan baja maupun kehancuran beton.
5. Bercak-bercak pada campuran beton.

2.4 Serat Bambu

Pemilihan bambu sebagai bahan bangunan dapat didasarkan pada harga yang rendah, serta kemudahan untuk memperolehnya. Penggunaan serat bambu sebagai bahan serat beton didasarkan pada pertimbangan bahwa kuat tariknya cukup tinggi, pembuatan dari bahan baku menjadi serat cukup mudah, serta populasi bambu yang cukup banyak dan tersebar sehingga mudah diperoleh. meskipun jarang dibudidayakan secara khusus, namun banyak tumbuh di lahan-lahan liar seperti di tepi sungai, tebing-tebing dan sebagainya.

Serat bambu yang di pakai dalam penelitian menggunakan diameter 2 mm. Bambu jenis tersebut juga jarang dimanfaatkan sebagai bahan pokok bangunan, sehingga harga di pasaran ,relatih murah dibanding bambu jenis lain.

Serat alami seperti halnya serat alami dari bambu memiliki kerapatan rendah, harga relative murah dan konsumsi energi rendah, serta dapat menetralkan CO2 dan

memproduksi O₂ tiga kali lebih banyak dari tanaman lainnya. Hal yang paling istimewa serat bambu mempunyai daktilitas yang tinggi selain kekuatan yang dapat di pertandaingkan dengan material seperti baja. Penggunaan bambu sebagai material struktur sangat tepat karena bambu cukup ringan dan lentur sehingga bangunan dari struktur bambu mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap gempa.

Mekanisme kerja serat dalam memperbaiki sifat beton menurut yaitu dengan cara mendekatkan jarak antar serat dalam campuran beton akan membuat beton lebih mampu membatasi ukuran retak dan mencegah berkembangnya retak (Sidabutar.MSc 2014)

Tabel 2. 4 Kandungan Zat Kimia Serat Bambu

No	Kandungan Zat Kimia Serat Bambu	
	Unsur	Kandungan
1	selulosa	44,22 %
2	lignin	22,99 %
3	Carbon	43,42 %
4	Volatile	88,32 %
5	Ash	1,83 %
6	Silica	1,86 %
7	Nitrogen	1,70 %
8	Hydrogen	6,14 %

(Sumber :penelitian unud kandungan zat kimia yang terdapat pada bambu)

2.5 Kuat Tekan

2.5.1 Kuat Tekan Masing-masing Benda Uji

Kuat tekan masing - masing benda uji dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$f'_{ci} = \frac{P_i}{A} \times \frac{1}{F_u} \quad (2.1)$$

Dengan :

- f'_{ci} = Kuat tekan masing - masing benda uji
- P_i = Beban maksimum masing- masing benda uji
- A = Luas penampang benda uji
- F_u = Faktor umur

Tabel 2. 5 Faktor umur benda uji kuat tekan beton

Umur beton	3	7	14	21	28	90	360
Faktor umur	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35

2.5.2 Kuat Tekan rata – rata

Kuat tekan rata – rata benda uji dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$f'_{cr} = \frac{\sum f'_{ci}}{n} \quad (2.2)$$

Dengan :

f'_{cr} = Kuat tekan rata - rata

$\sum f'_{ci}$ = Jumlah Kuat Tekan masing – masing benda uji

n = Jumlah benda uji

2.5.3 Deviasi Standar

Deviasi standar dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$s = \sqrt{\frac{\sum (f'_{ci} - f'_{cr})^2}{(n-1)}} \quad (2.3)$$

Dengan :

s = Deviasi Standar

f'_{cr} = Kuat tekan rata – rata

f'_{ci} = Kuat tekan masing - masing benda uji

n = Jumlah benda uji beton

Tabel 2. 6 Mutu pelaksanaan,volume adukan dan deviasi standar

Volume Pekerjaan		Deviasi Standar sd (MPa)		
Sebutan	Volume Beton (m ³)	Mutu Pekerjaan		
		Baik Sekali	Baik	Dapat Diterima
Kecil	< 1000	4,5 < s ≤ 5,5	5,5 < s ≤ 6,5	6,5 < s ≤ 8,5
Sedang	1000 – 3000	3,5 < s ≤ 4,5	4,5 < s ≤ 5,5	5,5 < s ≤ 7,5
Besar	> 3000	2,5 < s ≤ 3,5	3,5 < s ≤ 4,5	4,5 < s ≤ 6,5

2.5.4 Kuat Tekan beton

Kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

$$f'c = f'cr - 1.64 \times SD \quad (2.4)$$

Dengan :

$f'c$ = Kuat tekan beton

$f'cr$ = Kuat tekan rata-rata

SD = Deviasi Standar

2.6 Pemeriksaan Sifat Fisik Material di Laboratorium

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

a. 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.

$$MHB = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \times 100}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (2.5)$$

b. 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.

$$F = \frac{W_1}{W_2} \times 100 \% \quad (2.6)$$

dengan :

W1 = berat benda uji yang tertahan diatas saringan

W2 = berat benda uji semula

c. Pemeriksaan Berat Jenis Semen

Berat jenis adalah 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.

$$\text{Berat Jenis Semen} = \frac{BS}{(V_1 - V_2)d} \quad (2.7)$$

dengan:

BS = Berat semen (gr)

V1 = Pembacaan skala ke-1 (ml)

V2 = Pembacaan skala ke-2 (ml)

d = Berat isi air (1)

d. Berat Jenis dan Penyerapan

Berat jenis agregat adalah perbandingan berat sejumlah volume agregat tanpa mengandung rongga udara terhadap berat air yang terserap agregat pada kondisi jenuh permukaan dengan berat agregat dalam keadaan kering oven.

$$\text{Bj Kering} = \frac{B_k}{(W_1 + W_2 - W_1)} \quad (2.8)$$

$$\text{Bj jenuh (SSD)} = \frac{B_j}{(W_1 + W_2 - W_1)} \quad (2.9)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 \% \quad (2.10)$$

dengan:

Bj = Berat kering permukaan jenuh (gr)

Bk = Berat kering oven (gr)

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

W2 = Berat bejana + air (gr)

e. 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.

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{w_1 - w_2}{w_2} \cdot 100 \% \quad (2.11)$$

dengan:

w_1 = Berat agregat (gr)

w_2 = Berat kering oven sebelum dicuci (gr)

f. 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.

$$\text{Berat Isi Agregat} = \frac{W_3}{V} \quad (2.12)$$

dengan:

W_3 = berat benda uji

V = volume wadah

g. 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.

$$\text{Nilai Keausan Los Angeles} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% \quad (2.13)$$

Dengan :

A = Berat sampel semula (gram)

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

h. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat

Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat bertujuan untuk menentukan persentasi kadar lumpur dalam agregat.

$$\text{Kadar Lumpur Agregat} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100 \% \quad (2.14)$$

dengan:

w1 = Berat agregat mula-mula (gr)

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

2.7 Peneliti Terdahulu

no	Nama Peneliti	Judul	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1	Irvan Anggiat 2019	Pengaruh penambahan serat bambu dengan panjang tertentu terhadap kekuatan beton	Mengetahui kuat tekan dan kuat tarik belah beton yang dicampur dengan penambahan serat bambu dengan variasi berat 0.5% , 1% ,dan 1,5 % dari berat beton	Penambahan serat bambu yang efektif adalah dengan nilai presentasi serat bambu (0,5%) dan ukuran panjang serat 2 cm
2	Beryah Ramadani 2019	Analisis pengaruh penambahan serat bambu terhadap kuat tarik belah beton dengan fas 0,4 dan 0,6	Mengetahui hasil tinjauan nilai kuat tarik belah beton dengan bahan tambah serat bambu dengan factor air semen yang sudah direncanakan	Pengujian nilai kuat tarik beton dengan hasil fas 0,4 variasi 0,5 % meningkat sebesar 0,616 mpa sedangkan fas 0,6 mengalami penurunan
3	Handoko Tejo 2010	Studi eksperimental pengaruh serat bambu terhadap sifat - sifat mekanis campuran beton	Untuk Mengetahui proporsi campuran yang baik dalam kinerja elemen struktur dengan penambahan serat bambu pada campuran beton	Dengan proporsi 0,75 % dapat meningkatkan kinerja elemen struktur yang menahan momen lentur

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen pada penelitian ini dilakukan dengan cara Proporsi Campuran 1 : 2 : 3 dengan fas 0,5. Beton tersebut akan diuji dengan pengujian kuat tekan beton. Dari hasil pengamatan penelitian terhadap beton yang dieksperimenkan, diharapkan dapat mengetahui pengaruh penggantian sebagian semen dengan serat bambu terhadap kuat tekan beton.

3.2 Bahan Baku dan Peralatan

Bahan baku yang digunakan untuk sampel beton pada penelitian ini adalah :

1. Semen

Semen berfungsi sebagai bahan pengisi dan pengikat pada campuran beton. Pada penelitian ini semen yang akan digunakan Semen Andalas Tipe I kemasan 40 kg.

2. Agregat Kasar

Agregat kasar atau batu pecah yang digunakan pada penelitian yaitu agregat kasar dari Binjai dengan ukuran 10-20 mm.

3. Agregat Halus

Agregat pasir yang digunakan adalah pasir dari daerah Binjai dan sebelum melakukan pembuatan beton dilakukan penyaringan untuk menentukan zona pasir dan kandungan lumpurnya.

4. Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan dan Konstruksi Program Studi Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan. Secara visual air tampak jernih, tidak berwarna dan tidak berbau.

5. Serat Bambu

Serat bambu digunakan sebagai bahan tambah campuran beton . Serat bambu di campur pada adukan beton, serat bambu di potong dengan panjang 2 cm

3.3 Variabel dan Parameter

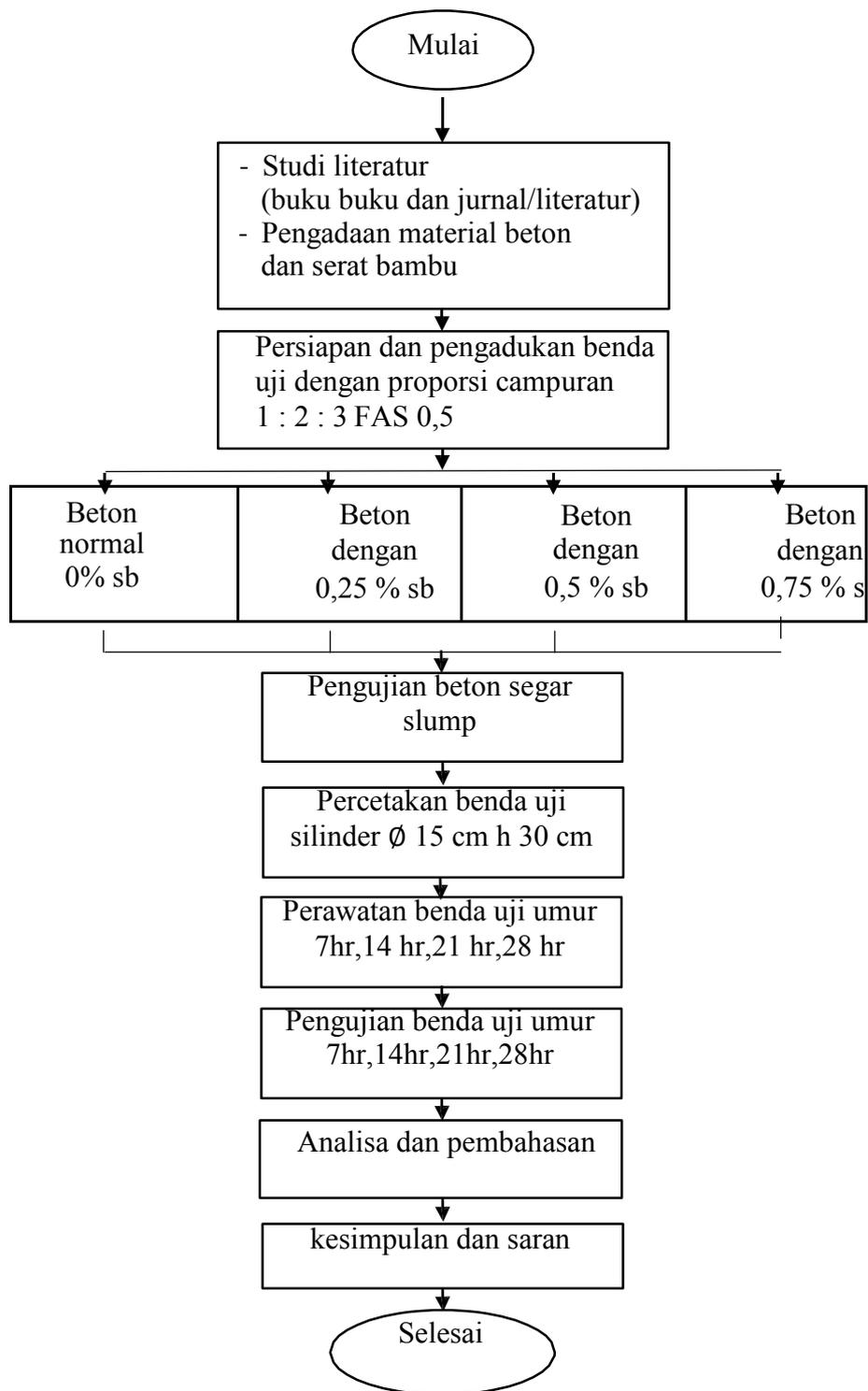
Variabel adalah atribut dari sekelompok objek yang mempunyai variasi antara satu objek dengan objek lainnya.

Variabel dalam penelitian ini campuran beton dengan mensubsitusi sebagian semen dengan serat bambu. Pada penelitian ini jumlah sampel ditentukan masing-masing 3 sampel tiap varian yang ditetapkan.

Tabel 3. 1 Jumlah Sampel Benda Uji

KELOMPOK	JUMLAH PENGUJIAN KUAT TEKAN PADA UMUR				JUMLAH BENDA UJI
	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 hari	
Beton Normal	3	3	3	3	12
Beton Eksperimen :					
0,25 % SB dari berat semen	3	3	3	3	12
0,5 % SB dari berat semen	3	3	3	3	12
0,75 % SB dari berat semen	3	3	3	3	12
JUMLAH	12	12	12	12	48

3.4 Bagan Alir Penelitian (flow chart)



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.5 Lokasi Penelitian

Penelitian dan pengamatan dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Program Studi Teknik Sipil Universitas HKBP Nommensen Medan, Jalan Sutomo No. 4A Medan 20235.

3.6 Tahapan Pengujian Material

Pengujian material bertujuan untuk mengetahui sifat atau karakteristik yang terdapat dalam material tersebut sesuai dengan peraturan.

3.6.1 Pengujian Kehalusan Semen Portland

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kehalusan dari semen.

a. Peralatan

1. Saringan No.100, No.200 dan PAN yang disusun berdasarkan standar ASTM.
2. Timbangan dengan ketelitian 0,1 %.
3. Kuas pembersih.

b. Bahan

1. Semen Portland Tipe I sebanyak 50 gram.

c. Prosedur pengujian

1. Benda uji semen dimasukkan ke dalam saringan No.100 yang terletak di atas saringan No.200 dan dipasang PAN di bawahnya.
2. Saringan digetarkan menggunakan mesin penggetar selama 5 menit.
3. Setelah itu, timbang masing-masing benda uji yang tertahan di setiap saringan dan catat beratnya
4. Hitunglah berapa nilai kehalusan semen.

3.6.2 Pemeriksaan Berat Jenis Semen Portland

Tujuan dari pemeriksaan ini ialah menentukan nilai berat jenis semen secara laboratorium sehingga dapat mengetahui kemurnian semen.

a. Peralatan

1. Botol Le Chatelier.
2. Saringan No.200.
3. Timbangan digital.
4. Ember.

b. Bahan

1. Semen Portland Tipe I sebanyak 64 gram.
2. Air.
3. Minyak tanah.

c. Prosedur pengujian

1. Persiapkan alat dan bahan.
2. Saring semen dengan menggunakan saringan No.200 sebanyak 64 gram untuk satu sampel.
3. Ambil tabung Le Chatelier yang di isi dengan minyak tanah, lalu rendam tabung dengan air bersih ke dalam ember selama 20 menit. Setelah 20 menit, angkat tabung kemudian baca skala pada tabung (V_1). Skala pada tabung 0-1.
4. Masukkan semen yang telah disaring ke dalam tabung Le Chatelier secara perlahan agar tidak ada semen yang menepel pada dinding tabung. Bisa menggunakan corong kaca.
5. Kemudian tabung digoyang secara perlahan sampai gelembungnya hilang dan tidak ada lagi semen yang menempel di dinding tabung.
6. Setelah itu, masukkan tabung Le Chatelier ke dalam ember, lalu rendam selama 20 menit.
7. Setelah 20 menit, angkat tabung dan baca skala pada tabung (V_2).
8. Hitunglah data yang telah didapat.

3.6.3 Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat

Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat dilakukan untuk menentukan bagian butir (gradasi) agregat. Data distribusi butiran pada agregat diperlukan dalam perencanaan adukan beton .

a. Peralatan

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 % dari agregat yang akan diuji.
2. Saringan-saringan yang telah ditentukan ukuran lubangnya.
3. Oven dengan pengatur suhu (110 ± 5) °C.
4. Alat penggetar.
5. Talam atau wadah.
6. Kuas pembersih.

b. Bahan

1. Pasir.
2. Kerikil.

c. Prosedur pengujian

1. Bahan atau benda uji yang akan diuji di oven terlebih dahulu sampai mencapai berat tetap.
2. Masukkan benda uji ke saringan yang telah disusun. Susunan saringan dimulai dari saringan paling besar diatas sampai paling kecil dibawah.
3. Getarkan mesin penggetar selama 15 menit.
4. Pisahkan benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan.
5. Timbang dan catat berat benda uji yang telah dipisahkan.
6. Hitung analisis agregat saringan.

3.6.4 Pengujian Kadar Air Agregat

Tujuan pengujian ini ialah untuk menentukan kadar air dalam suatu agregat dengan cara pengeringan.

a. Peralatan

1. Timbangan.
2. Talam.
3. Oven.

b. Bahan

1. Agregat Kasar sebanyak 6000 gram.
2. Agregat Halus sebanyak 1000 gram.

c. Prosedur Pengujian

1. Persiapkan alat dan bahan.
2. Kemudian timbang talam sebelum diisi agregat halus dan agregat kasar. Catat beratnya.
3. Kemudian timbang agregat kasar sebanyak 6000 gram untuk 2 sampel pengujian dan timbang agregat halus sebanyak 1000 gram untuk 2 sampel pengujian.
4. Timbang kembali talam yang sudah diisi agregat kasar dan agregat halus. Catat beratnya.
5. Kemudian keringkan benda uji ke dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama ± 24 jam.
6. Setelah 24 jam, keluarkan benda uji dan diamkan sampai dingin lalu timbang dan catat beratnya.

3.6.5 Pemeriksaan Berat Isi Agregat

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

a. Peralatan

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Wadah silinder.
3. Sekop.
4. Mistar perata.
5. Tongkat pemadat.

b. Bahan

1. Agregat Kasar.
2. Agregat Halus.

c. Prosedur pengujian berat isi agregat kasar

1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Ukurlah diameter dan tinggi dari wadah silinder yang akan digunakan menggunakan mistar.

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_1).
- b. Masukkan agregat kasar dengan hati-hati agar tidak berjatuhan dan tidak terpisah dengan butir-butir yang lainnya, dengan ketinggian maksimum 5 cm diatas 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 metode perojokan

- a. Timbang dan catatlah berat wadah (W_1).
- b. Isilah wadah dengan agregat kasar dalam tiga lapis yang sama tebal.
- c. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang dirojok sebanyak 25 kali secara merata.

- d. Pada saat lapis ke tiga, isi 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 ($W_3 = W_2 - W_1$).

3 . Pengujian dengan metode penggoyangan

- a. Timbang dan catatlah berat wadah (W_1).
- b. Isilah wadah dengan agregat kasar dalam tiga lapis yang sama tebal.
- c. Letakkan wadah di tempat yang rata dan kokoh, kemudian goyangkan wadah sebanyak 25 kali secara merata.
- d. Pada saat lapis ketiga, isi agregat kasar melebihi ukuran wadah. Goyangkan sebanyak 25 kali kemudian ratakan dengan mistar perata.
- e. Timbang dan catatlah berat wadah beserta agregat kasar (W_2).
- f. Hitunglah berat agregat kasar ($W_3 = W_2 - W_1$).

d . Prosedur pengujian berat isi agregat halus

- 1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan
- 2. Ukurlah diameter dan tinggi dari wadah silinder yang akan digunakan menggunakan mistar.

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_1).
- b. Masukkan agregat halus dengan hati-hati agar tidak berjatuhan dan tidak terpisah dengan butir-butir yang lainnya, dengan ketinggian maksimum 5 cm diatas wadah dengan menggunakan sekop sampai penuh.
- c. Ratakan permukaan agregat halus dengan menggunakan mistar peratan.
- d. Timbang dan catatlah berat wadah beserta agregat halus (W_2).
- e. Hitunglah berat agregat halus ($W_3 = W_2 - W_1$).

2. Pengujian dengan metode perojokan
 - a. Timbang dan catatlah berat wadah (W_1).
 - b. Isilah wadah dengan agregat halus dalam tiga lapis yang sama tebal.
 - c. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang dirojok sebanyak 25 kali secara merata.
 - d. Pada saat lapis ke tiga, isi agregat halus melebihi ukuran wadah. Rojok sebanyak 25 kali kemudian ratakan dengan mistar perata.
 - e. Timbang dan catatlah berat benda wadah beserta agregat halus (W_2).
 - f. Hitunglah berat agregat halus ($W_3 = W_2 - W_1$).
3. Pengujian dengan metode penggoyangan
 - a. Timbang dan catatlah berat wadah (W_1).
 - b. Isilah wadah dengan agregat halus dalam tiga lapis yang sama tebal.
 - c. Letakkan wadah di tempat yang rata dan kokoh, kemudian goyangkan wadah sebanyak 25 kali secara merata.
 - d. Pada saat lapis ketiga, isi agregat halus melebihi ukuran wadah. Goyangkan sebanyak 25 kali kemudian ratakan dengan mistar perata.
 - e. Timbang dan catatlah berat wadah beserta agregat halus (W_2).
 - f. Hitunglah berat agregat halus ($W_3 = W_2 - W_1$).

3.6.6 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan nilai berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

- a. Peralatan
 1. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
 2. Saringan No.9,5 mm dan 4,75 mm.
 3. Oven dengan suhu pemanasan $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
 4. Wadah baja.
 5. Gelas ukur.
 6. Kain lap.
 7. PAN.
- b. Bahan
 1. Agregat kasar sebanyak 5000 gram dibagi untuk 2 sampel pengujian.
 2. Air Bersih.

c. Prosedur Pengujian

1. Siapkan semua alat dan bahan yang digunakan.
2. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau kotoran.
3. Setelah dicuci keringkan agregat dalam oven selama 24 jam.
4. Dinginkan agregat kemudian timbang (BK).
5. Rendam agregat dalam air selama 24 jam.
6. Setelah selesai direndam 24 jam keluarkan benda uji dari air dan lap dengan menggunakan kain lap pada permukaannya, untuk mendapatkan agregat dalam keadaan SSD.
7. Timbang berat agregat tersebut dan catat sebagai berat SSD.
8. Masukkan agregat tadi ke dalam gelas ukur plastik sedikit ditambah air pada batas tertentu.
9. Setelah itu kocok agar tidak ada lagi gelembung udara dan kemudian timbang berat bejana + air + agregat (B).
10. Keluarkan agregat, kemudian masukkan air pada batas tertentu, lalu timbang (BT), lakukan pengolahan data dengan rumus yang ditentukan.

3.6.7 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis dari agregat halus.

a. Peralatan

1. Piknometer kapasitas 500 ml.
2. Timbangan.
3. Oven.
4. Kerucut terpancung (cone).
5. Batang penumbuk.
6. Wadah.
7. Saringan No.4

b. Bahan

1. Agregat halus kondisi SSD sebanyak 500 gram.

c. Prosedur Pengujian

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Kemudian periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisi benda uji ke dalam cone, masukkan benda uji ke dalam con sampai 3 bagian.
3. Kemudian padatkan dengan batang penumbuk selama 25 kali, angkat kerucut. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak, apabila masih runtuh ulangi.
4. Ambil agregat halus 500 gram yang 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 ke dalam piknometer kemudian tambahkan air hingga 90%, kemudian goyangkan piknometer sampai gelembung udara menghilang.
8. Timbang piknometer berisi air dan benda uji dengan timbangan ketelitian 0,1 gram.
9. Diamkan selama 24 jam dalam suhu ruangan.
10. Keluarkan benda uji dengan cara menambahkan air kemudian saring untuk memisahkan air dengan agregat menggunakan saringan, kemudian masukkan ke dalam adah lalu keringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
11. Setelah 24 jam keluarkan benda uji dari oven, kemudian timbang benda uji tersebut. Dan catatlah beratnya.

3.6.8 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan persentasi kadar lumpur dalam agregat halus. Kandungan lumpur seharusnya sebesar 5% dari berat agregat halus.

a. Peralatan

1. Gelas ukur kapasitas 100 ml 2 buah.

- b. Bahan
 - 2. Agregat halus.
 - 3. Larutan.
- c. Prosedur Pengujian
 - 1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
 - 2. Masukkan pasir ke dalam gelas ukur sebanyak 15 ml dan 25 ml.
 - 3. Masukkan air 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.

3.6.9 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar dengan Mesin Los Angeles

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

- a. Peralatan
 - 1. Mesin Los Angeles.
 - 2. Saringan No.12,5 mm; 9,5 mm; dan saringan 2,36 mm.
 - 3. Bola baja sebanyak 8 buah.
 - 4. Timbangan digital ketelitian 0,01 gr.
 - 5. Oven.
 - 6. Wadah.
 - 7. Stopwatch.
- b. Bahan
 - 1. Agregat Kasar sebanyak 5000 gram.
- c. Prosedur Pengujian
 - 1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
 - 2. Timbang agregat kasar sebanyak 5000 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 dioven dinginkan agar suhunya sama dengan suhu ruang.
 - 4. Setelah dingin masukkan benda uji ke dalam mesin Los Angeles dan 8 buah bola baja.

5. Nyalakan mesin dengan kecepatan putaran 30-33 rpm yaitu sekitar 500 putaran selama 15 menit.
6. Setelah selesai, keluarkan agregat dari mesin Los Angeles dan saring menggunakan saringan 2,36 mm.
7. Timbang berat agregat yang lolos dan tertahan di saringan 2,36 mm.
8. Lakukan pengolahan data.

3.6.10 Pemeriksaan Konsisten Normal Pada Semen Portland

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan konsistensi normal dari semen.

- a. Peralatan
 1. Alat Vicat.
 2. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gr.
 3. Mixer.
 4. Gelas ukur.
 5. Sendok perata.
 6. Cincin konsus.
 7. Sarung tangan karet.
 8. Wadah.
- b. Bahan
 1. Semen Portland 500 gram.
 2. Air bersih.
- c. Prosedur
 1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
 2. Tuang air sebanyak 26% dari berat semen.
 3. Lalu memasukan 500 gram semen kedalam air dan biarkan selama 30 detik agar terjadi peresapan.
 4. Setelah itu aduk dengan menggunakan mixer secara perlahan selama 1 menit.
 5. Setelah bahan tercampur semua, bersihkan semua pasta yang menempel pada dinding wadah mixer.
 6. Bentuk pasta menjadi bola dengan menggunakan tangan (gunakan sarung tangan). Lemparkan dari satu tangan ketangan yang lain

- dengan jarak kira-kira 15cm sebanyak 16 kali.
7. Kemudian tekan pasta tersebut kedalam cincin konus dengan satu tangan, apabila pasta tersebut kelebihan maka ratakan pasta dengan cara meletakkan lubang cincin yang besar pada pelat kaca, lalu ratakan pinggiran yang berlebih pada lubang cincin yang kecil.
 8. Setelah itu, letakkan cincin berisi pasta tepat berada di bawah jarum vicat.
 9. Kemudian lepaskan batang dan jarum kedalam pasta.
 10. Konsistensi normal tercapai apabila batang dan jarum menembus batas (10 ± 1 mm) di bawah permukaan dalam waktu 30 detik setelah dilepaskan. Catat berapa penurunan yang terjadi.
 11. Setelah itu lakukan percobaan di atas dengan kadar air 27-30 % dari berat semen untuk percobaan berikutnya.

3.6.11 Pemeriksaan Pengikatan Awal Semen Portland

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui kadar untuk mencapai kondisi kebasahan pasta yang standar.

- a. Peralatan
 1. Alat Vicat.
 2. Cincin konus.
 3. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
 4. Gelas ukur 200 ml.
 5. Sendok perata.
 6. Wadah.
 7. Alat pengaduk.
 8. Plat kaca.
 9. Stopwatch.
- b. Bahan
 1. Semen Portland 300 gram.
 2. Air suling sebanyak 84 ml, 78 ml, 75ml, dan 69 ml.
- c. Prosedur
 1. Siapkan benda uji semen Portland masing-masing beratnya 300 gram serta air suling sebanyak 84 ml, 78 ml, 75 ml, dan 69 ml.

2. Tuangkan 84 ml air suling kedalam mangkok pengaduk, kemudian masukkan secara perlahan benda uji sebanyak 300 gram.
3. Aduklah bahan tersebut selama 1 menit hingga tercampur.
4. Bentuk pasta menjadi bentuk bola dengan menggunakan tangan, lalu lemparkan sebanyak 6 kali dari tangan kiri ketangan kanan dengan jarak lempar 15 cm.
5. Lalu masukkan bola pasta kedalam cincin konus sampai terisi penuh dan ratakan kelebihan pasta pada cincin.
6. Letakkan dasar cincin pada pelat kaca, ratakan permukaan atas pasta dengan menggunakan sendok perata.
7. Kemudian letak benda uji pada alat vicat, lalu turunkan jarum vicat tepat di tengah permukaan pasta dan kencangkan batang vicat.
8. Letakkan alat pembaca catat angka permulaan, dan segera lepaskan batang vicat sehingga dengan bebas dapat menembus permukaan pasta; setelah 30 detik, catatlah besarnya penurunan yang terjadi.
9. Ulangi pekerjaan tersebut untuk setiap benda uji.

3.7 Pembuatan Sample Beton

Pembuatan sampel beton dilakukan sesuai dengan standart acuan yang digunakan, berikut adalah prosedur pembuatan sampel beton :

- a. Siapkan bahan yang digunakan (semen, pasir, batu pecah dan serat bambu).
- b. Siapkan slinder cetakan yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm, lalu oleskan dengan minyak solar pada permukaan dalam slinder agar mudah saat pembukaan cetakan.
- c. Siapkan molen sebagai alat pengaduk.
- d. Masukkan agregat halus dan kasar kedalam molen, lalu nyalakan mesin molen . Setelah itu masukkan semen dan bahan pengganti.
- e. Setelah semua tercampuran rata, masukkan air sesuai dengan FAS yang telah ditentukan.
- f. Lakukan pengadukan dibawah 3 menit.
- g. Setelah itu keluarkan mortar segar dari molen.

3.8 Pengujian Beton Segar

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.

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 1½ inchi, semen dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan 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 di atas pelat.
3. Masukkan beton segar ke dalam cetakan kerucut.
4. Isi sebanyak $\frac{1}{3}$ dari tinggi cetakan, lalu padatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan. Lakukan pemadatan sampai beton terisi penuh.
5. Setelah penuh ratakan permukaan atas kerucut dengan tongkat pemadat.
6. Kemudian angkat cetakan secara perlahan dan tegak lurus keatas.
7. Balikkan cetakan, lalu dirikan disamping benda uji.
8. Ambil mistar/meteran, lalu ukur tinggi sampel dengan acuan cetakan.
9. Lakukan percobaan sebanyak 2 kali pada sampel yang sama.

3.9 Perawatan Beton

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, namun pada penelitian ini, perawatan dilakukan dengan cara merendam beton ke dalam air. Perendaman dilakukan setelah 24 jam, atau setelah beton mengering. Lamanya perendaman dilakukan sesuai dengan perencanaan, yaitu 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari (Simanjuntak.ST.MT and Saragih.ST.MT 2015)

3.10 Pengujian Beton Keras

Pengujian beton keras yang dilakukan adalah dengan menguji kuat tekan beton. Alat yang digunakan adalah CONTROLS MILANO-ITALY. pengujian kuat tekan dapat dilakukan dengan cara sebagai :

- a. Sebelum H-1 pengujian beton keras, beton diangkat dari tempat perendaman lalu dikeringkan selama 24 jam.
- b. Timbang berat sampel, lalu catat berat sampel.
- c. Masukkan sampel ke dalam alat kuat tekan.
- d. Lalu nyalakan alat, hingga benda uji hancur. Catat nilai kuat tekan.



Gambar 3. 2 serat bambu yang ditambahkan