ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BAMBU TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN FAS 0.4 DAN 0.6

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuh isyarat – syarat mendapatkan Sarjana Teknik Univeristas Medan Area

Oleh :

HERYAH RAMADANI

14.811.0036

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2019

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BAMBU TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN FAS 0.4 DAN 0.6

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan ujian Sarjana Teknik Sipil
Univeristas Medan Area

Oleh :

HERYAH RAMADANI
14.811. 0036

Disetujui Oleh :

Pembimbing I	Pembimbing II
(Ir. H. Edy Hermanto, MT)	(Ir.Amsuardiman, MT)

Mengetahui :

Dekan	Ka. Prodi
(Ir. Faisal Amri Tanjung, SST,MT)	(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.
5/20/2019

SURAT PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan karya ilmiah saya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah dan etika penulisan karya ilmiah.

Medan, April 2019

Heryah Ramadani
14.811.0036

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

5/20/2019

ABSTRACT

Concrete is a brittle material with a low tensile strength. Many types of fibers that can be used include natural fibers and synthetic fibers, examples of natural fibers are bamboo fibers, pandan leaf fibers, palm fiber, coconut fiber fibers, and others. Bamboo fiber as well as natural fiber from bamboo has a low density, relatively low prices and low energy consumption, and can neutralize CO2 and produce O2 three times more than other plants. Cement water factor (fas) used in concrete mixtures, to achieve stirring concrete that meets the requirements, then the concrete mixture that uses a large fas value, will require less cement paste, whereas the concrete dough that uses a small fas value, will require more cement paste. strong Drag the concrete is one of the important parameters of concrete strength. Tensile strength is used in designing concrete structural elements to evaluate the shear resistance of concrete and determine the length of distribution of reinforcement. The purpose of this study was to find out the results of a strong value review of the concrete slices with ingredients added bamboo fibers 0.5%, 1% and 1.5% and cement water factors 0.4 and 0.6 with K225 concrete quality, with the age of the concrete plan 28 days. The tensile strength of the concrete is relatively low, about 10% -15% of the compressive strength of concrete, the results showed that FAS 0.4 with a variation of 0.5% has a high tensile strength and meets the planned tensile strength, whereas FAS 0.6 has not fulfilled the strong value of the planned attraction.

Keywords: Concrete,Bamboo Fiber,Cement Water Factor,Split Tensile Strength

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

ABSTRAK

Beton merupakan bahan yang bersifat getas dengan kuat tarik yang rendah. Banyak jenis serat yang dapat digunakan diantaranya serat alami dan serat sintetis,contoh serat alami adalah serat bambu,serat daun pandan,serat ijuk,serat serabut kelapa,dan lain-lain. Serat bambu seperti halnya serat alami dari bambu memilliki kerapatan rendah,harga relative murah dan konsumsi energy rendah,serta dapat menetralkan CO2 dan memproduksi O2 tiga kali lebih banyak dari tanaman lainnya.faktor air semen (fas) yang dipakai dalam adukan beton,Untuk mencapai adukan beton yang memenuhi syarat, maka adukan beton yang menggunakan nilai fas yang besar, akan lebih sedikit membutuhkan pasta semen, sebaliknya adonan beton yang menggunakan nilai fas yang kecil, akan lebih banyak membutuhkan pasta semen. kuat tarik belah beton adalah salah satu parameter penting kekuatan beton. Kekuatan tarik belah digunakan dalam mendesain elemen struktur beton untuk mengevaluasi ketahanan geser beton dan menentukan panjang penyaluran dari tulangan. Tujuan dari penelitian mengetahui hasil tinjauan nilai kuat tarik belah beton dengan bahan tambah serat bambu 0,5%, 1% dan 1,5% dan faktor air semen 0,4 dan 0,6 dengan mutu beton K225, dengan umur rencana beton 28 hari. Kuat tarik beton relatif rendah, kira-kira 10%-15% dari kekuatan tekan beton, Hasil penelitian menunjukan bahwa FAS 0,4 dengan variasi 0,5% memiliki nilai kuat tarik yang tinggi dan memenuhi dari nilai kuat tarik yang sudah direncanakan,sedangkan FAS 0,6 belum memenuhi nilai kuat tarik yang sudah direncanakan.

kata kunci : Beton, Serat Bambu, Faktor Air Semen, Kuat Tarik Bela

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis sampaikan Kehadirat ALLAH SWT atas Rahmat-Nya memberikan kesempatan pada penulis, sehingga mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi ini berjudul "analisis pengaruh penambahan serat bambu terhadap kuat tarik belah beton dengan fas 0.4 dan 0.6 " merupakan tugas akhir yang wajib diselesaikan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program Strata I (S1) dijurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Dalam proses penilisan skripsi ini, penulis banyak menemukan kesulitan ,namun berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak yang berkaitan dengan penulis skripsi ini, sehingga dapat di selesaikan. Penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof.Dr.Dadan Ramdan,M.Eng,M.Sc selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr.Faisal Amri Tanjung,SST,MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir.KamaludinLubis,MT selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir.H.EdyHermanto, MT, DosenPembimbing Skripsi I.
5. Bapak Ir.Amsuardiman, MT, DosenPembimbing Skripsi II.
6. Seluruh Dosen Dan Pegawai Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.
7. Kedua orang tua saya yang senantiasa memberikan sokongan dan do'a yang tiada henti serta dukungan mori ldan material kepada saya.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

8. Seluruh teman – teman Program study teknik sipil 2014 yang telah memberikan dukungannya.

Kemungkinan masih terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini oleh

karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dimasa mendatang.

Medan, April 2019

Hormat Saya

Heryah Ramadani

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

DAFTAR ISI

ABSTRAK ..... **i**

ABSTRACK ..... **ii**

KATA PENGANTAR ..... **iii**

DAFTAR ISI ..... **vi**

DARTAR TABEL ..... **vii**

DAFTAR GAMBAR ..... **ix**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian 3

1.4 Batasan Masalah 4

1.5 Metode Pengambilan Data 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6

2.1 Beton 6

2.2 Material Pembentuk Beton 15

2.3 Serat Bambu 31

2.4 Slump 33

2.5 Kuat Tarik Belah 34

2.6 Standart Deviasi 38

BAB III METODE PENELITIAN 40

3.1 Umum 40

3.2 Bahan Penyusun Beton 41

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

3.3 Tahapan Penelitian 41
3.4 Pembuatan Benda Uji 57
3.5 Uji Slump 59
3.6 Pengujian Kuat Tarik Belah 60
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 61
4.1 Perencanaan Campuran BetonK225 *(mix desain)* 61
4.2 Nilai Slump 69
4.3 PengujianKuat Tarik BelahSilinderBeton 72
4.4 Pembahasan 75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 78
5.1 Kesimpulan 78
5.2 Saran 78
DAFTAR PUSTAKA 80
LAMPIRAN

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ukuran Saringan Agregat Campuran Beton 19

Tabel 2.2 Batas Gradasi Agregat Halus 22

Tabel 2.3 Batas Gradasi Agregat Kasar 22

Tabel 2.4 Karekteristik Senyawa Penyusun Semen Portland 30

Tabel 2.5 Nilai Standar Deviasi 38

Tabel 3.1 Susunan Ayakan Agregat Halus 42

Tabel 3.2 Hasil Pemeriksaan Ayakan Agregat Halus 43

Tabel 3.3 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Pasir 45

Tabel 3.4 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus 47

Tabel 3.5 Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir 48

Tabel 3.6 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus 49

Tabel 3.7 Hasil Pemriksaan Kadar Lumpur 50

Tabel 3.8 Hasil Ayakan Agregat Kasar 51

Tabel 3.9 Hasil Pemriksaan Berat Isi Agregat Kasar 51

Tabel 3.10 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar 52

Tabel 3.11 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar 53

Tabel 3.12 Waktu Ikat Semen 57

Tabel 4.1 Campuran Serat Bambu FAS 0,4 64

Tabel 4.2 Campuran Serat Bambu FAS 0,6 65

Tabel 4.3 Mix Desain K 225 FAS 0,4 68

Tabel 4.4 Mix Desain K 225 FAS 0,6 69

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Tabel 4.5 Slump Test Beton Normal dengan FAS 0,4..... 70

Tabel 4.6 Slump Test Beton Normal dengan FAS 0,6..... 71

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton FAS 0,4..... 72

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton FAS 0,6..... 73

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Agregat Halus 20
Gambar 2.2 Agregat Kasar 23
Gambar 2.3 Serat Bambu 31
Gambar 2.4 Slump Test 34
Gambar 2.5 Universal Compression Mechine 35
Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian 40
Gambar 3.2 Hasil Pemeriksaan Ayakan Agregat Halus 44
Gambar 3.3 Berat Jenis Pasir 46
Gambar 3.4 Berat Isi Agregat Halus 47
Gambar 3.5 Kadar Lumpur Pasir 49
Gambar 3.6 Kadar Lumpur 50
Gambar 3.7 Ayakan Agregat Kasar 51
Gambar 3.8 Berat Isi Agregat Kasar 53
Gambar 3.9 Berat Jenis Agregat Kasar 54
Gambar 4.1 Campuran Serat Bambu FAS 0,4 65
Gambar 4.2 Campuran Serat Bambu FAS 0,6 66
Gambar 4.3 Uji Slump 70
Gambar 4.4 Nilai Slump FAS 0,4 71
Gambar 4.5 Nilai Slump FAS 0,6 71
Gambar 4.6 Uji Kuat Tarik BelahBeton 72
Gambar 4.7 Kurva Kuat Tarik Belah Beton FAS 0,4 73
Gambar 4.8 Kurva Kuat Tarik Belah Beton FAS 0,6 74

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Gambar 4.9 kurva hubungan FAS-kuat tarik belah beton..... 77

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton memiliki kekurangan yaitu nilai kuat Tarik yang rendah. Untuk menambahkan ketahanan terhadap kuat tarik belah beton ,biasanya orang menambahkan serat-serat sebagai tulangan mikro atau tulangan sekunder yang biasanya di sebar secara acak. Banyak jenis serat yang dapat digunakan diantaranya serat alami dan serat sintetis,contoh serat alami adalah serat bambu,serat daun pandan,serat ijuk,serat serabut kelapa,dan lain-lain, sedangkan serat sintetis antara lain serat baja*(steel)* ,plastic *(polypropyline),* kaca*(glass)* dan karbon *(carbon)*.

Kekuatan beton bergantung pada beberapa aspek, salah satunya adalah faktor air semen (fas) yang dipakai dalam adukan beton. Untuk mencapai adukan beton yang memenuhi syarat, maka adukan beton yang menggunakan nilai fas yang besar, akan lebih sedikit membutuhkan pasta semen, sebaliknya adonan beton yang menggunakan nilai fas yang kecil, akan lebih banyak membutuhkan pasta semen. Dengan demikian jelas, bahwa nilai faktor air semen dalam suatu adukan beton erat sekali kaitannya dengan jumlah semen yang diperlukan dalam adukan beton tersebut, selanjutnya akan mempengaruhi kekuatan beton itu sendiri (Armeyn, 2006).

Nilai kuat tarik pada Pengaruh penambahan sabut kelapa pada campuran beton diperoleh menunjukan nilai grafik yang semakin menurun setiap penambahan serabut kelapa karena serabut kelapa memiliki berbagai kandungan

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

yang dapat mengubah karakteristik beton,*(Richo Ronald Marpaung, rahmi Karolina 2012).*

Serat ijuk sebagai bahan penambah pada beton mampu meningkatkan kuat tarik campuran,kuat desak serta ketahanan terhadap beban kejut, campuran dengan penambahn 4% merupakan campuran dengan performa terbaik.*(Wiryawan Sarjono P, Agt.Wajono 2008).*

Dalam pengujian serat ijuk terhadap kuat tarik belah beton K-175 mendapatkan hasil pengujian kuat tarik belah beton,terlihat bahwa kuat tarik belah beton naik dengan penggunaan serat ijuk,semakin besar presentase penggunaan serat ijuk maka semakin besar pula kuat tarik belah beton yang di hasillan,*(Darul,Syahroni,Bambang Edison)*

Penambahan *Styrofoam* pada beton terhadap kuat tarik belah miliki penambahan jumlah rongga udara dalam beton yang mengakibatkan nilai slump meningkat,namun menurunkan berat satuan kuat tarik belah dan penambahan *Styrofoam* mengakibatkan penurunan kekuatan yang tidak linier.*(Dharma Giri, Ketut Sudarsana, dan N.L.P. eka Agustiningsih 2008)*

Pengujian kuat tarik belah dengan bahan penambah batu apung dan abu sekam padi sebagai substitusi parsial semen mendapat hasil untuk penambahan ASP yang melewati kadar optimum pada beton beragregat ringan batu apung akan membuat kekuatan beton menurun dan menjadi semakin ringan karena jumlah semen yang digunakan berkurang dan penambahan air bertambah dan penggunaan batu apung sebagai agregat kasar dapat menurunkan berat volume beton ringan, tapi agregat ini sangat berpori yang mengakibatkan banyak penyerapan air,yang

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

menyebabkan masalah pada workabilitas.*(Hieryco Manalip, Miekle Mondoringin 2016*

Hasil Pengujian serat bambu pada kuat tarik belah dalam campuran beton dengan expanded polystrene sebagai substitusi agregat halus mengahasilkan penurunan pada kuat Tarik belah beton pada umur 28 dan 50 hari.*(Amelia Yonatta Tjitradewi 2015)*

Serat bambu merupakan salah satu jenis serat alami yang dapat digunakan sebagai campuran beton dan sampai saat ini, karena bambu mempunyai keunggulan selain kekuatan tarik yang cukup besar bahkan untuk beberapa jenis bambu kuat tariknya melebihi kuat tarik baja serta memiliki elastisitas yang cukup tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian antara lain :

a. Bagaimana pengaruh penambahan serat bambu dan FAS(faktor air semen) dalam campuran beton terhadap kuat tarik pada beton ?
b. Apakah dengan penambahan serat bambu dan FAS(faktor air semen) dalam campuran beton dapat menghasillkan kuat tarik yang direncanakan ?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dari penelitian adalah menganalisa serat bambu sebagai bahan tambah campuran beton dengan campuran FAS(faktor air semen)

Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui hasil tinjauan nilai kuat tarik belah beton dengan bahan tamba serat bambu dengan factor air semen yang sudah direncakan.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

I.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah adalah sebagai berikut :

1. Beton yang direncanakan adalah beton normal
2. Nilai presentase serat bambu 0%,0.5%,1%,1,5% dari berat benda uji silinder
3. Nilai FAS(faktor air semen) sebesar 0,4 dan 0,6
4. Diameter serat bambu 1mm - 2mm
5. Zat-zat yang terkandung dalam bambu tidak ditinjau
6. Bahan pembentuk beton sebagai berikut :
   a. Semen Portland tipe I merk tiga roda
   b. Batu pecah ukuran 40 mm
   c. pasir pasang

1.5. Metode Pengambilan Data

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang sesuai dengan yang diharapkan dan dapat memperkecil kendala-kendala dalam pelaksanaannya. Maka diperlukan metode penelitian pengumpulan data dilakukan dengan melakukan survey dan penyediaan material beton, pengujian material, rancangan campuran (*Mix Design*), Pembuatan benda uji (silinder), Pemeliharaan, dan pengujian kuat tarik setelah mencapai umur 28 hari. Disamping itu untuk mendukung terlaksananya penulisan hasil penelitian ini diperlukan beberapa literatur baik dari Jurnal, buku-buku serta *e-book* yang berdasarkan dari internet yang berkaitan dengan penelitian ini Penggunaan bahan tambah serat bambu 0%,0,5%1,%,1,5% dari berat total agregat alami dengan umur pengujian 28 hari. Dimensi benda uji

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

silinder divariasikan dalam ukuran 15/30 cm. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji "*Universal Testing Mechine (UTM)* ".

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Menurut SNI 03-2834-2000, defenisi beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus,agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat.

Menurut Tri Mulyono,2003, defenisi beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik,agregat kasar,agregat halus,air dan bahan tambah.

Menurut M.Edwar Hidayat,Ismeddiyanto,Alex Kurniawandy, Beton merupakan bahan yang bersifat getas dengan kuat Tarik yang rendah. Kuat Tarik beton dapat ditingkatkan dengan bahan tambah berupa serat (*fiber)*.

Menurut A.Junaidi,2015, Beton merupakan salah satu bahan konstruksi pekerjaan sipil yang sangat berperan penting dalam pembangunan. Keistimewahan dari beton adalah mudah dibentuk sesuai dengan keinginan, memiliki nilai kuat tekan yang tinggi, memiliki ketahanan dalam jangka panjang dengan perawatan yang sederhana dan relaif murah karena menggunakan bahan dasar dari bahan local.

Menurut Geertruida Eveline Untu,2015, beton merupakan suatu bahan komposit yang dihasilkan dari pencampuran bahan-bahan agregat halus, agregat kasar,air,semen atau bahan lain yang berfungsi sebagai bahan pengikat hidrolis, dengan atau tanpa menggunakan bahan campuran.

2.1.1. Jenis-jenis beton

Jenis – jenis beton yaitu sebagai berikut :

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

1. Beton Ringan

Menurut Berat jenisnya <1900 kg/m^3, dipakai untuk elemen non-struktural. Dibuat dengan cara-cara berikut : membuat gelembung udara dalam adukan semen, menggunakan agregat ringan (tanah liat bakar/batu apung) atau pembuatan beton non-pasir.

Menurut Rio Herdianto Raamudin,2016, beton ringan berdasarkan berat jenisnya menjadi 3 kelompok :

a. beon ringan dengan berat jenis antara 300 kg/m^3 dan 800 kg/m^3 yang biasanya dipakai sebagai bahan isolasi.

b. Beton ringan dengan berat jenis antara 800kg/m^3 dan 1350 kg/m^3 yang biasanya di pakai untuk struktur ringan.

c. Beton ringan dengan berat jenis antara 1350 kg/m^3 dan 2000 kg/m^3 yang biasanya dipakai untuk struktur sedang.

2. Beton Normal

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi (2200 – 2500) kg/m^3 menggunakan agregat alam yang dipecah.perencanaan campuran beton normal harus didasarkan pada data sifat-sifat bahan yang akan dipergunakan dalam produksi beton. Susunan campuran beton yang diperoleh dari perencanaan harus dibuktikan melalui uji coba yang menunjukkan bahwa proporsi tersebut dapat memenuhi kekuatan beton yang disyaratkan.

Menurut Geertruida Eveline Untu,2015, Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa pecah yang menggunakan dan yang tidak menggunakan bahan tambah. Kuat tekan beton normal bekisar antara 20-60 MPa pada umur beton 28 hari.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Menurut Rosie Arizki Intan Sari,2015, fungsi penggunaan beton normal banyak dipakai untuk konstruksi yang sederhana seperti perumahan dna bangunan yang relative tidak terlalu tinggi dimana kebutuhan karkteristiknya tidak terlalu besar.

3. Beton Berat

Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang mempunyai berat isi lebih besar dari pada beton normal atau lebih dari 2400 kg/m^3. Beton jenis ini biasanya digunakan untuk kepentingan tertentu seperti menahan radiasi, menahan benturan dan lainnya.

1. Beton jenis lain

   a. beton massa *(mass concrete)*

Beton yang dituang dalam volume besar, biasanya untuk pilar, bendungan dan pondasi turbin pada pembangkit listrik. Pada saat pengecoran beton jenis ini, pengendalian diutamakan pada pengelolaan panas hidrasi yang timbul, karena semakin besar massa beton maka suhu didalam beton semakin tinggi. Bila perbedaan suhu didalam beton dan suhu di permukaan beton >20 oC dapat menimbulkan terjadinya tegangan tarik yang disertai retak-retak Retak beton juga dapat timbul akibat penyusutan beton (shrinkage) yang dipengaruhi oleh kelembaban beton saat pengerasan berlangsung. Selain itu, besarnya volume beton saat pengecoran mass concrete akan beresiko timbulnya cold-joint pada permukaan beton baru dengan beton lama mengingat waktu setting beton yang singkat (±2 jam), sehingga perlu direncanakan metode pengecoran yang sesuai dengan perilaku beton tersebut. Berdasarkan hal-hal diatas, maka langkah preventif untuk menghindari terjadinya retak beton dapat dikategorikan atas

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

pemilihan komposisi beton (nilai slump, pemberian admixture, FAS) dan praktek pelaksanaan di lapangan (suhu udara saat pengecoran, curing, menggunakan bekisting dengan kemampuan isolasi yang bagus dan menyiapkan construction joint) . Pemberian tulangan ekstra untuk menahan gaya tarik akibat panas hidrasi dapat juga dilakukan sebagai salah satu pertimbangan struktural.

a. Ferosemen (ferrocement)

   Mortar semen yang diberi anyaman kawat baja. Beton ini mempunyai ketahanan terhadap retakan, ketahanan terhadap patah lelah, daktilitas, fleksibilitas dan sifat kedap air yang lebih baik dari beton biasa.

b. Beton serat (fibre concrete)

   Komposit dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat, dapat berupa serat plastik/baja. Beton serat lebih daktail daripada beton biasa, dipakai pada bangunan hidrolik, landasan pesawat, jalan raya dan lantai jembatan.

Menurut Ris widodo,Muhammad Abdil Basith, 2017, Beton serat merupakan campuran beton ditambah serat, umunya berupa batang-batang dengan ukuran 5 – 500m, dengan panjang sekitar 25mm. bahan serat dapat berupa serat asbestos, serat plastic, atau potongan kawat baja. Kelemahannya sulit dikerjakan , namun lebih banyak kelebihannya antara lain kemungkinannya terjadi segregasi kecil, daktail, dan tahan benturan.

Menurut Mudji Suhardiman, Beton serat merupakan modifikasi beton konvensional dengan menambahkan serat pada adukannya. Serat yang digunakan dapat dibuat dari berbagai jenis bahan antara lain kawat, plastic, limbah kain, dan bambu.

c. Beton siklop

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Beton biasa dengan ukuran agregat yang relatif besar-besar. Agregat kasar dapat sebesar 20 cm. Beton ini digunakan pada pembuatan bendungan dan pangkal jembatan.

d. Beton hampa

Seperti beton biasa, namun setelah beton tercetak padat, air sisa reaksi hidrasi disedot dengan cara vakum (vacuum method)

e. Beton ekspose

Beton ekspose adalah beton yang tidak memerlukan proses finishing, biasanya beton ini dihasilkan dengan menggunakan bahan bekisting yang dapat menghasilkan permukaan beton yang halus (misal baja dan multiplek film). Beton ini sering dijumpai pada gelagar jembatan, lisplang, kolom dan balok bangunan

2.1.2. Sifat-Sifat Beton

A. Beton segar

Menurut SNI 03-4810-1998,beton segar adalah campuran beton setelah selesai diaduk hingga beberapa saat karakteristik belum berubah.

Kemudahan pengerjaan (*Workability*), umumnya dinyatakan dalam besaran nilai slump (cm) dan dipengaruhi oleh :

1. kemudahan pengerjaan (*Workability*)

Kemudahan pengerjaan 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

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

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

c. Gradasi campuran pasir – kerikil

d. Pemakaian butir maksimum kerikil yang di pakai

e. Pemakaian butir – butir batuan yang bulat

1. 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 terjadinya 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. Pemadatan baik

2. Pemisahan air(*Bleeding*)

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 selaput (*laitance*). Bleeding ini dipengaruhi oleh :

a. Susunan butir agregat

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Jika komposisinya sesuai, kemungkinan untuk terjadinya bleeding kecil.

b. Banyaknya air

Semakin banyak air berarti semakin besar pula kemungkinan terjadinya bleeding

c. Kecepatan hidrasi

Semakin cepat beton mengeras, semakin kecil kemungkinan terjadinya bleeding

d. Proses pemadatan

Pemadatan yang berlebihan akanmenyebabkan terjadinya bleeding

Bleeding ini dapat dikurangi dengan cara :

1. Memberi lebih banyak semen
2. Menggunakan air sesedikit mungkin
3. Memasukan sedikit udara dalam adukan untuk beton khusus

B. Beton keras

Menurut SNI 03-4810-1998, beton keras adalah adukan beton yang terdiri dari campuran semen Portland atau sejenisnya,agregat halus,agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang telah mengeras.

1). Sifat jangka pendek

- Kuat tekan, dipengaruhi oleh :

a. Perbandingan air semen dan tingkat pemadatan

b. Jenis semen dan kualitasnya

c. Jenis dan kekasaran permukaan agregat

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

d. pada keadaan normal, kekuatan bertambah sesuai dengan umur

e. perawatan

- Kuat tarik

  Kuat tarik beton berkisar 1/18 kuat tekan beton saat umurnya masih muda dan menjadi 1/20 sesudahnya. Kuat tarik berperan penting dalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu

- Kuat geser

  Menurut Hekmatyar Aslamthu Haq,2017, kuat geser adalah kekuatan suatu komponen struktur atas penampang yang berfungsi untuk menahan gaya luar salah satunya gaya tranversal.

  Didalam prakteknya, kuat tekan dan tarik selalu diikuti oleh kuat geser.

2). Sifat jangka panjang

- Rangkak adalah peningkatan deformasi (regangan) secara bertahap terhadap waktu akibat beban yang bekerja secara konstan, dipengaruhi oleh :

  a. Kekuatan rangkak berkurang bila kuat tekan makin besar

  b. Perbandingan campuran. Bila FAS berkurang maka rangkak berkurang

  c. Agregat. Rangkak bertambah bila agregat halu dan semen bertambah banyak

  d. Umur. Kecepatan rangkak berkurang sejalan dengan umur beton.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

- Susut adalah berkurangnya volume beton, jika terjadi kehilangan kandungan uap air akibat penguapan , dipengaruhi oleh :
    a. Agreagat . berperan sebagai penahan susut pasta semen
    b. Faktor air semen. Efek susut makin besar jika FAS makin besar
    c. Ukuran elemen beton. Laju dan besarnya penyusutan berkurang jika volume elemen beton makin besar.

Sifat – sifat beton dalam penggunaannya mempunyai keuntungan dan kerugian, adapun keuntungan-keuntungan dari penggunaan beton (A.Junaidi,2015) :

a. beton mempunyai sifat tekan yang tinggi serta tahan terhadap perkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan.
b. Beton segar dengan mudah untuk diangkut dan dicetak dalam bentuk dan ukuran berapapun.
c. Beton segar dapat di semprotkan dipermukaan beton lama yang retak maupun disisihkan dalam proses perbaikan.
d. Beton segar dapat dipompa sehingga memungkinkan untuk dituangkan pada tempat-tempat yang sulit.
e. Beton tahan terhadap panas api sehingga biaya perawatan termasuk murah.

2.1.3 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Disamping beton memilik pengelompokkan, beton pun memiliki kelebihan dan kekurangan. Berikut ini kelebihan dan kekurangan dari beton, yaitu (Tri Mulyono,2003) :

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

a. Kelebihan :

1. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
2. Mampu memikul beban yang berat
3. Tahan terhadap temperature yang tinggi
4. Biaya pemeliharaan yang kecil

b. Kekurangan :

1. Bentuk yang telalh dibuat sulit di ubah
2. Pelaksaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
3. Berat
4. Daya pantul suara yang besar

2.2 Material Pembentukan Beton

2.2.1. 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,homogeny dan rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada di antara agregat berukuran besar(Geertruida Eveline Untu,2015).

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Komposisi agregat 70% - 75% dari volume beton(Tri Muliyono,2004 : 65).

Menurut standart ASTM agregat kasar adalah agregat yang ukuran butirannya lebih besar dari 4.75 mm sedangkan agregat halus adalah agregat yang

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

ukuran butirnya 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 *artificial aggregates)*

   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

Agregat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu agregat halus dan agregat kasar yang di dapat secara alami atau buatan.

Jenis agregat berdasarkan tekstur permukaan dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Agregat licin/halus (*glassy*)

   Agregat jenis ini lebih sedikit membutuhkan air debandingkan dengan agregat permukaan kasar. Dari hasil penelitian kekasaran agregat akan menambah kekuatan gesekan antara pasta semen dengan permukaan

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

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 berkristal yang tidak dapat dengan terlihat jelas melalui pemeriksaan visual.

4. Kristalin (*crystalline*)

   Agregat jenis ini mengandung Kristal-kristal yang Nampak dengan jelas melalui pemerikasaan visual.

5. Berbentuk sarang lebah (*honeycombs*)

   Tampak dengan jelas pori-porinya dan rongga-rongganya. Melalui pemeriksaan visual, kita dapat melihat lubang-lubang pada batuannya.

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

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 menunjukan 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 karna itu gradasi sela dipakai pada tingkat kemudahan pekerjaan yang rendah, yang pemadatannya dengan penggetaran (vibration)
   c. Gradasi ini tidak berpengaruh buruk terhadap kekuatan beton.

2. Gradasi menerus

   Didefenisikan jika agregat yang semua ukuran butirnya ada dan terdistribusi dangan baik. Agregat ini labih 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.

3. Gradasi Seragam

   Agregat yang memiliki ukuran yang sama didefenisikan sebagai agregat seragam. Agregat ini terdiri dari batas yang sempit dari ukuran

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

fraksi, dalam diagram terlihat garis yang hampir tegak/vertical.Agregat dengan gradasi ini biasanya dipakai untuk beton ringan yaitu jenis beton tanpa pasir, atau untuk mengisi agregat gradasi sela, atau untuk campuran agregat yang kurang baik atau tidak memenuhi syarat.

Tabel 2.1 Ukuran Saringan Agregat Campuran Beton

STANDARD ISO	ASTM E11	BRITISH STANDARD BS-812 (BS.410,1976)	STANDARD JERMAN
128 mm	100 mm	-	
64 mm	90 mm	-	
-	75 mm	75 mm	-
-	63 mm	63 mm	63 mm
-	50 mm	50 mm	-
32 mm	37.5 mm	37.5 mm	31.5 mm
-	25 mm	28 mm	-
16 mm	19 mm	20 mm	16 mm
-	12.5 mm	14 mm	-
8 mm	9.5 mm	10 mm	8 mm
4 mm	4.74 mm	5.0 mm	4 mm
2 mm	2.36 mm	2.36 mm	2 mm
1 mm	1.18 mm	1.18 mm	1 mm
500 mm	600 μ m	600 μ m	500 μ m
250 μ mm	300 μ m	300 μ m	250 μ m
125 μ m	150 μ m	150 μ m	
62 μ m	75 μ m	75 μ m	

Sumber : Teknologi Beton,Ir Tri Mulyono MT,2003

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

1. Agregat Halus

Gambar 2.1 Agregat Halus
Sumber: Dukumentasi Penelitian 2018

Menurut SNI 03-2834-2000, Agregat halus (pasir) adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang di hasilkan oleh industry pemecah batu dan mempunyai ukuran butir 5,0 mm

Agregat halus untuk beton dpat berupa pasir alam sebagai hasil disintergrasi alami dari batu batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditetapkan terhadap berat kering),yang diartikan dengan lumpur adlah bagian-bagian yang melalui ayakan 0.063 mm. apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat halus harus dicuci. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan. Agregat yang halus terdiri dari butir yang beraneka ragam besarnya dan aopabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan harus memenuhi syarat-syarat sebgai berikut :

1. sisa-sisa ayakan 4 mm, harus minimum 2% berat
2. sisa diatas ayakan 1 mm, hatus minimum 10% berat

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

3. sisa di ats ayakan 0,25mm, haus berkisar anatara 80% dan 95% berat

Pasir alam dapat digolongkan menjadi 3 macam yaitu :

a. Pasir galian

Pasir yang diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu.Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori danbebas dari kandungan garam.

b. Pasir sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang pada umumnya berbutir halus dan bulat akibat proses gesekan.

c. Pasir pantai

Pasir pantai berasal dari sungai yang mengendap dimuara sungai (dipantai) atau hasil gerusan air didasar laut yang terbawa air laut dan mengendap dipantai.Pasir pantai biasanya berbutir halus dan banyak mengandung garam.Sehingga pasir laut diteliti terlebih dahulu sebelum dipakai.

Gradasi agregat halus sebaiknya sesuai dengan spesifikasi ASTM C-33, yaitu:

a. Mempunyai butiran yang halus.

b. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%.

c. Tidak mengandung zat organik lebih daro 0,5%. Untuk beton mutu tunggi dianjurkan dengan modulus kehalusan 3,0 atau lebih.

d. Gradasi yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama).

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Tabel 2.2 Batas Gradasi Agregat Halus

lubang ayakan (mm)	Persen butiran yang lewat ayakan			
	zona I (Pasir kasar)	zona II (Pasir agak kasar)	zona III (Pasir agak halus)	zona IV (Pasir halus)
10	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90-100	90-100
2.4	60-95	75-100	85-100	90-100
1.2	30-70	55-90	75-100	90-100
0.6	15-34	35-59	60-79	80-100
0.3	20-May	30-Aug	10-Dec	May-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

2. Agregat Kasar

Agregat kasar ialah agregat yang semua butirnya tertinggal pada ayakan berlubang 4.8 m (SII.0052,1980) atau 4.75 mm (ASTM C33,1982) atau 5.0 mm (BS.812,1976).

Tabel 2.3 Batas Gradasi Agregat Kasar

lubang ayakan (mm)	Persen butiran yang lewat ayakan		
	4,8-38	4,8-19	4,8-9,6
38	95-100	100	100
19	35-70	95-100	100
9.6	Oct-40	30-6-	50-85
4.8	0-5	0-10	10-Jan

(Sumber : SNI 03-2834-1993)

Keuntungan dan kerugian Pemakaian kerikil dibandingkan batu pecah, yaitu :

1. keuntungan

   a. harga lebih murah

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.
5/20/2019

b. dengan workability yang sama pasta semen terpakai kebih sedikit dan harga beton per m³ akan lebih murah

2. kerugian

a. kontinuitas pengadaan kurang terjamin

b. ukuran butiran amat bervariatif

c. permukaan relative halus sehingga daya ikatnya kurang dan luit mencapai mutu beton tinggi

d. kandungan lumpur relative tinggi

Gambar 2.2 Agregat kasar
Sumber: Dukumentasi Penelitian 2018

2.2.2 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proeses 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 megubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

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).

a. 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.
b. Air pencampur yang digunakan untuk beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam alumunium, termasuk air bebas yang terkandung didalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
c. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:

1. pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.
2. Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, terkecuali pada air pencampur, yang dibuat dan diuji sesuai dengan ”Metode uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis (menggunakan spesimen kubus dengan ukuran sisi 50 cm)” ASTM C109

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

3. Bila terpaksa menggunakan air laut, disarankan hanya untuk beton tanpa tulangan dengan kandungan maksimal garam terlarut 35.000 ppm

4. Hindari penggunaan air dengan dengan pH≤3

Air pada campuran beton akan berpengaruh pada :

1. Sifat workability adukan beton.
2. Besar kecilnya nilai susut beton.
3. Kelangsungan reaksi dengan semen portland, sehingga dihasilkan kekuatan dalam selang beberapa waktu.
4. Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik. Air adalah alat untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penggunaan beton.

Air yang diperlukan pada campuran beton dipengaruhi oleh faktor – 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.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

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.

2.2.3. Semen portland

Semen Portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM C-150,1985, semen Portland didefenisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilakn dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik,yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan tambahnya.

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesi dan kohesi yang memungkin melekatnya freagmen-freagmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Berdasarkan sifatnya semen menjadi dua bagian,(A.Junaidi,2015) :

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

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

kecil,sehingga semen yang berasal beberapa sumber langsung dapat digunakan. Akan tetapim,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 kekuatan semennya 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-buttir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalan beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka penanan semen menjadi penting.

Proses pembuatan semen Portland dilaksanakan melalui beberapa tahapan yaitu ;

a. Penambangan di quarry
b. Pemecahan di (crushing plant)
c. Penggilingan (blending)
d. Pencampuran bahan – bahan
e. Pembakaran (ciln)
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

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

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 (*ciln*). 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 (lima) tipe, yaitu :

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

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 penggunaanya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

c. Sifat dan Karekteristik Semen Portland

1. sifat fisika semen portland

a. kehalusan butir *(fineness)*

b. kepadatan *(density)*

c. konsistensi

d. waktu pengikatan

e. panas hidrasai

f. perubahan volume *(kekuatan)*

2. sifat kimia semen portland

a. senyawa kimia

ada 4 senyawa kimia utama yang menyusun semen Portland, yaitu :

1. Trikalsium silikat ($3CaO.SiO_2$) yang disingkat menjadi C_3S.
2. Dikalsium silikat ($2CaO. Si0_2$) yang disingkat menjadi C_2S.
3. Trikalsium aluminat ($3CaO. Al_2O_3$) yang disingkat dengan C_3A.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

4. Tertrakalsium aluminoferrit (4CaO, $Al_2O_3Fe_2O_3$) yang disingkat menjadi C_4AF.

b. Sifat kimia

1. Kesegaran semen
2. Sisa yang tak larut *(insolubie residue)*
3. Panas hidrasi semen
4. Kekuatan pada semen dan factor air semen *(FAS)*

Menurut SK.SNI 7656 - 2012 , Semen Portland memili 4 jenis type semen Portland, anatar lain :

1. Type I , semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan – persyaratan khusus seperti yang di syaratkan pada jenis – jenis lain.
2. Type II , semen Portland yang dalam penggunaanya memerlukan ketahanaan terhadap sulfat atau kadar hidrsi yang sedang.
3. Type III, Semen Portland yang dalam penggunaanya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Type IV , semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.

Tabel 2.4 Karakteristik Senyawa Penyusun Semen Portland

	Trikalsium Silikat	Dikalsium Silikat	Trikalsium Aluminat	Tetrakalsium Aluminoferrit
Nilai	3CaO.SiO2 Atau C_3S	2CaO.SiO 2 Atau C_2S	3CaO.Al2 O3 Atau C_3A	4CaO.Al2O3.Fe 2O3 Atau C_4AF

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Penyemenan	Baik	Baik	Buruk	Buruk
Kecepatan	Sedang	Lambat	Cepat	Lambat
Reaksi	Sedang	Sedikit	Banyak	Sedikit
Pelepasan panas hidrasi				

Sumber: Teknologi Beton, Paul Nugraha dan Antoni

2.3 Serat Bambu

Gambar 2.3 serat bambu

Sumber: Dukumentasi Penelitian 2018

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. Bambu apus sebagai salah satu jenis bambu di Indonesia tepatnya di daerah Rokan Hulu, meskipun jarang dibudidayakan secara khusus, namun banyak tumbuh di lahan-lahan liar seperti di tepi sungai, tebing-tebing dan sebagainya.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Serat bambu yang di pakai dalam penelitian menggunkan diameter 1mm – 2mm. Bambu jenis tersebut juga jarang dimanfaatkan sebagai bahan pokok bangunan, sehingga harga di pasaran ,relatih murah dibanding bambu jenis lain.

Serat alami seperti halnya seraaat alamai dari bambu memiliki kerapppatttan rendah, harga relative murah dan konsumsi energy rendah, serta daoat menetralkan CO_2 dan memproduksi O_2 tiga kali lebih banyak dari tanaman lainnya. Hal yang paling istimewa serat bambu mempunyai daktalatis yang tinggi selain kekuatan yang dapat di pertandaingkan dengan material seperti baja.

Penggunaan bambu sebagai material struktur sangat tepat karena babu cukup ringan dan lentur sehingga bangunan dari struktur bambu mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap gempa. Selain ringan dan lentur bambu mempunyai kuat Tarik yang cukup besar bahakan untuk beberapa jenis bambu kuat tariknya melebihi kuat Tarik baja serta memiliki elastisitas yang cukup tinggi.

Karakterisitik mekanik bambu ini menjadikan bambu mempunyai peluang untuk digunakan sebagai bahan serta pada beton. Selama ini banyak digunakan serat yang terbuat dari serat besi/baja sebagai sebagai serat pada campuran beton. Selain serat besi, jenis erat ini juga banyak digunakan adalah serat plastic dan serat yang terbuat dari bahan alami lainya. 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. Kerja serat akan lebh efektif bila diletakan berjajar dan seragam, tidak tumpang tindih sehingga dapat meningkatkan perilaku keruntuha pada beton.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

2.4 Uji Slump

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan dan dipadatkan atau dapat memenuhi syarat *workability*. Cara uji Slump ialah salah satu cara untuk mengukur kelecakan beton segar, yang dipakai pula untuk memperkirakan tingkat kemudahan dalam pengerjaannya. Dimana semakin besar nilai slump berarti beton segar makin encer dan ini makin mudah dikerjakan.

Cara pengujian slump yaitu dengan kerucut didirikan di atas alas yang telah dibersihkan, kemudian beton segar dimasukkan ke dalam kerucut dengan sekop kecil, kira-kira sepertiga tinggi kerucut. Dengan menggunakan batang besi, beton ditumbuk sebanyak 25 kali. Tambahkan lapisan kedua dan tumbuk 25 kali, tambahkan dan tubuk beton sampai kerucut penuh. Angkat kerucut berlahan keatas dalam waktu 5-7 detik dan hitung berapa nilai dari slump.

Uji slump berguna untuk mengecek adanya perubahan kadar air. Bila jumlah air adalah konstan dan kadar lengas agregat konstan maka slump test berguna untuk menunjukkan adanya perbedaan pada gradasi atau adanyaperbandingan berat yang salah. Kelemahan uji slump adalah tidak dapat mengukur kelecakan campuran beton yang kaku.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Gambar 2.4 Slump test
Sumber: Penelitian 2018

2.5 Kaut Tarik belah

Kuat tarik belah beton adalah salah satu parameter penting kekuatan beton. Nilai kuat tarik belah diperoleh melalui pengujian tekan di laboratorium dengan membebani setiap benda uji silinder secara lateral sampai pada kekuatan maksimumnya. Pengujian dapat dilakukan pada skala tertentudengan berbagai kondisi, jenis, beban maupun ukuran benda uji.

Menurut SNI 2491:2014, Kekuatan tarik belah pada umumnya lebih besar dari kekuatan tarik langsung dan lebih rendah dari kekuatan lentur. Kekuatan tarik belah digunakan dalam mendesain elemen struktur beton untuk mengevaluasi ketahanan geser beton dan menentukan panjang penyaluran dari tulangan.

Karena kecilnya nilai kuat tarik beton maka digunakan baja tulangan untuk memperbaiki nilai kuat tarik beton. Tapi masih saja ada terjadi keruntuhan bangunan akibat tidak mampu menahan beban. Kegagalan perencanaan kekuatan beton ini sering terjadi karena tidak baiknya *quality control* pada pekerjaan beton saat pelaksanaan.

Uji kuat tarik dilakukan dengan memberikan tegangan tarik pada beton secara tidak langsung. Spesimen silinder direbahkan dan ditekan sehingga terjadi

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

tegangan tarik pada beton. Uji ini disebut juga *Splitting test* atau *Brazillian test* karena metode ini diciptakan di Brazil.

Secara umum perencanaan yang baik mempertimbangkan semua aspek yang mungkin dapat terjadi pada bangunan. Salah satu aspek yang berperan penting dalam perencanaan adalah menentukan karakteristik dan kemampuan material yang akan dipakai pada struktur. Hal ini membutuhkan pengujian secara mendalam terhadap sifat dari material seperti kekuatan, durabilitas, dan sifat mekanis beton lainnya. Data kekuatan beton yang diukur di laboratorium adalah kekuatan yang diuji pada skala kecil dan diuji hanya pada beberapa sampel dan satu jenis benda uji saja dan hasil kekuatan beton bukanlah suatu karakteristik mutlak.

Gambar 2.5 Universal Testing Mechine
Sumber: Dukumentasi Penelitian 2018

Kuat tarik belah dari benda uji dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Fct = \frac{2P}{L.D} \quad \text{.....(1)}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Dengan pengertian :

Fct = kuat tarik – belah dalam MPa

P = beban uji maksimum (bebean belah / hancur) dalm newton (N) yang ditunjukkan mesin uji tekan

L = panjang benda uji dalam mm

D = diameter benda uji dalam mm

Faktor – faktor yang mempengaruhi kekuatan beton yaitu :

1. Umur Beton

Kekuatan beton akan semakin bertambah tinggi dengan bertambahnya umur. Yang dimaksudkan disini adalah sejak beton dicetak.Laju kenaikan kuat tekan beton mula – mula cepat, lama – kelamaan laju kenaikan tersebut semakin lambat.Sehingga sebagai standar kuat tekan beton ialah kuat tekan beton pada umur 28 hari.

2. Faktor Air Semen

Menurut Rosie Arizki Intan Sari,2015, Faktor air semen ialah perbandingan berat antara air dan semen Portland didalam campuran adukan beton. Faktor air semen 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. Jadi dapat dikatakan,

$$FAS\ \left({}^{kg}/_{I}\right) = \frac{Berat\ Air\ ({}^{kg}/_{m^3})}{Jumlah\ Semen\ ({}^{I}/_{m^3})} \quad \text{..... (2)}$$

Fungsi FAS,yaitu :

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

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

Diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Ada batas-batas dalam hal ini. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun.Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,6. Rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antar artikel dala, beton sangat bergantung pada faktor air semen yang digunakan dan kehalusan butir semennya.

3. Kepadatan

Kekuatan beton berkurang jika kepadatan beton berkurang.

a. Jumlah Pasta Semen

Pasta semen dalam beton berfungsi untuk merekatkan butir – butir agregat.Sehingga jika pasta semen terlalu sedikit maka rekatan antar butir kurang kuat yang menyebabkan kuat tekan beton berkurang.

b. Jenis Semen

Jenis semen sangat mempengaruhi kuat tekan beton.Seperti pada pembahasan sebelumnya, bahwa semen Portland memiliki sifat tertentu.Misalnya cepat mengeras dan sebagainya yang sangat mempengaruhi kuat tekan beton.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

c. Sifat Agregat

Beberapa sifat agregat yang mempengaruhi kekuatan beton :

1. Kekasaran Permukaan.
2. Bentuk Agregat
3. Kuat Tekan Agrega

2.6 Standar Deviasi

Standar deviasi adalah alat ukur tingkat mutu pelaksanaan pembuatan pembetonan.Nilai S ini digunakan sebagai salah satu data masukan pada perencanaan campuran beton.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(fc-fcr)^2}{N-1}} \quad \text{.....(3)}$$

Rumus standar deviasi :

Dengan : S = Deviasi Standar

Fc = Kuat tekan masing-masing silinder beton

Fcr = Kuat tekan rata-rata

N = Banyaknya nilai Kuat tekan beton

Tabel 2.5 Nilai Standar Deviasi

Volume Pekerjaan	Mutu Pelaksanaan (MPa)		
	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil (<1000 m³)	4.5 < s.d ≤ 5.5	5.5 < s.d ≤ 6.5	6.5 < s.d ≤ 8.5
Sedang (1000– 3000 m³)	3.5 < s.d ≤ 4.5	4.5 < s.d ≤ 5.5	5.5 < s.d ≤ 6.5
Besar (>3000 m³)	2.5 < s.d ≤ 3.5	3.5 < s.d ≤ 4.5	4.5 < s.d ≤ 5.5

Sumber : Teknologi Beton, Ir. Kardiyono Tjokrodimuljo, ME

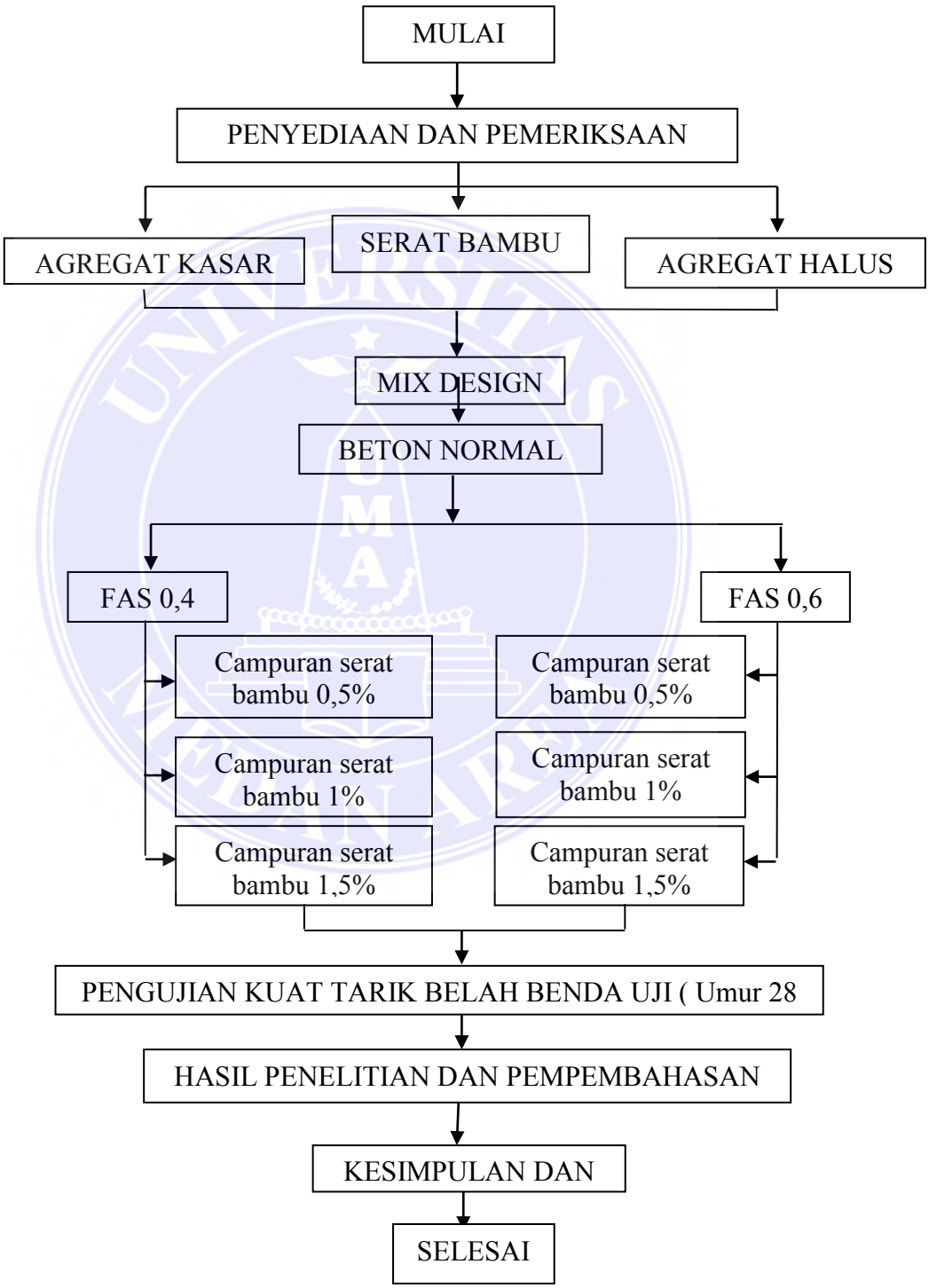
UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.
5/20/2019

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Adapun kerangka metode penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penelian

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

3.2 Bahan Penyusun Beton

Bahan – bahan penyusun beton dalam penelitian ini adalah :

1. Semen yang digunakan semen Portland, type I
2. Agregat halus pasir yang digunakan dari took material yang di ambil dari daerah tembung (jln.letnan sudjono)
3. Agregat kasar kerikil yang digunakan dari Patumbak
4. Air dari PDAM Lab Beton Universitas Medan Area

3.3 Tahapan Penelitian

3.3.1. Analisa Agregat Halus

a. Pemeriksaan analisa ayakan agregat halus

Agregat halus (pasir) adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang di hasilkan oleh industry pemecah batu dan mempunyai ukuran butir 5,0 mm

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil disintergrasi alami dari batu batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditetapkan terhadap berat kering),yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang melalui ayakan 0.063 mm. apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat halus harus dicuci. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan.

Fungsi utama agregat halus dalam campuran beton adalah mengisi ruang antara butir agregat kasar.

Agregat dengan Ø butiran antara 0,14 s/d 5,0 mm

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Jenis agregat halus :

a. Buatan : pasir hasil pemecahan

b. Alami : pasir gunung, pasir sungai, pasir laut

Tabel 3.1 Susunan ayakan agregat halus

Susunan ayakan (mm)	Persentase lolos (%)
9,5	100
4,75	95 - 100
2,36	87 - 100
1,18	74 - 85
0,6	46 - 60
0,3	15 - 30
0,15	02 – 10

Sumber : Sumber ASTM C-33-95

Derajat kehalusan atau kekerasan suatu agregat ditentukan oleh modulus kehalusan atau *finesse modulus*.

1. Pasir halus = 2,20<FM≤2,60
2. Pasir sedang = 2,60<FM≤2,90
3. Pasir kasar = 2,90<FM≤3,20

Nilai FM dapat dicari dengan rumus :

$$FM = \frac{\sum \% Tertahan\ Kumulatif}{100}$$

Pengujian agregat halus :

1. Ambil pasir yang kering sebanyak 2 (dua) sampel masing-masing beratnya 1000 gram.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

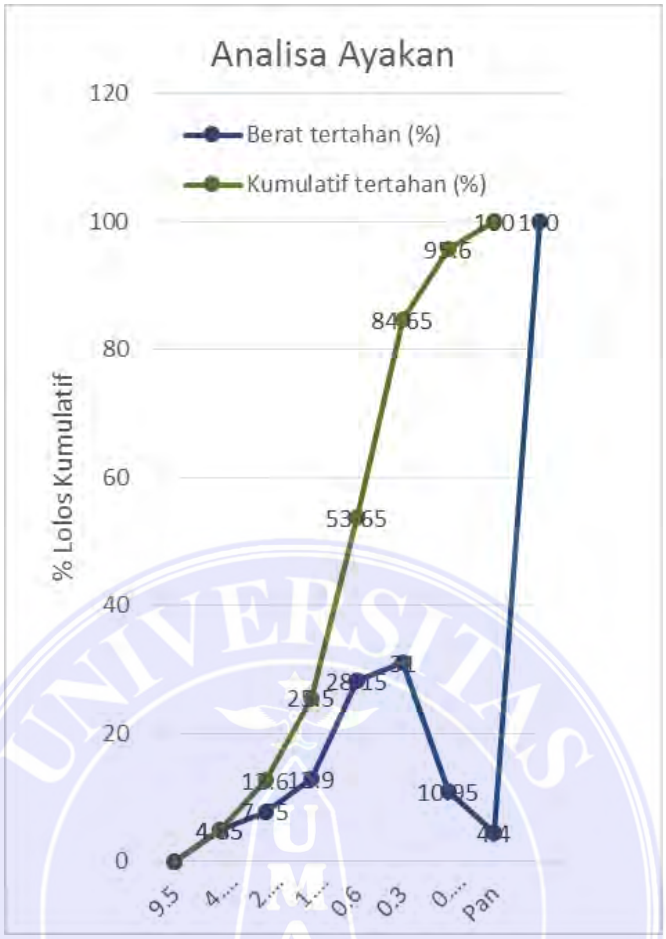
2. Sediakan ayakan dan susun berturu-turut dari atas kebawah sesuai ukurannya, 9.5, 4.75, 2.36, 1.18, 0.6, 0.3, 0.15 dan pan.
3. Masukkan pasir kedalam ayakan lalu ditutup.
4. Letakkan ayakan diatas mesin penggetar (*shieve sheker machine*).
5. Hidupkan mesin selama 5 (lima) menit.
6. Timbang sampel yang tertahan pada masing-masing ayakan.
7. Lalukan cara diatas untuk sampel 2 (dua).

Table 3.2 hasil pemeriksaan ayakan agregat halus

	Berat fraksi tertahan					
Diameter ayakan (mm)	Sampel I (gr)	Sampel II (gr)	Berat total	Berat tertahan (%)	Kumulatif tertahan (%)	Kumulatif lolos (%)
9,5	0	0	0	0	0	100
4,75	44	53	97	4,85	4,85	95,15
2,36	72	83	155	7,75	12,60	87,40
1,18	124	134	258	12,90	25,50	74,50
0,6	283	280	563	28,15	53,65	46,35
0,3	317	303	620	31	84,65	15,35
0,15	112	107	219	10,95	95,60	4,40
Pan	48	40	88	4,40	100	0
Total	1000	1000	2000	100		

Sumber : Data penelitian 2018

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.



Gambar 3.2 hasil pemeriksaan ayakan agregat halus

$$\textit{Fineness modulus} = \frac{276{,}85}{100} = 2{,}77$$

Dari hasil percobaan diperoleh *Fineness Modulus* (FM) sebesar 2,77, dapat disimpulkan bahwa pasir yang dipakai termasuk pasir sedang karena berada dalam standart standart pasir sedang, yakni 2,6 < FM < 2,9.

b. Berat jenis Pasir

1. Tujuan Penilitian :
    a. Untuk menentukan berat jenis agregat halus dalam keadaan kering oven,
    b. Menentukan berat jenis agregat halis kering permukaan,

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.
5/20/2019

c. Menentukan ladar air agregat halus kering permukaan henuh air (SSD) dan penyerapan (absorpsi) pasir.

2. Pedoman Penelitian : Berat jenis kering < Berat jenis SSD < Berat jenis semu

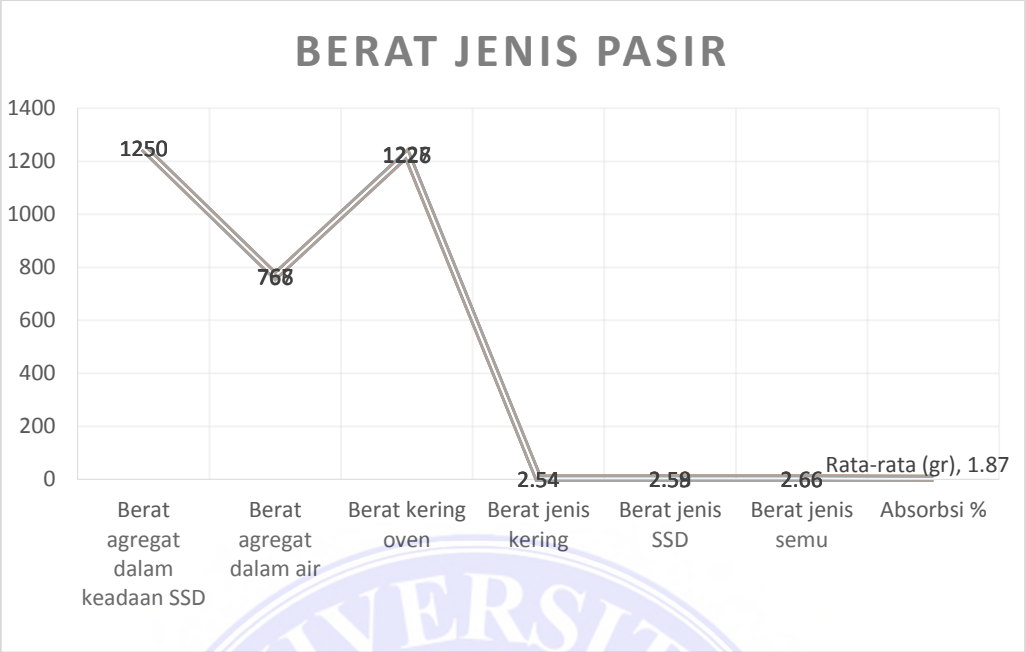
3. Dari hasil penelitian didapat :

Tabel 3.3 Hasil pemeriksaan berat jenis pasir

		Sample I (gr)	Sample II (gr)	Rata-rata (gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD	(B)	1250	1250	1250
Berat agregat dalam air	(C)	766	768	767
Berat kering oven	(A)	1228	1226	1227
Berat jenis kering	$= \frac{A}{(B-C)}$	2,54	2,54	2,54
Berat jenis SSD	$= \frac{B}{(B-C)}$	2,58	2,59	2,59
Berat jenis semu	$= \frac{A}{(A-C)}$	2,66	2,66	2,66
Absorbsi %	$= \frac{(B-A)\times 100}{A}$	1,79	1,96	1,87

Sumber : Data penelitian 2018

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.



Gambar 3.3 berat jenis pasir

Persyaratan untuk berat SSD harus berada diantara berat jenis kering dan berat jenis semu, sedangkan untuk spesifikasi absorbs harus < 5% dari haril pemeriksaan yang didapat, maka material tersebut memenuhi persyaratan.

c. Berat Isi Pasir

Berat isi agregat sangat dipengaruhi oleh beberapa factor seperti jenis, gardasi agregat, diameter maksimum agregat. Dalam SII No.52-1989, berat isi agregat beton disyaratkan harus lebih dari 1,2 kg/liter.

Prosedur pelaksana :

a. Dengan cara gembur
    1. Timbang berat bejana dan catat
    2. Masukkan pasir kedalam bejana dan ratakan permukaan bejana
    3. Timbang bejana yang sudah berisi pasir lalu catat
    4. Kemudian timbang bejana yang berisi air lalu catat
b. Dengan cara padat/merojok
    1. Timbang berat bejana lalu catat

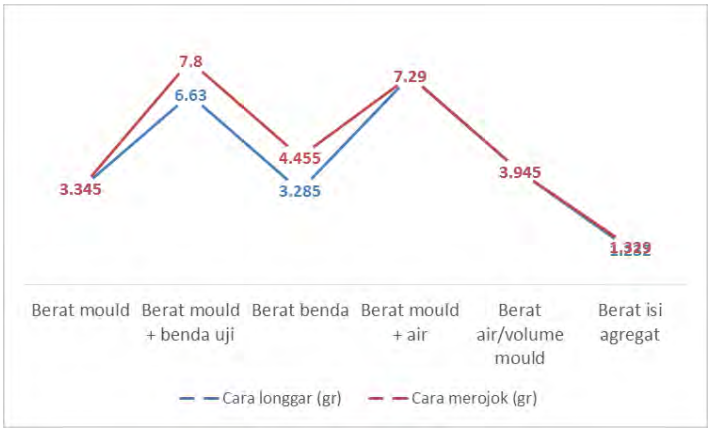
UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

2. Masukkan psir 1/3 bagian bejana lalu dirojok sebanyak 25 kali, tambahkan pasir 2/3 bagian bejana dan dirojok sebanyak 25 kali, kemudian masukkan pasir pada bejana sampai penuh lalu dirojok sebanyak 25 kali, dan ratakan permukaan bejana
3. Timbang bejana yang sudah berisi pasir lalu catat
4. Kemudian timbng bejana yang sudah berisi air lalu catat.

Tabel 3.4 hasil pemeriksaan berat isi agregat halus

		Agregat halus	
		Cara longgar (gr)	Cara merojok (gr)
Berat mould	W1	3,345	3,345
Berat mould + benda uji	W2	6,630	7,800
Berat benda	W3=w2-w1	3,285	4,455
Berat mould + air	W4	7,290	7,290
Berat air/volume mould	V=w4-w1	3,945	3,945
Berat isi agregat	W3/V (kg/Lt)	1,232	1,329

Sumber : Data penelitian 2018



Gambar 3.4 berat isi agregat halus

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.
5/20/2019

Berat isi dengan cara longgar dan merojok harus memenuhi persyaratan yaitu, sebesar >1125 Kg/m^3 untuk cara longgar dan >1250 Kg/m^3 untuk cara merojok. Dari hasil yang didapat pada table diatas maka material tersebut memenuhi persyaratan.

d. Kadar lumpur Agregat Halus

Tujuan penelitian : menerangkan prosedur pemeriksaan kadar air pada agregat dan menghitung persentase kadar air pada agregat.

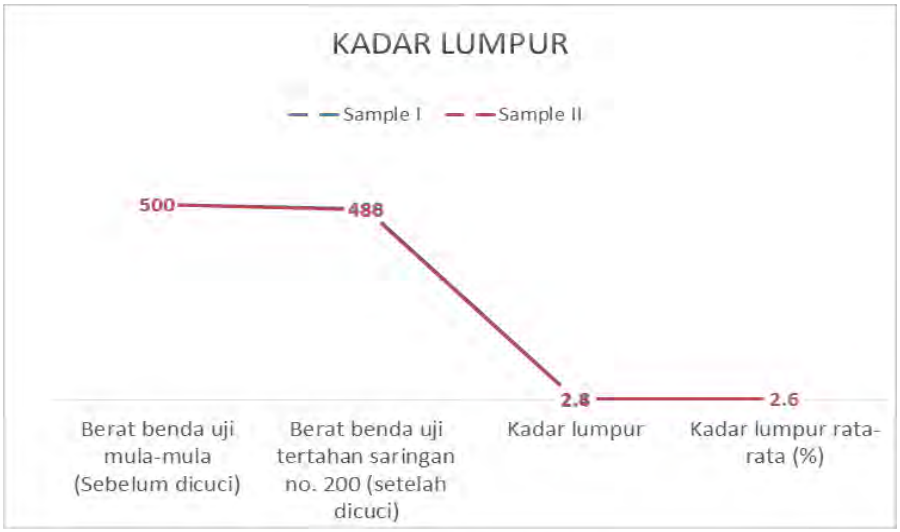
Pedoman Penelitian : Kandungan lumpur tidak dibenarkan melebihi 5% apabila melebihi maka pasir harus dicuci

Tabel 3.5 hasil pemeriksaan kadar lumpur pasir

		Berat contoh (gram)	
		Sample I	Sample II
Berat benda uji mula-mula (Sebelum dicuci)	(A)	500	500
Berat benda uji tertahan saringan no. 200 (setelah dicuci)	(B)	488	486
Kadar lumpur	$\frac{A-B}{A} \times 100\%$	2,4	2,8
Kadar lumpur rata-rata (%)			2,6

Sumber : Data penelitian 2018

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.
5/20/2019



Gambar 3.5 kadar lumpur pasir

Persentase kadar lumpur pasir yang didapat adalah sebesar 2,6%. Pasir ini layak digunakan sebagai bahan penyusun mix design, karena memenuhi persyaratan yaitu harus < 5%.

e. Kesimpulan Pemeriksaan Agregat Halus

Tabel 3.6 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Pemeriksaan	Hasil
Kadar Lumpur	2,6%
Analisa Ayakan	2,77
Berat Jenis (SSD)	2,59 gr/cm^3
Absorpsi	1,8%

Sumber : Data penelitian 2018

3.3.2. Analisa Agregat Kasar

a. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Tujuan Penelitian : untuk menentukan kadar lumpur pada agregat kasar

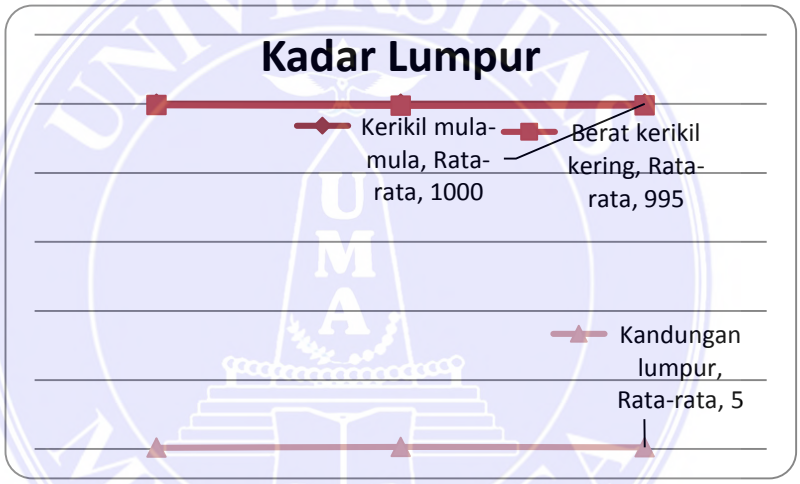
UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Pedoman Penelitian : Kandungan kadar lumpur pada agregat kasar tidak melibihi 1% apabila melebihi maka agregat harus dicuci.

Tabel 3.7 Hasil pemeriksaan kadar lumpur

Keterangan (gram)	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Kerikil mula-mula	1000	1000	1000
Berat kerikil kering	996	994	995
Kandungan lumpur	4	6	5

Sumber : Data penelitian 2018



Gambar 3.6 Kadar Lumpur

Dari hasil penelitian kadar lumpur agraget kasar sebesar = 0,50% sehingga batu pecah dapat digunakan dalam percobaan.

b. Analisa ayakan agregat kasar

Tujuan Penelitian : untuk memeriksa penyebaran gradasi dan menentukan modulus kehalusan (FM).

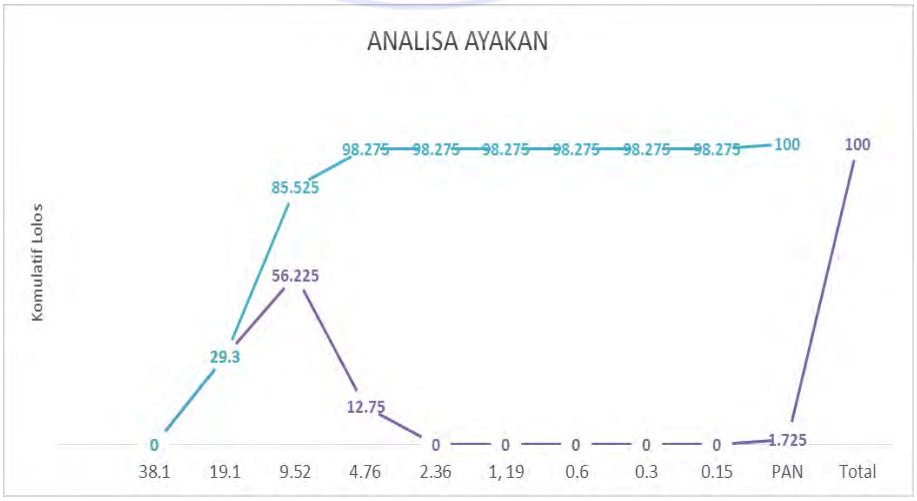
Pedoman Penelitian : FM = $\frac{\Sigma\% \; komulatif \; tertahan \; ayakan \; 0{,}150mm}{100}$

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Tabel 3.8 Hasil Ayakan Agregat Kasar

Ukuran lubang ayakan (mm)	Berat fraksi tertahan				Komulatif	
	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Barat total (gr)	%	Tertahan %	Lolos %
38,1	0	0	0	0	0	100,00
19,1	621	551	1172	29,3	29,3	70,7
9,52	1059	1190	2249	56,225	85,525	14,475
4,76	272	238	510	12,75	98,275	1,725
2,36	0	0	0	0	98,275	1,725
1, 19	0	0	0	0	98,275	1,725
0,60	0	0	0	0	98,275	1,725
0,30	0	0	0	0	98,275	1,725
0,15	0	0	0	0	98,275	1,725
PAN	48	21	69	1,725	100	0,00
Total	2000	2000	4000	100		

Sumber : Data penelitian 2018



Gambar 3.7Ayakan Agregat Kasar

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Agregat kasar yang dapat dipakai dalam campuran beton harus mempunyai modulus kehalusan (FM) antara 5,5-7,5. Dari hasil pemeriksaan diperoleh FM sebesar 7,04 sehingga dapat digunakan dalam percobaan.

c. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar

Tujuan Penelitian : Untuk menentukan berat isi batu pecah dengan cara padat dan cara longgar.

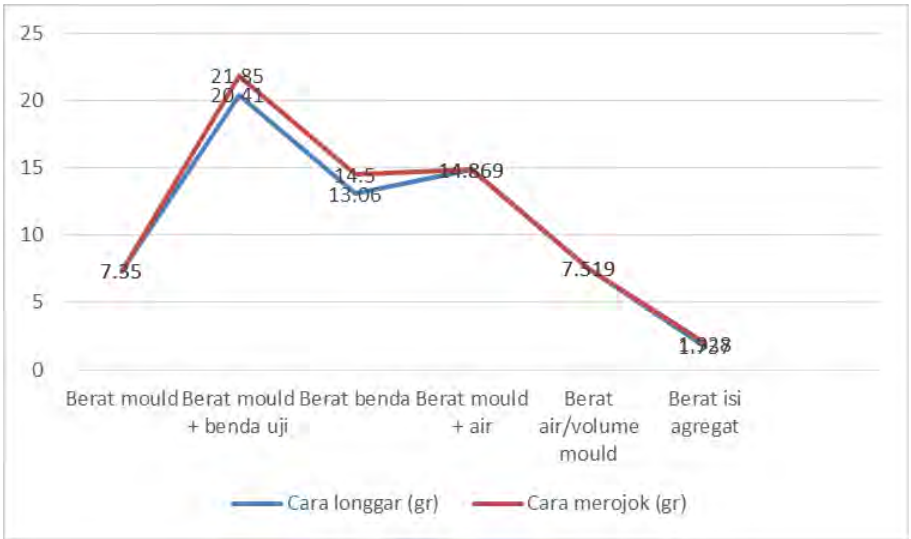
Pedoman Penelitian : Dari hasil penelitian berat isi dengan cara merojok lebih besar dari pada berat isi yang tidak dirojok.

Tabel 3.9 hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar

		Agregat Kasar	
		Cara longgar (gr)	Cara merojok (gr)
Berat mould	W1	7,35	7,35
Berat mould + benda uji	W2	20,41	21,85
Berat benda	W3=w2-w1	13,06	14,5
Berat mould + air	W4	14,869	14,869
Berat air/volume mould	V=w4-w1	7,519	7,519
Berat isi agregat	W3/V (kg/Lt)	1,737	1,928

Sumber : Data penelitian 2018

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.



Gambar 3.8 Berat isi agregat kasar

Dari perhitungan hasil data pengujian berat isi pada pada agregat kasar, didapat hasil dari berat isi lepas yaitu 1,737 kg/liter dan berat isi padat yaitu sebesar 1,928 kg/liter. Bila dibandingkan dengan persyaratan menurut SII 0052 – 80, bahwa berat isi harus lebih besar dari 1,2 kg/liter, maka kedua cara pemadatan diatas telah memenuhi syarat.

d. Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorbsi Agregat Kasar

Tujuan penelitian : Untuk menentukan barat dan penyerapan (absorbsi) air batu pecah

Pedoman Penelitian : berat jenis kering < berat jenis SSD , berat jenis semu

Tabel 3.10 hasil pemeriksaan berat jenis agregat kasar

		Sample I (gr)	Sample II (gr)	Rata-rata (gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD	(B)	1000	1000	1000
Berat agregat dalam air	(C)	671	665	668
Berat kering oven	(A)	996	994	995

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Berat jenis kering	$= \frac{A}{(B-C)}$	3,027	2,967	2,997
Berat jenis SSD	$= \frac{B}{(B-C)}$	3,039	2,985	3,012
Berat jenis semu	$= \frac{A}{(A-C)}$	3,064	3,021	3,042
Absorbsi %	$= \frac{(B-A)\times 100}{A}$	0,401	0,603	0,501

Sumber : Data penelitian 2018

	Berat agregat dalam keadaan SSD	Berat agregat dalam air	Berat kering oven	Berat jenis kering	Berat jenis SSD	Berat jenis semu	Absorbsi %
Sample I (gr)	1000	671	996	3.027	3.039	3.064	0.401
Sample II (gr)	1000	665	994	2.967	2.985	3.021	0.603
Rata-rata (gr)	1000	668	995	2.997	3.012	3.042	0.501

Gambar 3.9 berat jenis agregat kasar

Dari hasil penelitian diperoleh : berat jenis kering = 2,996 gr/ cm^3

Berat jenis SSD = 3,012 gr/ cm^3

Berat semu = 3,042 gr/ cm^3

Absorbsi = 0,501 %/ cm^3

e. Kesimpulan Pemeriksaan Agregat Kasar

Tabel 3.11 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Pemeriksaan	Hasil
Kadar Lumpur	0,50
Analisa Ayakan	7,04

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.
5/20/2019

Berat Isi	1,737 kg/m^3
Berat Jenis (SSD)	3,024 gr/cm^3
Absorbsi	0,501%

Sumber : Data penelitian 2018

3. Waktu Ikat Semen

Waktu ikat adalah waktu yang diperlukan semen untuk menegras, terhitung mulai dan bereaksi dengan air dan menjadi pasta semen sehingga pasta semen cukup kaku untuk menahan tekan.

Semen sebagai bahan dasar bila kena air akan membentuk suatu bahan yang lengket seperti lem yang akhirnya mengeras. Selain kadar air waktu semen juga diperlukan dan tidak dapat diabaikan. Untuk mengetahui waktu ikat semen dilakukan suatu percobaan dengan menggunakan jarum *vicat apparantus*.

Pengikatan semen adalah pengeras semen segera setelah bereaksi dengan air dan terdiri dari 2 keadaan yaitu :

1. Waktu ikat awal adalah waktu ikat yang diperlukan pasta semen untuk mulai pengikatan ditandai dengan penetrasi sedalam 35 mm dimana

T awal > 45 menit

2. Waktu ikat akhir adalah waktu ikat yang diperlukan semen untuk mengikat sempurna yang ditandai dengan penetrasi jarum *vicat apparatus* sedalam 0 mm.

Pada semen Portland biasa,waktu ikatan awal tidakboleh kurang dari 60 menit, dan waktu ikatan akhir tidak boleh lebih dari 480 menit(8jam). Pengertian waktu ikatan awal diperlukan untuk memberi peluang pembuat beton mengerjakan proses pembuatan beton yaitu waktu untuk : pengadukan,

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

transportasi, penuangan, pemadatan, dan perataan permukaan. Proses ikatan ini disertai perubahan temperature. Temperature naik dengan cepat dari ikatan awal dan mencapai puncaknya pada waktu berakhirnya ikatan akhir. Waktu ikatan yang pendek kenaikan temperature dapat sampai 30°C.

Prosedur pelaksana

3. Timbang semen sebanyak 350 gram dan air sebanyak persentase air yang tepat pada percobaan konsisten semen. Semen yang diambil terlebih dahulu diayak dengan ayakan no. 100 untuk membuang semen yang lebih menggumpal.
4. Mangkuk mixer dibasahi dengan air secukupnya sehingga permukaan basah, tetapi tidak ada air yang menggenang.
5. Masukkan semen tambah air kedalam mangkuk mixer dan diamkan selama 15 detik.
6. Hidupkan mixer dengan kecepatan lambat selama 30 detik dan kemudian matikan selama 15 detik.
7. Hidupkan kembali mixer dengan putaran cepat selama 60 detik.
8. Hentikan pengadukan lalu gumpalkan pasta semen hingga berbentuk bola dan kemudian lemparkan dari tangan kiri ke tangan kanan sebanyak 6 kali dengan jarak kurang lebih 15 cm.
9. Masukkan kedalam mould yang telah dialasi dengan plat kaca dengan menekan gumpalan semen.
10. Dengan mould pada bagian lubang yang terbesar plat kaca dan mould terlebih dahulu diolesi dengan vaselin agar tidak lengket.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

11. Bagian pasta semen yang keluar melalui lubang yang kecil diratakan dengan scrap tanpa mengganggu pasta semen tersebut dan diamkan selama 30 menit.
12. Selama masa 30 menit atur jarum vicat tepat berada diatas permukaan pasta semen dan atur jarum penunjuk angka penetrasi tepat berada pada angka nol.

Table 3.12 waktu ikat semen

No. test	Waktu penurunan Air (menit)	Penurunan (mm)	Keterangan waktu pencatatan
1	15	2	10.20
2	30	9	10.35
3	45	7	10.50
4	60	5	11.05
5	75	1	11.20
6	90	0,5	11.35
7	105	0,1	11.50
8	120	0	12.05

Sumber : Data penelitian 2018

3.4 Pembuatan benda uji

Pembuatan benda ui untuk tes beton cukup sederhana namun tetap perlu memperhatikan beberapa hal agar tes beton yang akan kita lakukan dapat berjalan dengan baik sesuai dengan apa yang diharapkan. Secara umum terdapat dua macam jenis benda uji beton yaitu :

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

1. Kubus beton dengan ukuran panjang 15 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm
2. Silinder beton dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm

Pada pembuatan benda uji kali ini memakai cetakan jenis silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Silinder beton yang dibuat adalah replikasi dari beton yang digunakan untuk bahan bangunan. Silinder beton ini dibuat dari adukan beton yang akan digunakan, yang merupakan sampel yang akan diuji di laboratorium. Jumlah silinder beton yang akan dibuat sebanyak 40 (empat puluh) buah sesuai dengan acuan yang tertera pada SNI 2493:2011.

Langkah awal untuk pembuatan beton ialah mempersiapkan bahan yang sudah ditakar atau sudah diperhitungkan penggunaan materialnya, kemudian masukkan semua material tersebut kedalam molen untuk diaduk sampai merata. Jangan lupa untuk memasukkan serat bambu kedalam molen sebagai bahan tambah dalam campuran beton. Setelah merata material tersebut dipindahkan ke wadah atau pan yang besar, selanjutnya dilakukan uji *slump* untuk mengetahui tingkat kekentalan atau keenceran beton tersebut.

Setelah melalui proses uji *slump* beton tersebut dimasukkan kedalan cetakan silinder yang sudah dibersihkan dan dilumasi minyak solar agar mempermudah saat pembongkaran cetakan dan tidak merusak bentuk beton. Proses pengisian beton kedalam cetakan dilakukan dalam 3 (tiga) lapis dengan volume yang sama, tiap 1/3 lapisnya dirojok dengan tongkat besi sebanyak 25 kali. Proses merojok dilakukan dibagian tepi silinder agar diperoleh beton yang simetri menurut sumbunya. Setelah lapisan ketiga selesai dirojok, penuhi permukaan atas dengan adukan beton kemudian ratakan dengan tongkat perata hingga permukaan rata. Pindahkan cetakan yang berisi beton keruangan yang

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

lembab dan biarkan selama 24 jam setelah itu cetakan dibongkar dan benda uji tersebut direndam selama 7 hari sebagai perawatan beton (*cured*). Setelah perendaman selama 7 hari, beton kemudian diangkat dan dipindahkan ke ruangan lain, lalu biar beton sampai berumur 28 hari untuk di uji kuat tariknya.

3.5 Uji slump

Slump pada dasarnya merupakan salah satu pengetesan sederhana untuk mengetahui *workability* beton segar sebelum diterima dan diaplikasikan dalam pekerjaan pengecoran. *Workability* beton segar pada umumnya diasosiasikan dengan :

1. Homogenitas atau kerataan campuran adukan beton segar (*homogeneity*)
2. Kelekatan adukan pasta semen (*cohesiveness*)
3. Kemampuan alir beton segar (*flowability*)
4. Kemampuan beton segar mempertahankan kerataan dan kelekatan jika dipindah dengan alat angkut (*mobility*)
5. Mengindikasikan apakah beton segar masih dalam kondisi plastis (*plasticity*)

Namun selain besaran nilai slump, yang harus diperhatikan untuk menjaga kelayakan pengerjaan beton segar adalah tampilan visual beton, jenis dan sifat keruntuhan pada saat pengujian slump dilakukan. Slump beton segar harus dilakukan sebelum beton dituankan dan jika terlihat indikasi plastisitas beton segar telah menurun cukup banyak, untuk melihat apakah beton segar masih layak dipakai atau tidak. Pengukuran slumpa dilakukan dengan mengacu pada aturan yang ditetapkan dalam SNI 1972-2008.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

3.6 Pengujian kuat tari belah

Pengujian dilakukan pada umur 28 hari untuh tiap variasi beton sebayak 5 buah. Pengujian kuat tarik belah dilakukan dengan menggunakan Tensile Spliting Test (TST) yaitu suatu pembelahan silinder oleh suatu desakan kearah diameternya untuk mendapatkan kuat tarik belah. Pada mesin penguji ditambahkan suatu batangan agar dapat membagi beban merata pada panjang silinder.

Dari beban maksimal yang diberikan kekuatan tarik belah dihitung sebagai berikut :

$$f_t = \frac{2P}{\pi l d}$$

Dengan :f_t = kekuatan tarik belah (N/mm^2)

P = beban maksimal (N)

l = panjang silinder (mm)

d = diameter (mm)

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Campuran Beton K225 *(Mix Design)*

Perencanaan campuran beton merupakan suatu hal yang komplek jika dilihat dari perbedaan sifat dan karakteristik bahan penyusunnya. Karena bahan penyusun tersebut akan menyebankan variasi dari produk beton yang dihasilkan. Pada dasarnya perancangan campuran dimaksud-kan untuk menghasilkan suatu proporsi campuran bahan yang optimal dengan kekuatan yang maksimum.

1. *mix deisgn*

Mix design ialah rasio campuran semen agregat yang telah ditetapkan sebelumnya yang sesuai dengan speksifikasi beton. Cara ini menawarkan kemudahan campuran karena perbandingaannya sudah ditetapkan sebelumnya sehingga tidak memerlukan analisis campuran dan hanya berlaku pada kondisi-kondisi normal saja.

Persyaratan dasar dalam memilih dan menentukan jumlah bahan campuran adalah :

a) Kuat tekan minimum yang didapat dari pertimbangan *structural*
b) Kemudahan pengerjaan yang dibutuhkan untuk pemadatan sesuai dengan peralatan pemadatan yang tersedia
c) Factor air-semen (fas) maksimum atau kandungan semen maksimum untuk memberikan ketahanan yang cukup sesuai dengan kondisi-kondisi lokasi pengerjaan
d) Kandungan semen maksimum untuk menghindari penyusutan, keretakan akibat siklus temperature dalam massa beton

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Pada umumnya, *mix design* berpedoman pada masalah-masalah :

1. Rencana kandungan air dalam beton
2. Keadaan gradasi agregat yang digunakan

Metode-metode *mix design* antara lain :

1. Metode SKSNI T-15-1990-03
2. Metode Inggris
3. Metode ACI

2. Desain komposisi material

Berikut ini diketahui hasil pemeriksaan material yang akan digunakan :

a) Analisa ayakan pasir = 2,77
b) Berat jenis pasir = 2,59
c) Absorbs pasir = 1,87 %
d) Kadar lumpur pasir = 2,6 %
e) Analisa ayakan kerikil = 7,04
f) Berat jenis kerikil = 3,024
g) Absorbs kerikil = 0,501 %
h) Kadar lumpur kerikil = 0,5 %

3. Perencanaan kuat tarik

Perencanaan beton normal ini dilakukan dengan mengunakan metode SNI, dengan menggunakan beton K225(18 MPa) maka pertama yang dilakukan adalah menentukan kuat tarik karakteristik. Dengan kekuatan beton yang direncanakan sebesar 15% dari kuat tekan beton yang direncanakan dengan harga standart devisiasi sebesar 70 kg/cm^2 maka nilai margin diperoleh sebesar 1,64 × 70 = 114,8 kg/cm^2. Jadi kekuatan beton yang direncanakan adalah

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

kekuatan tekan karakteristik dengan margin sebesar 225 + 114,8 = 339,8 kg/cm^2. Diketahui berat isi beton normal rencana sebesar 2300 kg/m^3.

4. kadar air semen

Dengan ukuran agregat maksimum 40 mm, tipe agregat alami dengan slump 30 – 60 mm, maka diperlukan kadar air bebas sebanyak 190 kg/cm^2.

5. kadar semen

Dari hasil perkiraan kadar air sebesar 190 kg/cm^2 maka diperoleh kadar semen yang merupakan perbandingan kadar air bebas dengan dengan factor air semen yaitu sebesar 190/0,4 = 475 kg/cm^2 dan 190/0,6 = 317kg/cm^2.

6. komposisi agregat

Dengan hasil grafik hubungan antara ukuran maksimum agregat halus = 10 mm dengan zona agregat halus adalah zona 2, ukuran maksimum agregat kasar = 40 mm , nilai slump 30 mm – 60 mm dan FAS sebesar0,4 dan 0,6, serta berat isi beton normal rencana 2300 kg/m^3, maka dapat diperoleh komposisi agregat halus dan kasar sebesar :

Kebutuhan agregat halus unuk FAS 0,4 = 2300 – (190 + 475) = 1.635 kg/m^3

Kebutuhan agregat halus unuk FAS 0,6 = 2300 – (190 + 317) = 1.793 kg/m^3

Kebutuhan agregat campuran , pasir = 40 % , kerikil = 60 %

Jadi, Fas 0,4 ,pasir = 1.635*40% = 654 kg

Kerikil = 1.635-60% = 981 kg

Fas 0,6 , Pasir = 1.793*40% = 717,2 kg

Kerikil = 1.793-60% = 1.013 kg

Volume 1 benda uji silinder : ¼ π r² = ¼ 3,14 7,5²
= 0,0053 m³

Factor keamanan safety factor (sf) = 1,2 x 0,0053
= 0,00636 m³

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Berdasar dari langkah-langkah perencanaan campuran diatas, maka diperoleh komposisi campuran per m^3 sebagai berikut :

1. Untuk FAS 0,4

   a. Semen = 475 kg/m^3

   b. Kerikil = 981 kg/m^3

   c. Pasir = 654 kg/m^3

   d. Air = 190 kg/m^3

2. untuk FAS 0,6

   a. Semen = 317 kg/m^3

   b. Kerikil = 1.013 kg/m^3

   c. Pasir = 717,2 kg/m^3

   d. Air = 190 kg/m^3

Sesuai dengan perencana peneliti bahwa komposisi bahan tambah menggunakan serat bambu. Komposisi ini menggunakan 4 (empat) variasi dengan FAS 0,4 dan 0,6 dimana masing-masing variasi memperoleh 5 (lima) sample dengan jumlah total 40 (dua puluh) sampel dari seluruh variasi tersebut. Adapun tiap variasi menggunakan campuran persentase sebesar 0 %, 0,5 %, 1 % dan 1,5 %. Variasi penggunaan bahan tambah dengan cara mengurangi berat agregat kasar.

Berikut komposisi campuran serat bambu yang digunakan untuk 5 benda uji adalah

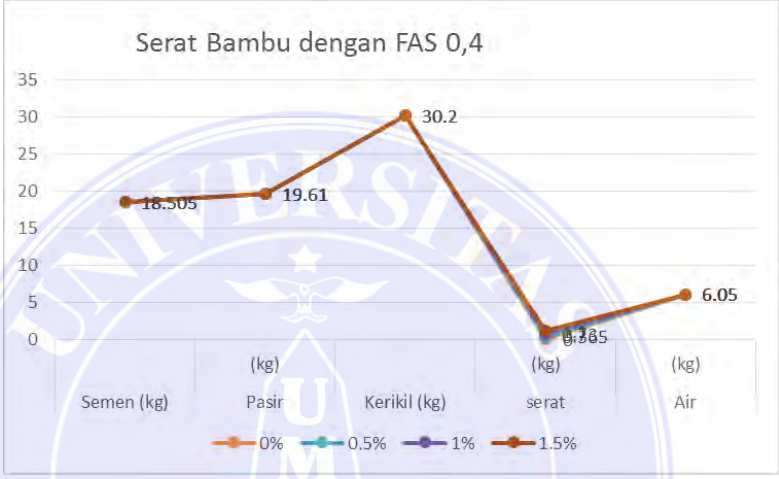
Tabel 4.1 Campuran Serat Bambu FAS 0,4

Variasi	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Serat (kg)	Air (kg)

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

0 %	18,505	19,61	30,2	0	6,05
0,5 %	18,505	19,61	30,2	0,365	6,05
1 %	18,505	19,61	30,2	0,73	6,05
1,5 %	18,505	19,61	30,2	1,1	6,05

Sumber : Data penelitian 2018



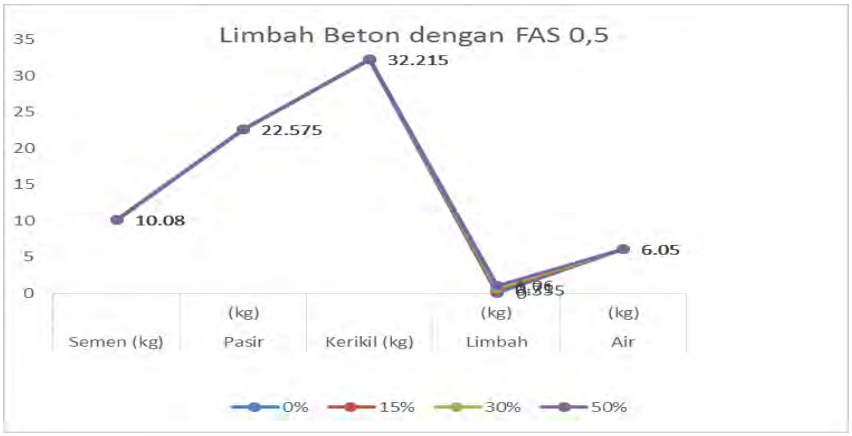
Gambar 4.1 Campuran Serat Bambu FAS 0,4

Tabel 4.2 Campuran Serat Bambu FAS 0,6

Variasi	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Serat (kg)	Air (kg)
0 %	10,08	22,575	32,215	0	6,05
0,5 %	10,08	22,575	32,215	0,355	6,05
1 %	10,08	22,575	32,215	0,71	6,05
1,5 %	10,08	22,575	32,215	1,06	6,05

Sumber : Data penelitian 2018

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.



Gambar 4.2 Campuran Serat Bambu FAS 0,6

7. komposisi bahan tambah

A . Variasi I = 0% untuk FAS 0,4

Diketahui volume silinder = 0,0053 m^3 x *factor safety*

= 0,0053 m^3 x 1,2 = 0,00636 m^3

Kebutuhan bahan untuk 1 silinder :

1. semen : 475 x 0,00636 = 3,701 kg
2. pasir : 717,2 x 0,00636 = 3,922 kg
3. kerikil : 981 x 0,00636 = 6,24 kg
4. air : 190 x 0,00636 = 1,21 kg

Total berat benda uji = 14,63 kg

Kebutuhan serat bambu untuk :

Variasi 0,5 % =14,63 x 0,5 %

= 14,63 x 0,005

= 0,073 kg

Variasi 1 % = 14,63 x 1 %

= 14,63 x 0,01

= 0,146 kg

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Variasi 1,5 % = 14,63 x 1,5 %

= 14,63 x 0,015

= 0,22 kg

B. Variasi I = 0% untuk FAS 0,6

Kebutuhan bahan untuk 1 silinder :

1. semen : 317 x 0,00636 = 2,016 kg
2. pasir : 710 x 0,00636 = 4,515 kg
3. kerikil : 1.013 x 0,00636 = 6,443 kg
4. air : 190 x 0,00636 = 1,21 kg

Total berat volume = 14,184 kg

Kebutuhan serat bambu untuk :

Variasi 0,5 % =14,184 x 0,5 %

= 14,184 x 0,005

= 0,071 kg

Variasi 1 % = 14,184 x 1 %

= 14,184 x 0,01

= 0,142 kg

Variasi 1,5 % = 14,184 x 1,5 %

= 14,184 x 0,015

= 0,212 kg

Perhitungan hasil standarisasi nilai kuat Tarik :

Beton K225 = 18 MPa

Kuat Tarik 15% dari nilai kuat tekan

$$\frac{\mathbf{8}}{\mathbf{15}\%} = \mathbf{2,7}\ \boldsymbol{MPa}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Tabel 4.3 Mix Design K 225 FAS 0,4

No	Uraian	Tabel/grafik	Nilai
1	Kuat tekan yang direncanakan	Ditetapkan	K 225
2	Devisiasi standar (S)	Diketahui	70 kg/cm^2
3	Nilai tambah/margin M		114,8 kg/cm^2
4	Kuat tekan rata-rata		339,8 kg/cm^2
5	Jenis semen	Ditetapkan	Tipe 1
6	Jenis agregat kasar	Ditetapkan	Batupecah
	Jenis agregat halus	Ditetapkan	pasir
7	Faktor air semen		0,4
8	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,4
9	Slump	Ditetapkan	30-60 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11	Kadar air bebas	Tabel3	190 kg/cm^2
12	Kadar semen	11:8	475 kg/cm^2
13	Kadar semen maksimum	ditetapkan	475 kg/cm^3
14	Kadar semen minimum	Ditetapkan	
15	FAS yang disesuaikan		
16	Susunan besar butir agregat	Grafik 3 s/d 6	Gradasizona 2
17	Persen agegat halus		40%
18	Berat jenis relative agregat		2,59 diketahui
19	Berat jenis beton	Grafik 3.3	2300 kg/cm^3
20	Kadar agregat gabungan	19-12-11	1635 kg/cm^3
21	Kadar agregat halus	17 x 20	654 kg/cm^3
22	Kadar agregat kasar	20-21	981
23	Kadar agregat (limbah)		0 %

Sumber :HasilPenelitian 2018

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Tabel 4.4 Mix Design K 225 FAS 0,6

No	Uraian	Tabel/grafik	Nilai
1	Kuat tekan yang direncanakan	Ditetapkan	K 225
2	Devisiasi standar (S)	Diketahui	70 kg/cm^2
3	Nilai tambah/margin M		114,8 kg/cm^2
4	Kuat tekan rata-rata		339,8 kg/cm^2
5	Jenis semen	Ditetapkan	Tipe 1
6	Jenis agregat kasar	Ditetapkan	Batupecah
	Jenis agregat halus	Ditetapkan	pasir
7	Faktor air semen		0,6
8	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,6
9	Slump	Ditetapkan	30-60 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11	Kadar air bebas	Tabel 3	190 kg/cm^2
12	Kadar semen	11:8	317 kg/cm^2
13	Kadar semen maksimum	ditetapkan	317 kg/cm^3
14	Kadar semen minimum	Ditetapkan	
15	FAS yang disesuaikan		
16	Susunan besar butir agregat	Grafik 3 s/d 6	Gradasizona 2
17	Persen agegat halus		40%
18	Berat jenis relative agregat		2,59 diketahui
19	Berat jenis beton	Grafik 16	2300 kg/cm^3
20	Kadar agregat gabungan	19-12-11	1793 kg/cm^3
21	Kadar agregat halus	17 x 20	717,2 kg/cm^3
22	Kadar agregat kasar	20-21	1075,8
23	Kadar agregat (limbah)		0 %

Sumber :HasilPenelitian2018

4.2 Nilai Slump

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang memenuhi syarat *workability.* Nilai slump dipengaruh ioleh

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Beberapa faktor, antara lain:

1. Gradasi dan bentuk permukaan agregat
2. Faktor air semen
3. Volume udara pada adukan beton
4. Karakteristik semen
5. Bahan tambahan

Gambar 4.3 Uji Slump

Sumber: Dukumentasi Penelitian 2018

Hasil pengujian nilai slump dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 4.5 Data hasil pengujian slump test beton normal dengan FAS 0,4

Variasi	Nilai Slump (cm)
0 %	5
0.5 %	4
1 %	3
1.5 %	3

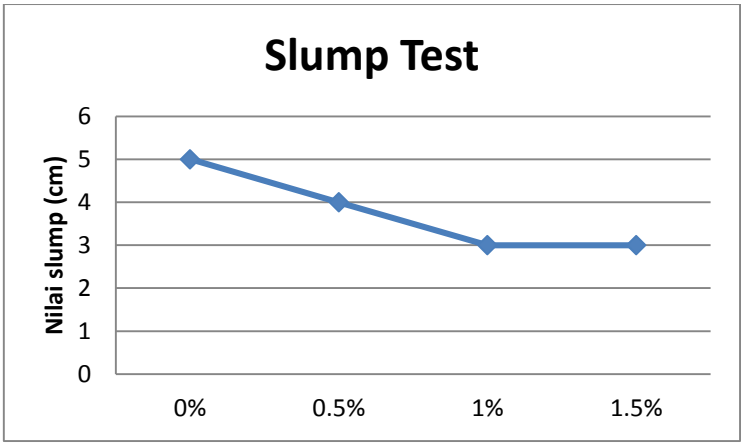
Sumber :Hasil penelitian 2018

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

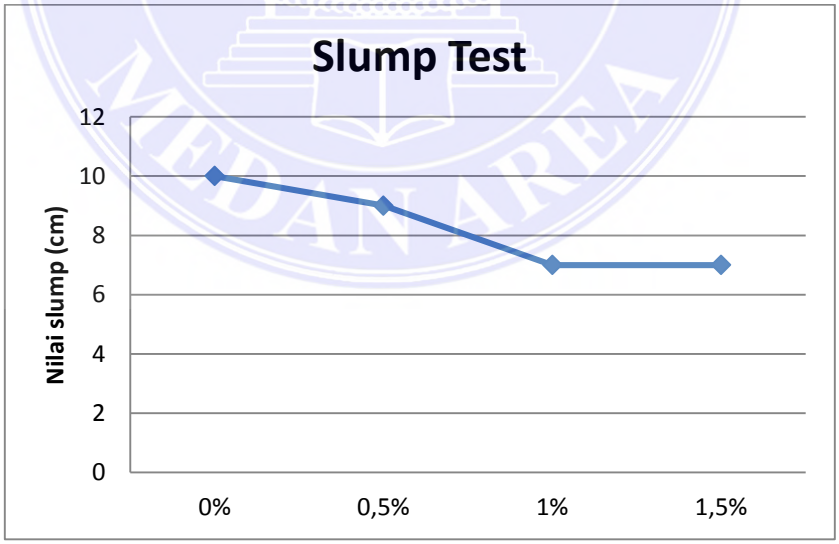


Gambar 4.4 Nilai slump beton Fas 0,4

Tabel 4.6 Data hasil pengujian slump test beton normal dengan FAS 0,6

Variasi	Nilai Slump (cm)
0 %	10
0,5 %	9
1 %	7
1.5 %	7

Sumber :Hasil penelitian 2018



Gambar 4.5 Nilai slump beton Fas 0,6

Sumber :Hasil penelitian 2018

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.
5/20/2019

4.3 Pengujian Kuat Tarik belah Silinder Beton

Pengujian kuat Tarik belah beton dilakukan pada umur 28 hari dengan memberikan tegangan Tarik pada beton. Kekuatan Tarik belah beton relative rendah, kira-kira 10%-15% dari kekuatan tekan beton. Pada dasarnya pengujian kuat Tarik belah beton mengacu pada SNI 03 – 2491 – 2002 *"Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton".* Apabila sesuai prosedur maka dapat dibandingkan kuat Tarik beton normal dan kuat Tarik beton campuran serat bambu.

Gambar 4.6 Uji kuat Tarik Belah beton

Sumber :Hasil penelitian 2018

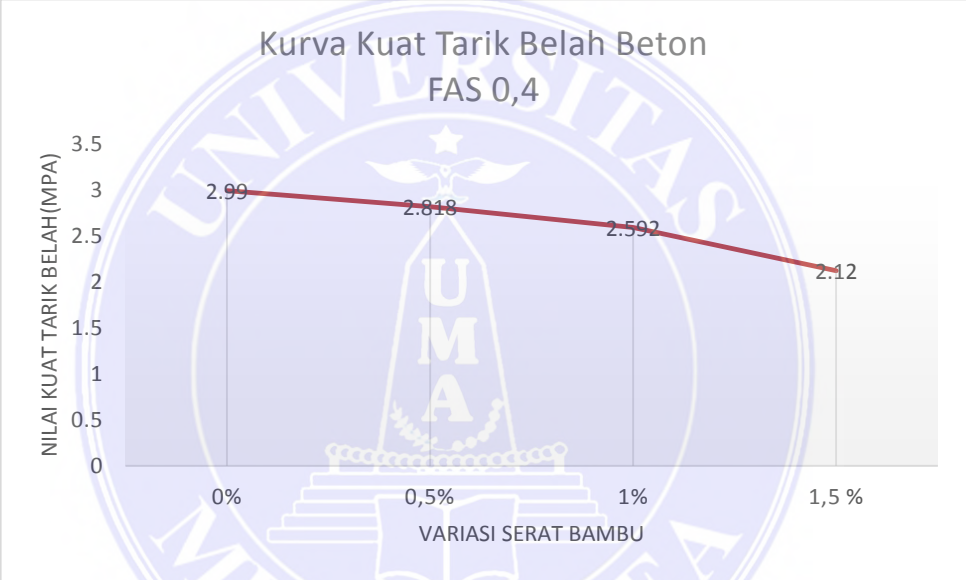
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Fas 0.4

Variasi	No. Benda Uji	Berat	Umur	Tgl Pembuatan Benda Uji	Tgl Pengujian Benda Uji	Nilai Tarik Belah		Rata-rata
						KN	MPA	
0 %	1	12,603	28	2 Nov 2018	30Nov 2018	195	2,76	
	2	12,483	28	2 Nov 2018	30Nov 2018	200	2,83	
	3	12,532	28	2 Nov 2018	30Nov 2018	226	3,19	2,99
	4	12,452	28	2 Nov 2018	30Nov 2018	210	2,97	
	5	12,463	28	2 Nov 2018	30Nov 2018	228	3,23	
0,5 %	1	12,234	28	2 Nov 2018	30Nov 2018	212	3,00	
	2	11,905	28	2 Nov 2018	30Nov 2018	190	2,68	

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

	3	11,882	28	2 Nov 2018	30Nov 2018	205	2,90	2,818
	4	11,826	28	2 Nov 2018	30Nov 2018	200	2,83	
	5	11,801	28	2 Nov 2018	30Nov 2018	190	2,68	
1 %	1	11,686	28	3 Nov 2018	3 Des 2018	189	2,67	
	2	11,713	28	3 Nov 2018	3 Des 2018	176	2,49	
	3	11,641	28	3 Nov 2018	3 Des 2018	183	2,58	2,592
	4	11,598	28	3 Nov 2018	3 Des 2018	180	2,54	
	5	11,503	28	3 Nov 2018	3 Des 2018	190	2,68	
1,5 %	1	10,956	28	3 Nov 2018	3 Des 2018	154	2,17	
	2	10,901	28	3 Nov 2018	3 Des 2018	146	2,06	
	3	10,895	28	3 Nov 2018	3 Des 2018	144	2,04	2,12
	4	10,835	28	3 Nov 2018	3 Des 2018	156	2,20	
	5	10,799	28	3 Nov 2018	3 Des 2018	151	2,13	

Suber :Hasil Penelitian 2018



Gambar 4.7 Kurva Kuat Tarik Belah Beton Fas 0,4
Sumber :Hasil Penelitian 2018

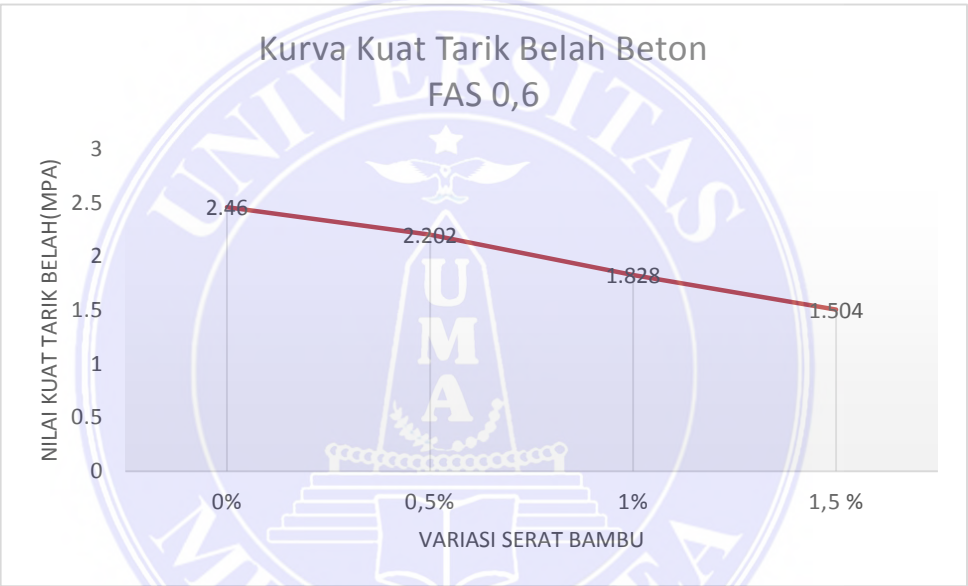
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Fas 0,6

Variasi	No. Benda Uji	Berat	Umur	TglPembuatan Benda Uji	TglPengujian Benda Uji	Nilai Tarik Belah		Rata-rata
						KN	MPA	
0 %	1	12,354	28	5 Nov 2018	3 Des 2018	180	2,54	
	2	12,248	28	5 Nov 2018	3 Des 2018	174	2,46	
	3	12,106	28	5 Nov 2018	3 Des 2018	172	2,43	2,46
	4	12,238	28	5 Nov 2018	3 Des 2018	175	2,47	
	5	12,187	28	5 Nov 2018	3 Des 2018	170	2,40	
0,5 %	1	11,733	28	5 Nov 2018	3 Des 2018	164	2,32	
	2	11,965	28	5 Nov 2018	3 Des 2018	161	2,27	2,202
	3	11,913	28	5 Nov 2018	3 Des 2018	158	2,23	

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

	4	11,898	28	5 Nov 2018	3 Des 2018	150	2,12	
	5	11,950	28	5 Nov 2018	3 Des 2018	147	2,07	
1 %	1	10,845	28	6 Nov 2018	4 Des 2018	137	1,93	
	2	11,555	28	6 Nov 2018	4 Des 2018	135	1,90	
	3	10,678	28	6 Nov 2018	4 Des 2018	120	1,69	1,828
	4	10,598	28	6 Nov 2018	4 Des 2018	127	1,79	
	5	10,376	28	6 Nov 2018	3 Des 2018	130	1,83	
1,5 %	1	10,242	28	6 Nov 2018	4 Des 2018	116	1,64	
	2	10,491	28	6 Nov 2018	4 Des 2018	109	1,54	
	3	10,203	28	6 Nov 2018	4 Des 2018	110	1,55	1,504
	4	10,195	28	6 Nov 2018	4 Des 2018	100	1,41	
	5	10,176	28	6 Nov 2018	4 Des 2018	98	1,38	

Suber :Hasil Penelitian 2018



Gambar 4.8 Kurva Kuat Tarik Belah Beton Fas 0,6

Sumber :Hasil Penelitian 2018

Dari hasil pengujian silinder beton pada umur 28 hari diperoleh penurunan kekuatan pada beton. Pada kuat Tarik belah rata-rata beton variasi 0,5% Fas 0,4 masih memenuhi kuat Tarik belah dengan kuat Tarik belah yang direncanakan 15% dari kuat tekan beton

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.
5/20/2019

4.4 Pembahasan

4.4.1 Serat Bambu

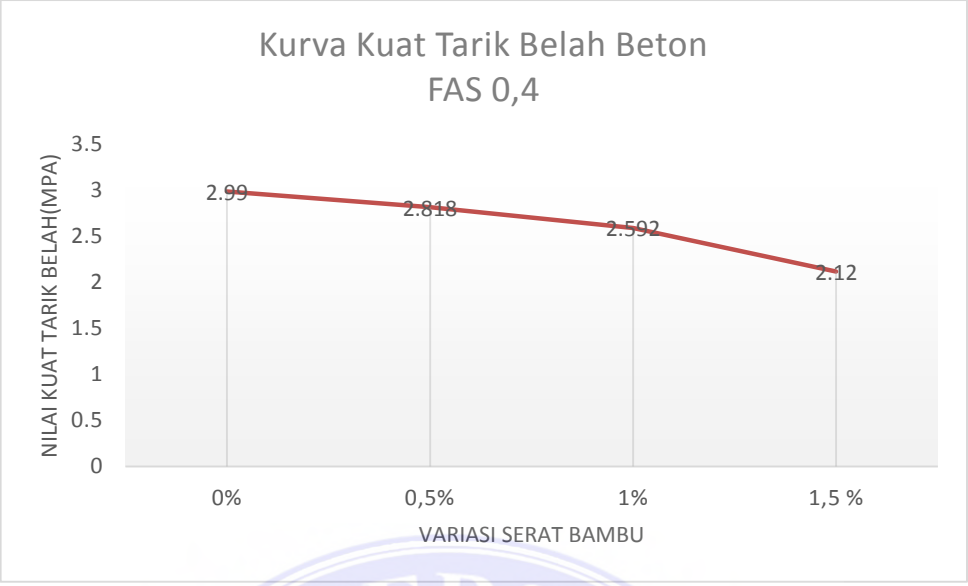
Penggunaan serat buatan sebagai bahan tambahan beton sangat baik dalam meningkatkan kuat tarik, akan tetapi material tersebut mempunyai harga yang cukup mahal dan pengerjaan bambu menjadi serat juga sangat rumit dan lama. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, peneliti akan mencoba menggunakan bahan serat bambu alami sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton. Bambu sudah lama digunakan sebagai material konstruksi. Kelebihan serat bambu adalah beratnya yang ringan tapi mempunyau kuat tarik yang lumayan tinggi. Bambu sangat mudah ditemukan di wilayah Indonesia, mudah ditanam, tidak perlu perawatan khusus dan dapat tumbuh dengan cepat, sehingga harga material bambu relative murah. Dengan penggunaan material bambu sebagai bahan tambahan serat dalam campuran beton, diharapkan dapat memperbaiki sifat-sifat beton, khususnya meningkatkan kuat tarik beton. Prentase nilai serat bambu dalam penelitian ini 0%, 0,5%, 1% dan 1,5%.

4.4.2 Kuat Tarik Belah Beton

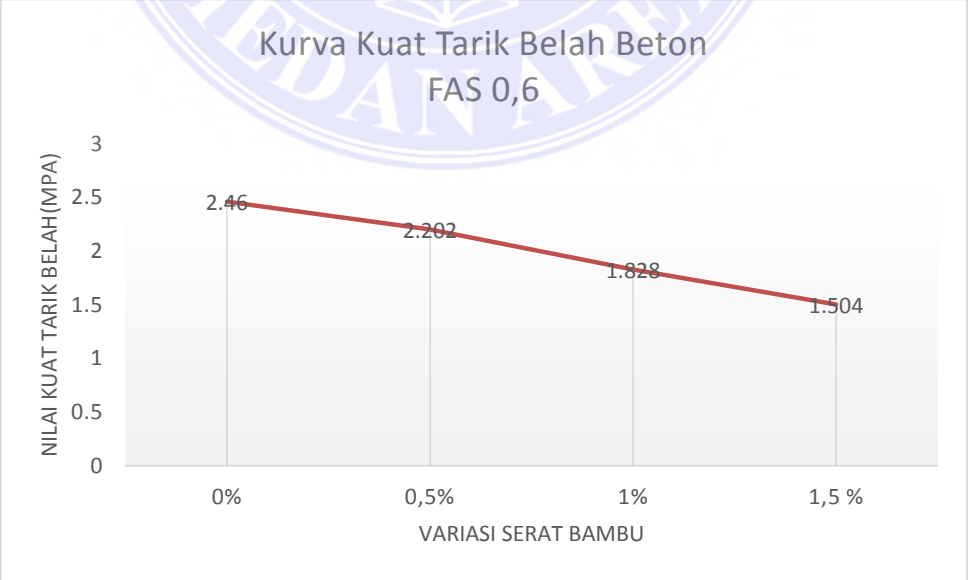
Pengujian kuat tarik belah beton dilaksanakan pada umur 28 hari. alat yang digunakan adalah *Universal Testing Mechine (UTM).* Hasil pengujian kuat Tarik dengan bahan tambah serat bambu menunjukan semakin besar persentase serat bambu maka nilai kuat Tarik semakin rendah karena dilihat dari nilai slump bahwa semakin besar penambahan serat bambu terhadap beton, maka penurunan slump semakin kecil.

Hasil yang di dapat dalam pengujian kuat Tarik sebagai berikut :

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.



Dapat dilihat dalam grafik penurunan - penurunan dalam setiap variasi menunjukan bahwa semakin besar atau semakin banyak serat bambu yang digunakan dalam campuran beton maka semakin lemah kuat tarik yang dihasilkan dan pengaruh fas dalam campuran beton juga mempengaruhi campuran beton yang sudah ditambah serat. Sifat serat sendiri menyerap air yang dapat mengurangi campuran air dalam beton.

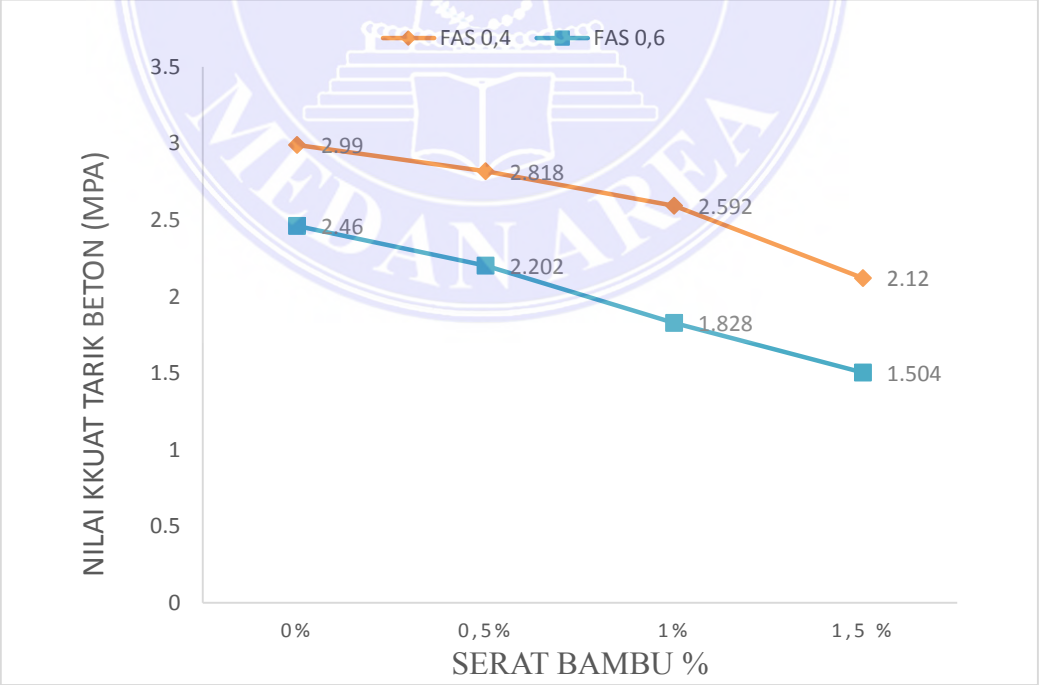


UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Hasil fas 0,4 dan fas 0,6 menunjukan bahwa semakin tinggi nilai fas yang digunakan maka semakin berkurang kuat tarik pada beton. Dapat di lihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2 untuk fas 0,6 nilai semen lebih sedikit dari pada campuran yang lainnya. Disitu sudah dapat kita lihat bahwa jumlah semen mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan.

4.4.3 Faktor Air Semen

Faktor air semen dalam penelitian ini menggunakan faktor air semen 0,4 dan 0,6 dari hasil uji slump nilai faktor air semen 0,6 memiliki penurunan yang lebih rendah dibadingkan 0,4. karena Fas 0,6 memiliki lebih banyk jumlah air yang terdapat dalam beton. Dari hasil uji kuat Tarik beton hasil fas 0,4 lebih tinggi ketimbang fas 0,4 dikarenakan fas 0,4 memiliki kekentalan yang bagus dalam pembuatan beton.



Gambar 4.9 kurva hubungan FAS-kuat tarik belah beton
Sumber : Hasil Penelitian 2018

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.
5/20/2019

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisis pengaruh penambahan serat bambu terhadap kuat tarik pada beton menghasilkan kesimpulan sebagai berikut :

Pengujian nilai kuat tarik beton dengan hasil FAS 0,4 variasi 0,5% 2,818 MPa meningkat sebesar 0,616 MPa dari FAS 0,6 variasi (0,5%) 2,202 MPa, dari hasil tersebut dapat kita lihat bahwa Fas 0,6 mengalami penurunan yang signifikan, Disebabkan oleh penambahan serat bambu dan faktor air semen yang lebih besar. Hasil tersebut dapat kita lihat FAS 0,4 variasi (0,5%) memiliki nilai kuat tarik yang tinggi dan memenuhi dari nilai kuat tarik yang sudah direncanakan 15% dari nilai kuat tekannya dan penambahan setiap variasi serat bambu memiliki penurunan kekuatan pada beton dan juga semakin besar nilai FAS maka semakin lemah atau berkurang kekuatannya dan sebaliknya semakin kecil nilai FAS maka semakin kuat kekuatan beton yang didapat dan FAS 0,6 tidak memiliki nilai kuat tarik yang tinggi dan belum memenuhi dari nilai kuat tarik yang sudah direncanakan dari 15% dari nilai kuat tekannya.

5.2 Saran

Saran yang dapat penulis berikan berdasarkan pengalaman dan hasil penelitian adalah sebagai berikut :

1. Penulis bisa membuat penelitian dengan menggunakan nilai faktor air semen yang berbeda dari penelitian ini
2. Penulis Harus lebih meneliti penyerapan air dalam pembuatan beton

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

3. Menambahkan zat aditif untuk serat bambu yang dapat memperkuat beton atau menambah kekuatan beton dapat dibuat dalam penelitian lanjutan dari penelitian ini.
4. Untuk peneliti selanjutnya perlu diteliti nilai kuat tekan beton dengan serat bambu sebagai bahan tambah pada campuran beton.
5. Untuk peneliti selanjutnya dapat membuat hubungan atau membandingkan kuat tekan dan kuat tarik belah beton.
6. Pada penelitian selanjutnya dapat membuat beton ringan dengan menggunakan serat bambu sebagai bahan tambah.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

DAFTAR PUSTAKA

Aris,Widodo,dkk,2017. *"Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Serat Rooving Pada Beton Non Pasir"*. Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan 19(2) Hal 115- 120.

A,Junaidi,2015. *"Pemanfaatan Serat Bambu Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton"*. Berkala Teknik Vol.5 No.1.

Darul,dkk,2013. *"Kajian Pengaruh Serat Ijuk Terhadap Kuat Tarik Belah Beton K-175",*Semarang.

Edwar,Hidayat,dkk,2016.*"Pengaruh Penambahan Serat Kulit BambuTerhadap Sifat Mekanik Beton"*. Jom Fteknik Volume 3 No.1.

Geertruida,Eveline,Untu,dkk,2015.*"Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton*". Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.10 ISSN: 2337-6732.

I.B.Dharma,Giri,dkk,2008.*"Kuat Tarik Belah dan Lentur Beton Dengan Penambahan Sytrofoam(Styrocon)".* Jurnal lmiahTeknik Sipil Vol.12 No.2.

Mulyono,Try,2003.*"Teknologi Beton",* Penerbit Andi, Yogyakarta

Mudji Suhardiman,2011.*'Kajian Pengaruh Penambahan Serat bambu Ori Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton"*. Jurnal Teknik Vol.1 no.2.

Nugraha.P, Antoni ,2007. *"Teknologi Beton":* Penerbit Andi, Yogyakarta

R.Junnaidy,DKK,2017.*"Penggunaan Serat Bambu Pada Campuran Beton Untuk Meningkatkan Dektalitas Pada Keruntuhan Beton. Institut Teknologi Padang*".

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Rio,Herdianto,Rahamudin,2016.*"Pengujian Kuat Tarik Belah dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat kasar (BatuApung) dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen"*. Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.3.

Retno,Trimuriningrum,2018.*"Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tarik dan Kuat Tekan Beton"*. Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag Surabaya Vol.3 No.1.

Rosie,Arizki,Intan,Sari,DKK,2015.*"Pengaruh Jumlah Semen Dan Fas Terhadap Kuat Tekan Beton DenganAgregat Yang Berasal Dari Sungai*". Jurnal Sipil Statik vol.3 No.1.

SNI 03-2834-2000.*"Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal"*. Badan Standardisasi Nasional.

SNI 7656:2012.*"Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa"*. Badan Standardisasi Nasional

SNI 2491:2014.*"Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Specimen Beton Silinder"*. Badan Standardisasi Nasional

Tjokrodimuljo,K. 2012.*"Teknologi Beton",*Penerbit KMTS FT UGM.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

LAMPIRAN

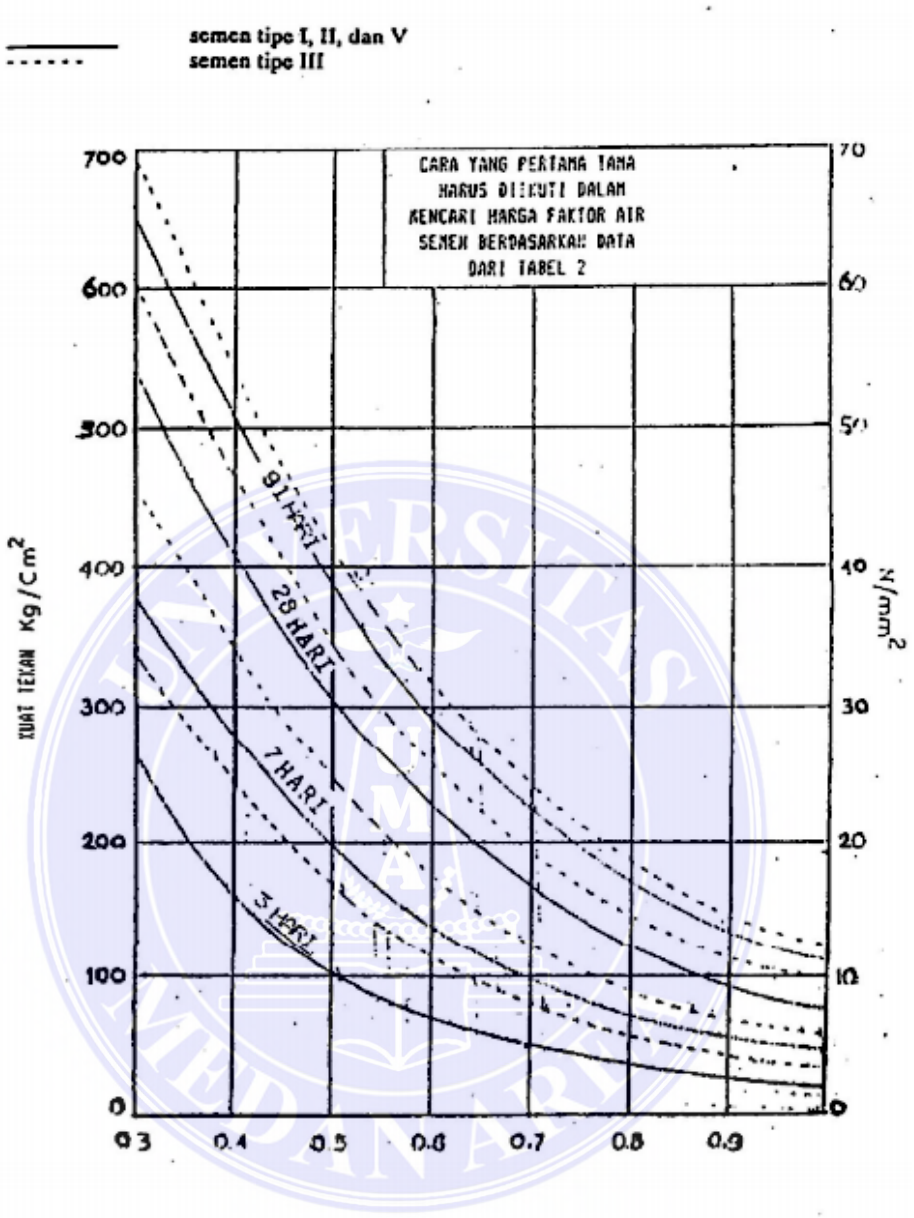
UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

GRAFIK FAKTOR AIR SEMEN



GRAFIK 1
HUBUNGAN ANTARA KUAT TEKAN DAN FAKTOR AIR SEMEN
(BENDA UJI BERBENTUK SILINDER
DIAMETER 150 mm TINGGI 300 mm)

UNIVERSITAS MEDAN AREA
5/20/2019
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

ANALISA AYAKAN AGREGAT HALUS UNTUK

MATERIAL BETON

Nama : Heryah Ramadani

NPM : 148110036

Material : Pasir (Agregat Halus)

Tanggal :

Diameter ayakan (mm)	Berat fraksi tertahan					
	Sampel I (gr)	Sampel II (gr)	Berat total	Berat tertahan (%)	Kumulatif tertahan (%)	Kumulatif lolos (%)
9,5	0	0	0	0	0	100
4,75	44	53	97	4,85	4,85	95,15
2,36	72	83	155	7,75	12,60	87,40
1,18	124	134	258	12,90	25,50	74,50
0,6	283	280	563	28,15	53,65	46,35
0,3	317	303	620	31	84,65	15,35
0,15	112	107	219	10,95	95,60	4,40
Pan	48	40	88	4,40	100	0
Total	1000	1000	2000	100		

Fineness modulus (FM) $= \frac{276,85}{100} = 2,77$

1. Pasir halus = $2,20 < FM \leq 2,60$
2. Pasir sedang = $2,60 < FM \leq 2,90$
3. Pasir kasar = $2,90 < FM \leq 3,20$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

5/20/2019

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN ABSORBSI

AGREGAT HALUS UNTUK

MATERIAL BETON

Nama : Heryah Ramadani

NPM : 148110036

Material : Pasir (Agregat Halus)

Tanggal :

		Sample I (gr)	Sample II (gr)	Rata-rata (gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD	(B)	1250	1250	1250
Berat agregat dalam air	(C)	766	768	767
Berat kering oven	(A)	1228	1226	1227
Berat jenis kering	$= \frac{A}{(B-C)}$	2,54	2,54	2,54
Berat jenis SSD	$= \frac{B}{(B-C)}$	2,58	2,59	2,59
Berat jenis semu	$= \frac{A}{(A-C)}$	2,66	2,66	2,66
Absorbsi %	$= \frac{(B-A)\times 100}{A}$	1,79	1,96	1,87

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT HALUS

UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Heryah Ramadani

NPM : 148110036

Material : Pasir (Agregat Halus)

Tanggal :

		Agregat halus	
		Cara longgar (gr)	Cara merojok (gr)
Berat mould	W1	3,345	3,345
Berat mould + benda uji	W2	6,630	7,800
Berat benda	W3=w2-w1	3,285	4,455
Berat mould + air	W4	7,290	7,290
Berat air/volume mould	V=w4-w1	3,945	3,945
Berat isi agregat	W3/V (kg/Lt)	1,232	1,329

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR PASIR UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Heryah Ramadani

NPM : 148110036

Material : Pasir (Agregat Halus)

Tanggal :

		Berat contoh (gram)	
		Sample I	Sample II
Berat benda uji mula-mula (Sebelum dicuci)	(A)	500	500
Berat benda uji tertahan saringan no. 200 (setelah dicuci)	(B)	488	486
Kadar lumpur	$\frac{A-B}{A} \times 100\%$	2,4	2,8
Kadar lumpur rata-rata (%)			2,6

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

5/20/2019

PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT

KASAR UNTUKMATERIAL BETON

Nama : Heryah Ramadani

NPM : 148110036

Material :Kerikil Pasir (Agregat Kasar)

Tanggal :

Ukuran lubang ayakan (mm)	Berat fraksi tertahan				Komulatif	
	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Barat total (gr)	%	Tertahan %	Lolos %
38,1	0	0	0	0	0	100,00
19,1	621	551	1172	29,3	29,3	70,7
9,52	1059	1190	2249	56,225	85,525	14,475
4,76	272	238	510	12,75	98,275	1,725
2,36	0	0	0	0	98,275	1,725
1, 19	0	0	0	0	98,275	1,725
0,60	0	0	0	0	98,275	1,725
0,30	0	0	0	0	98,275	1,725
0,15	0	0	0	0	98,275	1,725
PAN	48	21	69	1,725	100	0,00
Total	2000	2000	4000	100		

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR

UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Heryah Ramadani

NPM : 1481100736

Material :Kerikil Pasir (Agregat Kasar)

Tanggal :

		Agregat Kasar	
		Cara longgar (gr)	Cara merojok (gr)
Berat mould	W1	7,35	7,35
Berat mould + benda uji	W2	20,41	21,85
Berat benda	W3=w2-w1	13,06	14,5
Berat mould + air	W4	14,869	14,869
Berat air/volume mould	V=w4-w1	7,519	7,519
Berat isi agregat	W3/V (kg/Lt)	1,737	1,928

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN ABSORBSI AGREGAT KASAR UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Heryah Ramadani

NPM : 148110036

Material :Kerikil Pasir (Agregat Kasar)

Tanggal :

		Sample I (gr)	Sample II (gr)	Rata-rata (gr)
Berat agregat dalam keadaan SSD	(B)	1000	1000	1000
Berat agregat dalam air	(C)	671	665	668
Berat kering oven	(A)	996	994	995
Berat jenis kering	$= \frac{A}{(B-C)}$	3,027	2,967	2,997
Berat jenis SSD	$= \frac{B}{(B-C)}$	3,039	2,985	3,012
Berat jenis semu	$= \frac{A}{(A-C)}$	3,064	3,021	3,042
Absorbsi %	$= \frac{(B-A)\times 100}{A}$	0,401	0,603	0,501

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR

UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Heryah Ramadani

NPM : 148110036

Material :Kerikil Pasir (Agregat Kasar)

Tanggal :

Keterangan (gram)	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Kerikil mula-mula	1000	1000	1000
Berat kerikil kering	996	994	995
Kandungan lumpur	4	6	5

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

PEMERIKSAAN WKTU IKAT SEMEN

UNTUK MATERIAL BETON

Nama : Heryah Ramadani

NPM : 148110036

No. test	Waktu penurunan Air (menit)	Penurunan (mm)	Keterangan waktu pencatatan
1	15	2	10.20
2	30	9	10.35
3	45	7	10.50
4	60	5	11.05
5	75	1	11.20
6	90	0,5	11.35
7	105	0,1	11.50
8	120	0	12.05

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

ALAT DAN BAHAN

Oven

Saringan untuk kerikil

Timbangan

Saringan untuk pasir

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Bejana

Sekop kecil

Rojokan

Kerucut untuk uji slump

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Mixer

Mesin penggetar (Electric shieve shaker)

Rudelloff

Ayakan Pasir

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Molen

Kerikil

Cetakan silinder

Pasir

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Bambu

Serat bambu yang dipotong-potong menjadi 5cm

Bambu yang sudah jadi serat

Hasil pengecoran Proses pengecoran bahan-bahan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Memasukkan hasil pengecoran ke dalam kerucut dan sambil di rojok

Memasukkan beton ke dalam cetakan silinder

Uji Slump Beton

Beton setelah dibuka dari silinder

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Beton ditimbang sebelum diuji

Proses pengujian kuat Tarik belah beton

Penyangga dalam pengujian kuat tarik

Proses pengujian benda uji silinder

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

Benda uji setelah diuji

UNIVERSITAS MEDAN AREA

5/20/2019

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, dan penulisan karya ilmiah.
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UMA.