

**ANALISA PENGARUH SABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN  
CAMPURAN MATERIAL BATAKO TERHADAP  
UJI KUAT TEKAN**

**(PENELITIAN)**

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Sarjana Teknik Sipil*

*Universitas Medan Area*

**Oleh:**

**AGUNG PRAYOGA**

**14.811.0022**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**2019**

**ANALISA PENGARUH SABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN  
CAMPURAN MATERIAL BATAKO TERHADAP  
UJI KUAT TEKAN**

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Sarjana Teknik Sipil  
Universitas Medan Area*

**Oleh:**

**AGUNG PRAYOGA**

**14.811.0022**

**Disetujui Oleh:**

**Pembimbing I**



**(Ir. H. Irwan, MT)**

**Pembimbing II**



**(Ir. Nurmaidah, MT)**

**Mengetahui:**

**Dekan**



**(Dr. Faisal Amri Tanjung, SST. MT)**

**Ka. Program Studi**

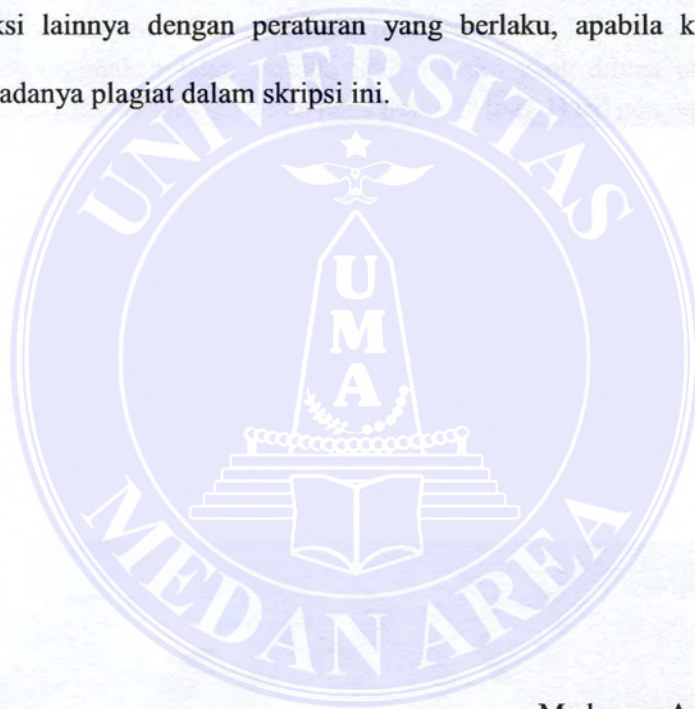


**(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)**

## SURAT PERNYATAAN

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

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, April 2019

Penulis



Agung Prayoga  
14.811.0022

## ABSTRAK

Kemajuan pembangunan perumahan dan gedung saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat. Oleh karena itu kebutuhan material seperti pasir, krikil, dan semen akan meningkat. Berat struktur yang lebih ringan, untuk wilayah yang memiliki resiko gempa yang besar, terutama di Indonesia, maka gaya gempa yang bekerja pada bangunan tersebut akan semakin kecil. Untuk lebih meminimalisir gaya tekan yang diberikan gempa terhadap gedung perlu adanya inovasi yang mampu menahan gaya tekan tersebut yaitu dengan bahan campuran sabut kelapa. Penambahan serat dalam proporsi tertentu kemungkinan dapat mempengaruhi perilaku struktur beton secara keseluruhan. Tujuan menghasilkan komposisi beton yang lebih baik dalam menahan beban dengan kadar serat serabut kelapa yang lebih banyak dan kualitas beton yang lebih tinggi. Komposisi yang digunakan antara semen, pasir, air dan sabut kelapa dengan perbandingan 1 PC semen : 4,5 PS pasir. Metode yang digunakan ialah metode SNI. Batako yang dibuat akan diuji kuat tekannya dengan mesin uji kuat tekan pada umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton ringan di dapat rata-rata pada variasi I (0%) sebesar 1 kN/cm<sup>2</sup>, variasi II (1,5%) sebesar 0,498 kN/cm<sup>2</sup>, variasi III (1,8%) sebesar 0,441 kN/cm<sup>2</sup> dan variasi IV (2,1%) sebesar 0,379 kN/cm<sup>2</sup>. Kesimpulan penambahan sabut kelapa dengan material batako yang dihasilkan memiliki nilai kuat tekan yang semakin menurun.

Kata kunci : batako, beton ringan, sabut kelapa, kuat tekan

## ABSTRACT

*The progress of housing and building development is currently experiencing very rapid development. Therefore the need for materials such as sand, gravel and cement will increase. The lighter the weight of the structure, for areas that have a large earthquake risk, especially in Indonesia, the earthquake force acting on the building will be smaller. To further minimize the compressive force given by the earthquake to the building, it is necessary to have an innovation that is able to withstand the compressive force, namely by using coconut fiber mixture. Addition of fiber in certain proportions is likely to affect the behavior of the overall concrete structure. The purpose of producing a better composition of concrete is to hold loads with higher levels of coconut fiber fibers and higher quality concrete. The composition used is cement, sand, water and coconut fiber with a ratio of 1 PC cement: 4.5 PS sand. The method used is the SNI method. Brick making will be tested for compressive strength by compressive strength testing machine at the age of 28 days. The test results of light concrete compressive strength can be averaged at variation I (0%) of 1 kN / cm<sup>2</sup>, variation II (1.5%) of 0.498 kN / cm<sup>2</sup>, variation III (1.8%) of 0.441 kN / cm<sup>2</sup> and variation IV (2.1%) of 0.379 kN / cm<sup>2</sup>. Conclusion: the addition of coconut fiber with brick materials produced has a decreasing compressive strength value.*

*Keywords: brick, lightweight concrete, coconut fiber, compressive strength*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Analisa Pengaruh Sabut Kelapa Sebagai Bahan Campuran Material Batako Terhadap Uji Kuat Tekan” ini dengan baik. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada rasulullah SAW yang mengantarkan manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang ini. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna mencapai gelar Sarjana Teknik di Universitas Medan Area Sumatera Utara.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik dari moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng. M. Sc selaku Rektor Universitas Medan Area Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Faisal Amri Tanjung, SST. MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area Sumatera Utara.
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT selaku Kepala Jurusan Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area Sumatera Utara.
4. Bapak Ir. H. Irwan, MT selaku dosen Pembimbing Skripsi I yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu dan solusi pada setiap permasalahan atas kesulitan dalam penelitian dan penulisan skripsi ini.
5. Ibu Ir. Nurmaidah, MT selaku dosen Pembimbing Skripsi II yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan penulis selama menyusun skripsi dan memberikan banyak ilmu serta solusi pada setiap permasalahan atas kesulitan dalam penulisan skripsi ini.
6. Seluruh Bapak/Ibu dosen Fakultas Teknik khususnya Teknik Sipil yang telah memberikan pengetahuan yang sangat bermanfaat Selama masa perkuliahan.

7. Segenap staf dan karyawan Universitas Medan Area Sumatera Utara yang telah memberikan bantuan kepada penulis.
8. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda Abunadi dan Ibunda Misriani yang telah memberikan jasanya dan dukungan baik moril maupun materil serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
9. Segenap keluarga dan teman yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan yang membangun dari berbagai pihak.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Medan, April 2019  
Penulis,

(Agung Prayoga)  
14.811.0022

## DAFTAR ISI

|                                             |             |
|---------------------------------------------|-------------|
| <b>ABSTRAK .....</b>                        | <b>i</b>    |
| <b>ABSTRACK .....</b>                       | <b>ii</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                 | <b>iii</b>  |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                     | <b>v</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                   | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                  | <b>ix</b>   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>              | <b>1</b>    |
| 1.1. Latar Belakang .....                   | 1           |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                  | 3           |
| 1.3. Batasan Masalah .....                  | 3           |
| 1.4. Maksud Penelitian .....                | 4           |
| 1.5. Tujuan Penelitian .....                | 4           |
| 1.6. Manfaat Penelitian .....               | 4           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>        | <b>5</b>    |
| 2.1. Beton .....                            | 5           |
| 2.1.1. Sejarah beton .....                  | 5           |
| 2.1.2. Definisi beton .....                 | 7           |
| 2.1.3. Beton sebagai bahan konstruksi ..... | 8           |
| 2.1.4. Bahan penyusun beton .....           | 8           |
| 2.1.5. Kelebihan dan kekurangan beton ..... | 10          |
| 2.1.6. Tipe beton .....                     | 11          |
| 2.2. Beton ringan .....                     | 11          |

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.1. Sejarah beton ringan.....                     | 11        |
| 2.2.2. Definisi beton ringan.....                    | 12        |
| 2.2.3. Macam-macam beton ringan.....                 | 12        |
| 2.2.4. Beton ringan berdasarkan berat jenisnya ..... | 13        |
| 2.3. Batako .....                                    | 15        |
| 2.3.1. Pengertian batako .....                       | 15        |
| 2.3.2. Jenis bahan pembuatan batako .....            | 16        |
| 2.4. Bahan-bahan penyusun batako.....                | 17        |
| 2.4.1. Semen .....                                   | 17        |
| 2.4.2. Air .....                                     | 19        |
| 2.4.3. Agregat halus .....                           | 21        |
| 2.5. Sabut kelapa .....                              | 22        |
| 2.6. Kuat tekan beton .....                          | 25        |
| 2.7. Hasil penelitian sebelumnya .....               | 27        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>               | <b>32</b> |
| 3.1. umum .....                                      | 32        |
| 3.2. Pengujian material .....                        | 34        |
| 3.2.1. Analisa ayakan pasir .....                    | 34        |
| 3.2.2. Berat isi pasir.....                          | 38        |
| 3.2.3. Berat jenis pasir.....                        | 39        |
| 3.2.4. Pemeriksaan kadar lumpur pasir .....          | 42        |
| 3.2.5. Waktu ikat semen .....                        | 44        |
| 3.2.6. Penggunaan sabut kelapa .....                 | 46        |
| 3.3. perencanaan campuran beton .....                | 48        |

|                                                  |           |
|--------------------------------------------------|-----------|
| 3.3.1. Mix design .....                          | 48        |
| 3.3.2. Desain komposisi material .....           | 49        |
| 3.3.3. Perencanaan kuat tekan .....              | 49        |
| 3.3.4. Kadar air semen .....                     | 50        |
| 3.3.5. Kadar semen .....                         | 51        |
| 3.3.6. Komposisi agregat .....                   | 51        |
| 3.4. Pembuatan benda uji .....                   | 52        |
| 3.5. Uji slump.....                              | 53        |
| 3.6. Pengujian kuat tekan .....                  | 54        |
| <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISA .....</b> | <b>56</b> |
| 4.1. Perencanaan campuran beton K 100 .....      | 56        |
| 4.1.1. Perencanaan mix design .....              | 56        |
| 4.1.2. Komposisi bahan tambah .....              | 57        |
| 4.2 Nilai slump.....                             | 61        |
| 4.3. Hasil pengujian kuat tekan.....             | 63        |
| 4.4. Pembahasan .....                            | 66        |
| 4.4.1. Slump .....                               | 66        |
| 4.4.2. Berat benda uji .....                     | 67        |
| 4.4.3. Pengujian kuat tekan .....                | 70        |
| <b>BAB V PENUTUP .....</b>                       | <b>72</b> |
| 5.1. Kesimpulan .....                            | 72        |
| 5.2. Saran .....                                 | 73        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                      | <b>74</b> |
| <b>LAMPIRAN FOTO DOKUMENTASI</b>                 |           |

## DAFTAR TABEL

|                                                                 | Halaman |
|-----------------------------------------------------------------|---------|
| Tabel 2.1 Komposisi kimia semen Portland .....                  | 19      |
| Tabel 2.2 Persyaratan air untu beton .....                      | 21      |
| Tabel 2.3 Komposisi kelapa .....                                | 24      |
| Table 3.1 Susunan ayakan agregat halus.....                     | 31      |
| Table 3.2 Watu ikat semen .....                                 | 42      |
| Tabel 3.3 Persentase penggunaan sabut kelapa.....               | 44      |
| Tabel 3.4 Perkiraan kadar air bebas .....                       | 46      |
| Tabel 3.5 Hasil perbandingan agregat .....                      | 48      |
| Tabel 3.6 Syarat fisis mutu bata beton .....                    | 51      |
| Table 4.1 Mix design .....                                      | 56      |
| Table 4.2 Persentase campuran sabut kelapa .....                | 57      |
| Table 4.3 Data hasil pengujian slump test beton .....           | 62      |
| Table 4.4 Hasil pengujian kuat tekan beton .....                | 63      |
| Table 4.5 Hasil perhitungan kuat tekan.....                     | 65      |
| Table 4.6 Hasil pengujian berat benda uji setelah 7 hari .....  | 68      |
| Table 4.7 Hasil pengujian berat benda uji setelah 28 hari ..... | 69      |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                              | Halaman |
|--------------------------------------------------------------|---------|
| Gambar 2.1 Skema bahan penyusun beton .....                  | 9       |
| Gambar 2.2 Penampang kelapa .....                            | 25      |
| Gambar 2.3 Cetakan benda uji .....                           | 26      |
| Gambar 3.1 Diagram alir pelaksana .....                      | 33      |
| Gambar 3.2 Urutan ayakan saringan pasir .....                | 35      |
| Gambar 3.3 Hasil pemeriksaan ayakan agregat halus.....       | 37      |
| Gambar 3.4 Diagram analisa ayakan pasir zona 2 .....         | 37      |
| Gambar 3.5 Hasil pemerisaan berat isi agregat halus .....    | 39      |
| Gambar 3.6 Oven .....                                        | 41      |
| Gambar 3.7 Hasil pemeriksaan berat jenis pasir .....         | 41      |
| Gambar 3.8 Pemerisaan kadar lumpur .....                     | 43      |
| Gambar 3.9 Hasil pemeriksaan kadar lumpur pasir .....        | 43      |
| Gambar 3.10 Mesin uji keleatan semen .....                   | 46      |
| Gambar 3.11 Panjang ukuran sabut kelapa .....                | 47      |
| Gambar 4.1 Nilai slump beton .....                           | 62      |
| Gambar 4.2 Hasil rata-rata berat benda uji umur 28 hari..... | 70      |
| Gambar 4.3 Hasil rata-rata kuat tekan beton.....             | 71      |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kemajuan pembangunan perumahan dan gedung saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat. Oleh karena itu kebutuhan material seperti pasir, krikil, dan semen akan meningkat. Pembuatan bangunan gedung terdiri dari lantai, dinding dan atap. Untuk dinding yang bisa digunakan dalam pembuatan bangunan yaitu bata celcon (*hebel*), batu bata dan batako.

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air serta bahan tambahan lain dengan perbandingan tertentu. Campuran bahan-bahan pembentukan beton ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton segar yang mudah dikerjakan dan memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis. Oleh karena itu, beton banyak menjadi pilihan dan digunakan dalam konstruksi.

Beton ringan / batako adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Berat jenis beton ringan yang kecil ini akan mengurangi berat sendiri elemen struktur yang mengakibatkan kebutuhan dimensi tampang melintang menjadi lebih kecil. Selain itu, dengan berat struktur yang lebih ringan, untuk wilayah yang memiliki resiko gempa yang besar, terutama di Indonesia, maka gaya gempa yang bekerja pada bangunan tersebut akan semakin kecil. Beton ringan dapat diproduksi dengan menggunakan agregat-agregat yang ringan, yang bisa didapatkan secara alami contohnya sabut kelapa (*coco fiber*)

ataupun buatan. Beton ringan juga dapat diproduksi dengan memasukkan udara ke dalam adukan atau mortar sehingga akan terjadi pori-pori udara berukuran 0,1 – 1 mm. Atau beton ringan juga dapat diproduksi tanpa menggunakan agregat halus (pasir) pada campuran pastinya atau sering disebut dengan beton non pasir.

Batako yaitu beton ringan cetak yang terbuat dari campuran antara pasir semen dan air dengan perbandingan tertentu yang digunakan untuk pemasangan dinding. Batako mempunyai beberapa keuntungan pemakaian dibandingkan dengan batu bata, keuntungan tersebut bisa dilihat dari beberapa segi, misalnya dari segi pengerjaan dinding lebih cepat dibanding batu bata merah, dan apabila kualitas batako baik, dinding tidak perlu diplester. Semakin majunya di dunia pembangunan, maka inovasi-inovasi mulai muncul dalam pembuatan batako untuk menambah mutu dan kualitas batako. Dengan menambahkan bahan tambah yang akan meningkatkan kekuatan batako atau kuat tekan batako.

Penambahan bahan lain khususnya serat alam dalam beton normal tentu memiliki cara analisis tersendiri. Penambahan serat dalam proporsi tertentu kemungkinan dapat mempengaruhi perilaku struktur beton secara keseluruhan. Pengaruh perubahan ini perlu diteliti untuk memberikan informasi yang tepat mengenai perilaku dan kapasitas beton berserat terkhususnya serat serabut kelapa.

Pohon kelapa banyak tersebar di hampir seluruh wilayah Indonesia terkhususnya Sulawesi tenggara baik di daerah yang sering hujan maupun daerah yang kering seperti di pesisir pantai. Serat serabut kelapa mempunyai keuntungan yaitu tahan terhadap serangan mikroorganisme, pelapukan dan pekerjaan mekanis (gosokan dan pukulan) dan lebih ringan dari serat yang lain. Serat serabut kelapa juga mempunyai sifat yang ulet, dapat menyerap air, dan mempunyai tingkat

keawetan yang baik jika tidak berhubungan langsung dengan cuaca. (Mulyono, 2004). Oleh karena itu serat serabut kelapa dipilih dalam penelitian ini mengingat ketersediaan cukup banyak sehingga harganya murah.

## 1.2 Maksud dan tujuan

### a. Maksud

Maksud dari penelitian ini penulis menganalisa dan membandingkan pengaruh penggunaan bahan serat serabut kelapa dengan persentase kandungan 0 %, 1,5 %, 1,8 %, dan 2,1 %, pada batako/bata beton kemampuan beton menahan gaya tekan melalui proses pengujian kuat tekan..

### b. Tujuan

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang teknologi beton dengan bahan tambah sabut kelapa (*coco fiber*). Penelitian ini menggunakan persentase penggunaan serat serabut kelapa yang lebih tinggi dibandingkan penelitian sebelumnya dengan tujuan menghasilkan komposisi beton yang lebih baik dalam menahan beban dengan kadar serat serabut kelapa yang lebih banyak dan kualitas beton yang lebih tinggi

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mengetahui besarnya pengaruh penambahan sabut kelapa terhadap kuat tekan beton ringan dalam campuran batako.
- 2) Mengetahui persentase optimum penambahan sabut kelapa dalam campuran adukan beton ringan, sehingga diperoleh kuat tekan yang maksimum.

### 1.3 Rumusan masalah

- a. Seberapa besar persentase penambahan sabut kelapa yang optimum terhadap kuat tekan beton ringan / batako ?
- b. Bagaimana pengaruh penambahan sabut kelapa terhadap kuat tekan beton ringan / batako ?

### 1.4 Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat melalui analisis yang dipaparkan pada pihak yang bergelut dalam bidang teknik sipil khususnya pada struktur. Oleh karena itu riset ini diharapkan mampu menyediakan referensi baru tentang uji kuat tekan beton.

### 1.5 Batasan masalah

Agar tidak terjadi perluasan pembahasan Skripsi ini, maka pada penelitian ini diberi batasan masalah sebagai berikut :

- a. PC (*Portland Cement*) yang digunakan jenis 1.
- b. Agregat halus yang digunakan agregat yang terbaik.
- c. Air yang digunakan berasal dari laboratorium beton Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.
- d. Perencanaan campuran batako dengan perbandingan berat antara semen dan agregat halus 1 : 5.
- e. Jenis benda uji berupa cetakan silinder, karena akan diuji kuat tekannya
- f. Penambahan serat sabut kelapa pada batako dengan ukuran panjang  $\pm 5$  cm
- g. Persentase pemakaian serat kelapa adalah 0%, 1,5%, 1,8% dan 2,1% dari berat pasir beton ringan / batako.
- h. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan.
- i. Umur pengujian 28 hari

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Beton

##### 2.1.1 Sejarah beton

Beton adalah suatu material yang secara harfiah merupakan bentuk dasar dari kehidupan social modern. Beton sendiri adalah merupakan campuran yang homogeny antara semen, air dan agregat. Karakteristik beton adalah mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur Tarik yang rendah. Penggunaan beton dan bahan-bahan vulkanik sebagai pembentuknya (seperti abu pozolanik) sebenarnya telah dimulai sejak zaman Yunani, Romawi dan mungkin juga sebelum itu. Akan tetapi, penggunaan bahan beton tersebut baru dapat berkembang pada awal abad ke 19.

Menurut Nawy (1985:) beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimia sejumlah material pembentuknya. Adapun definisi tentang beton sebagai campuran antara semen Portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat (SK SNI T-15-1990).

Berikut ini beberapa tokoh yang mempelopori perkembangan teknologi beton, antara lain disebutkan :

- a) F. Coignet, pada tahun 1810 : menerbitkan tulisannya mengenai prinsip-prinsip konstruksi beton dengan meninjau kelemahan bahan tersebut terhadap Tarik.
- b) Aspdin, pada tahun 1824 : penemu *Portland Cemen*.

- c) J. L. Lambot, pada tahun 1850 : pertama kali membuat kapal kecil dari semen, dan dipamerkan pada pameran dunia tahun 1854 di Paris dan mendapatkan hak paten pada tahun 1855.
- d) W. B. Wilkinson (Inggris), pada tahun 1854 : mendapatkan suatu hak paten untuk pelat lantai beton bertulang.
- e) F. Coignet, pada tahun 1861 : melakukan uji coba penggunaan pembesian pada konstruksi atap, pipa dan kubah.
- f) Joseph Monier, pada tahun 1867 : seorang ahli taman dari Perancis, orang pertama yang mendapatkan hak paten dalam pemakaian beton bertulang untuk wadah tanamannya dan untuk *tube* beton bertulang. Kemudian diikuti hak paten lainnya, seperti pipa dan tangki pada tahun 1868, pelat datar pada tahun 1869, jembatan pada tahun 1873, dan tangga pada tahun 1875. Hak paten dari Jerman diperolehnya pada tahun 1880-1881 untuk bantalan kereta api, jembatan bunga bulat, pelat datar, dan saluran pengairan.
- g) Koenen, pada tahun 1886 : menerbitkan tulisannya tentang teori dan perancangan struktur beton.
- h) Gustav Ways & Koenen serta Hennebique, pada tahun 1887 : memperkenalkan sengkang sebagai penahan gaya geser dan penggunaan balok “T” untuk mengurangi beban akibat berat sendiri.
- i) C.A.P. Turner, pada tahun 1906 : pertama kali mengembangkan *flat slab* tanpa balok.
- j) Neuman melakukan analisis letak garis netral
- k) Considere menemukan manfaat kait pada ujung tulangan, dan
- l) E. Freyssinet memperkenalkan dasar-dasar beton pratekan.

Dengan kemajuan besar yang telah terjadi pada bidang ini, terbentuklah *German Committee For Reinforced Concrete, Australian Concrete Committee, American Concrete Institute, British Concrete Institute*. Banyak bangunan gedung, bendungan, jembatan, dan tempat menampung air dari beton bertulang yang dibangun sebelum tahun 1920. Di samping itu, teori tentang prategang linier dan non linier telah dimulai.

### 2.1.2 Definisi beton

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, bendungan dan lain-lain. Beton merupakan satu kesatuan yang homogeny. Untuk beton modern, beton didefinisikan sebagai suatu campuran yang dibentuk dari material pilihan (ukuran, gradasi, dan jenis), semen air dan bahan tambahan kimia untuk workabilitas. Beton ini didapatkan dengan cara mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil) atau jenis agregat lain dan air, dengan semen *Portland* atau semen hidrolik yang lain, atau terkadang juga menggunakan bahan tambahan (*additive*) yang bersifat kimiawi ataupun fisikal pada perbandingan tertentu, sampai menjadi satu kesatuan yang homogeny. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan. Pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air.

Beton yang sudah mengeras dapat juga dikatakan sebagai batuan tiruan, dengan rongga antara butiran yang besar (agregat kasar atau batu pecah), dan diisi oleh batuan kecil (agregat halus atau pasir) dan pori-pori antara agregat halus diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen juga berfungsi sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat sehingga terbentuklah suatu kesatuan yang padat dan tahan lama.

Membuat beton sebenarnya tidaklah sederhana hanya sekedar mencampur bahan-bahan dasarnya untuk membentuk campuran yang plastis sebagaimana sering terlihat pada pembuatan bangunan sederhana. Tetapi jika ingin membuat beton yang baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan seksama cara-cara memperoleh adukan beton segar yang baik dan menghasilkan beton keras yang baik pula. Beton segar yang baik ialah beton segar yang dapat diaduk, dapat diangkut, dapat dituang dapat dipadatkan dan tidak ada kecenderungan untuk pemisahan kerikil dari adukan maupun pemisahan air dan semen dari adukan. Beton keras yang baik adalah beton yang tidak hanya kuat dan tahan lama saja, akan tetapi juga tahan aus, kedap air dan kembang susutnya kecil (Tjokrodimulyo 1996:2)

#### 2.1.3 Beton sebagai bahan konstruksi

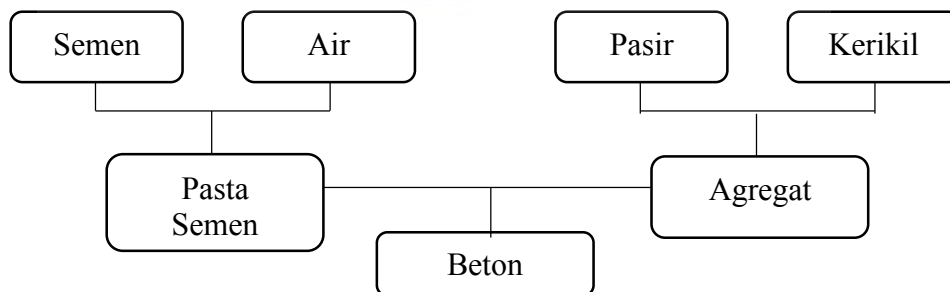
Beton jika dilihat dari kekuatannya tentu tidak sekuat baja, namun demikian mengapa konstruksi beton sangat luas digunakan. Jika ditinjau lebih lagi beton memiliki beberapa karakteristik yaitu, pertama beton memiliki daya tahan yang sangat baik terhadap air. Kedua beton mudah dibentuk sesuai dengan ukuran dan mengikuti bentuk cetakannya. Kemudahan ini disebabkan karena beton segar merupakan bahan plastis, yang dapat mengalir dalam cetakan dan setelah beberapa jam atau hari cetakan dapat dibuka dan beton segar tersebut telah berubah menjadi keras dan padat. Ketiga bahan konstruksi tersebut lebih ekonomis atau murah dan materialnya mudah didapat.

#### 2.1.4 Bahan penyusun beton

Perkembangan sekarang ini, beton merupakan bahan yang paling banyak dipakai paa pembangunan dalam bidang teknik sipil, baik pada bangunan gedung, jembatan, bendungan maupun konstruksi yang lain.

Secara sederhana, beton dibentuk oleh pengerasan campuran antara semen, air, agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah atau kerikil). Terkadang juga ditambahkan campuran bahan lain (*admixture*) untuk memperbaiki kualits beton. Campuran dari bahan susun (semen, pasir, kerikil dan air) yang masih plastis ini dicor ke dalam acuan dan dirawat untuk mempercepat reaksi hidrasi campuran semen air, yang menyebabkan pengerasan beton. Bahan yang terbentuk ini mempunyai kekuatan tekan yang tinggi, tetapi ketahanan terhadap tarik rendah.

Campuran antara semen dan air akan membentuk pasta semen, yang berfungsi sebagai bahan ikat. Sedangkan pasir dan kerikil merupakan bahan agregat yang berfungsi sebagai bahan pengisi, dan sekaligus sebagai bahan yang diikat oleh pasta semen. Ikatan antara pasta semen dengan agregat ini menjadi satu kesatuan yang kompak, dan akhirnya dengan berjalannya waktu akan menjadi keras serta padat yang disebut beton. Skema bahan penyusun dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Skema bahan penyusun beton

Sumber : Buku balok & pelat beton bertulang

### 2.1.5 kelebihan dan kekurangan beton

Berikut ini beberapa kelebihan dan kekurangan beton, yaitu :

#### a) Kelebihan beton

- Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan pembusukan oleh kondisi lingkungan.
- Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan. Cetakan tersebut dapat dipakai berulang kali sehingga lebih ekonomis.
- Beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan kedalam retakan beton dalam proses perbaikan
- Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.
- Beton tahan aus dan tahan bakar, sehingga perawatannya lebih murah
- Material beton cukup mudah didapat

#### b) Kekurangan beton

- Beton lemah terhadap gaya tarik, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan sebagai penahan gaya Tarik.
- Beton keras menyusut dan mengembang bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi (*expansion joint*) untuk mencegah terjadinya retakan-retakan akibat terjadinya perubahan suhu.
- Beton bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung dan diteliti secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil, terutama pada struktur tahan gempa.
- Harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti agar tidak kedap air.

### 2.1.6 Tipe beton

Berdasarkan berat satuan, beton dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu

- a) Beton normal yaitu dengan berat  $2400 \text{ kg/m}^3$ . Beton ini banyak digunakan pada proyek bertingkat dan juga gedung besar.
- b) Beton dengan berat lebih besar dari  $3200 \text{ kg/m}^3$ . Beton ini digunakan pada proyek skala besar seperti jembatan, *fly over*, terowongan bawah tanah (*underpass*), bendungan yang besar dan lain-lain.
- c) Beton ringan dengan berat kurang dari  $1900 \text{ kg/m}^3$ . Beton ini digunakan pada proyek perumahan atau proyek-proyek dengan skala kecil. Beton ringan dibuat dengan agregat halus terkadang dicampur dengan agregat kasar yang ukurannya kecil. Paving blok dan batako merupakan contoh bentuk dari beton ringan. Hal inilah yang akan dibahas pada sub bab selanjutnya.

## 2.2 Beton ringan

### 2.2.1 Sejarah beton ringan

Semakin berkembangnya jaman maka semakin berkembang pula teknologi-teknologi dalam memenuhi kebutuhan hidup, salah satunya teknologi material bahan bangunan yang terus berkembang, yaitu beton ringan aerasi (*Autoclaved Lightweight Concrete/ALC*) atau sering disebut juga (*Autoclaved Aerated Concrete/AAC*). Sebutan lainnya *Autoclaved Concrete*, *Cellular Concrete* (semen dengan cairan kimia penghasil gelembung udara), *Porous Concrete*, dan di Inggris disebut *Aircrete and Thermalite*.

Beton ringan AAC ini pertama kali dikembangkan di Swedia pada tahun 1923 sebagai alternatif material bangunan untuk mengurangi penggundulan hutan. Beton ringan AAC ini kemudian dikembangkan lagi oleh Joseph Hebel di Jerman Barat di tahun 1943. Dia memutuskan untuk mengembangkan system bangunan yang lebih baik dengan biaya yang lebih ekonomis. Inovasi-inovasi brilian yang dilakukannya, seperti proses pemotongan dengan menggunakan kawat. Hasilnya beton ringan aerasi ini dianggap sempurna, termasuk material bangunan yang ramah lingkungan karena dibuat dari sumber daya alam yang berlimpah. Kesuksesan hebel segera terlihat di negara-negara lain sehingga pada tahun 1967 hebel bekerja sama dengan Asahi Chemicals dan dibangun pabrik pertamanya di Jepang. Di Indonesia sendiri beton ringan muli dikenal sejak tahun 1995, saat didirikannya PT Hebel Indonesia di Karawang Timur, Jawa Barat.

### 2.2.2 Definisi beton ringan

Selain mengenal beton secara umum, ada pula istilah “beton ringan”. Bata ringan atau biasa disebut beton ringan merupakan material bangunan yang tergolong baru. Meski demikian, material bangunan yang terbuat dari beton ini sudah banyak digunakan sebagai material konstruksi baik untuk bagian dinding dan lantai. Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Beton ringan juga memiliki kandungan rongga yang cukup besar jumlahnya. Berat jenis beton ringan ini tak lebih dari 1900 kg/m<sup>3</sup>. Adapun aplikasi dari beton ringan ini ialah untuk blok atau bata, panel beton ringan, pagar beton, ornamen bangunan, dan juga *readymix*.

### 2.2.3 Macam-macam beton ringan

a) Beton non pasir

Beton ini disebut juga dengan *non-fines concrete*, merupakan betony an dibuat dari semen, air serta kerikil tanpa material pasir. Ketiadaan pasir ini membuat beton berongga karena antara butir kerikil tidak berisi pasir seperti pada beton normal. Hal inilah yang membuat jenis beton ini memiliki berat jenis yang lebih ringan.

b) Beton dengan agregat ringan

Beton ringan dapat dibuat dengan agregat kasar ringan dengan berat isi kering gembur. Berat jenisnya ialah  $1100 \text{ kg/m}^3$  (sesuai standar SNI 03-3449-2002). Jenis agregat ini cukup unik yakni bias dibuat dengan 2 cara, yaitu agregat buatan dari tanah liat yang sudah dicampur dengan berbagai material tambahan, ada juga agregat alami seperti batu apung scoria.

c) Beton kertas

Seperti namanya, beton ini dibuat dari kertas daur ulang dengan tambahan material semen, pasir, dan air. Sebelum dicampur dengan semua bahan, material kertas ini dibentuk menjadi bubur terlebih dahulu dan dijadikan sebagai pengganti agregat kasar.

Disebutkan dalam penelitian Gunarto (2008), bahwa limbah kertas Koran bias menghasilkan panel *papercrete* yang masuk kategori beton ringan dengan berat jenis antara  $840$  hingga  $933 \text{ kg/m}^3$ . Kuat tekan terendah  $1,23 \text{ MPa}$  pada campuran 1 semen 4.

#### 2.2.4 Beton ringan berdasarkan berat jenisnya

Jenis beton ringan dapat pula dikategorikan berdasarkan berat jenisnya. Hal ini juga akan mempengaruhi pemakaian pemakaiannya, karena masing-masing

kebutuhan konstruksi memiliki standar sendiri dalam memilih jenis beton yang dibutuhkan.

Berikut ini jenis beton berdasarkan berat jenisnya :

➤ Beton sangat ringan

Berat jenis :  $<1000 \text{ kg/m}^3$

Pemakaian : konstruksi non struktur

➤ Beton ringan

Berat jenis :  $1000-1900 \text{ kg/m}^3$

Pemakaian : struktur ringan

➤ Beton normal

Berat jenis :  $2300-2500 \text{ kg/m}^3$

Pemakaian : struktur

➤ Beton berat

Berat jenis : lebih dari  $3000 \text{ kg/m}^3$

Pemakaian : untuk struktur skala besar

Menurut Dobrowlski (1987), beton ringan merupakan jenis beton yang memiliki berat jenis dibawah  $1900 \text{ kg/m}^3$ . Berikut ini jenis beton ringan menurut Dobrowlski :

- Beton ringan dengan berat bersih rendah atau *Low Density Concretes*

Berat jenis :  $240-800 \text{ kg/m}^3$

Kuat tekan :  $0,35-6,9 \text{ MPa}$

- Beton ringan dengan kekuatan menengah atau *Moderates-Strength Lighweight Concrete*

Berat jenis : 800-1440 kg/m<sup>3</sup>

Kuat tekan : 6,9-17,3 MPa

- Beton ringan struktur atau *Structural Lightweight Concrete*

Berat jenis : 1440-1900 kg/m<sup>3</sup>

Kuat tekan : lebih dari 17,3 MPa

Itulah beberapa jenis beton ringan yang kini banyak digunakan pada berbagai proyek konstruksi, baik untuk pagar beton, batako, paving blok dan juga dekorasi ruangan yang menonjolkan segi artistic. Pada penelitian ini penulis memakai material batako dengan bahan campur sabut kelapa, berikut akan dijelaskan mengenai batako pada sub bab selanjutnya.

## 2.3 Batako

### 2.3.1 Pengertian batako

Batako merupakan salah satu bahan bangunan berupa batu-batuan yang pengerasannya tidak dibakar, dengan bahan pembentuk berupa campuran dari semen, agregat halus, air dan bahan tambahan lainnya. Seperti paving block, batako berasal dari kata bata concrete atau bata beton dalam Bahasa teknik sering disebut bataton. Bata beton ini cukup kuat dan dapat disusun lima kali lebih cepat untuk semua penggunaan yang biasanya menggunakan batu bata. Keunggulan yang lain dari dinding bata beton yaitu beratnya 1/3 dari batu bata dengan pemakaian luasan yang sama, aplikasi dilapangan 4 kali lebih cepat daripada batu bata, kemampuan meredam suara lebih baik daripada batu bata, lebih ramah lingkungan dan lebih ekonomis.

Aplikasi batako pada dinding untuk meningkatkan kekuatan terhadap sifatnya, maka pada perkembangan batako penulis memodifikasi dengan tambahan bahan campuran yaitu, batako dengan campuran sabut kelapa (*coco fibre*)

Ditinjau dari densitasnya batako tergolong cukup berat sehingga untuk proses pemasangan sebagai konstruksi dinding memerlukan tenaga yang cukup kuat dan waktu yang lama (Simbolon T. 2009).

### 2.3.2 jenis bahan pembuatan batako

Berdasarkan bahan pembuatannya batako dapat dikelompokkan ke dalam 3 jenis, yaitu :

#### 1. Batako putih (*tras*)

Batako putih dibuat dari campuran tras, batu kapur, dan air. Campuran tersebut dicetak. Tras merupakan jenis tanah berwarna putih/putih kecoklatan yang berasal dari pelapukan batu – batu gunung berapi, warnanya ada yang putih dan ada juga yang putih kecoklatan. Umumnya memiliki ukuran panjang 25 - 30 cm, tebal 8-10 cm, dan tinggi 14 - 18 cm

#### 2. Batako semen/batako pres

Batako pres dibuat dari campuran semen dan pasir atau abu batu. Ada yang dibuat secara manual (menggunakan tangan) dan ada juga yang menggunakan mesin. Perbedaannya dapat dilihat pada kepadatan permukaan batakonya. Umumnya memiliki panjang 36 - 40 cm dan tinggi 18 - 20 cm.

#### 3. Batako ringan

Bata ringan dibuat dari bahan batu pasir kuarsa, kapur, semen dan bahan lain yang dikategorikan sebagai bahan-bahan untuk beton ringan. Berat jenis sebesar 1850 kg/m<sup>3</sup> dapat dianggap sebagai batasan atas dari beton ringan yang sebenarnya, meskipun nilai ini kadang-kadang melebihi. Dimensinya yang lebih besar dari bata konvensional yaitu 60 cm x 20cm dengan ketebalan

7 hingga 10 cm menjadikan pekerjaan dinding lebih cepat selesai dibandingkan bata konvensional.

Menurut SNI-03-2847-2002, pengertian beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidrolik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Beton disusun dari agregat kasar dan agregat halus. Agregat halus yang digunakan biasanya adalah pasir alam maupun pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu, sedangkan agregat kasar yang dipakai biasanya berupa batu alam maupun batuan yang dihasilkan oleh industri pemecah batu.

## **2.4 Bahan-bahan Penyusun Batako**

### **2.4.1 Semen**

Semen *Portland* yang digunakan pada penelitian ini adalah untuk pembuatan beton ringan, yaitu semen yang berbutir halus seperti pada semen umum lainnya pada pembuatan beton normal. Kehalusan semen ini dapat diraba/dirasakan dengan tangan. Semen yang tercampur/mengandung gumpalan-gumpalan (meskipun kecil), tidak baik untuk pembuatan beton. Untuk mencegah semen agar tidak terkontaminasi yang membuat semen menjadi menggumpal ialah dengan cara diletakkan didalam drum yang kering dan ditutup rapat. Hal ini bertujuan untuk melindungi mutu dari semen tersebut karena bisa berpengaruh terhadap pengujian kuat tekannya.

Factor yang terpenting dari sifat semen adalah komposisi kimia dan kehalusan. Kedua faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap workabilitas dan kekuatan beton. Sebagai contoh, persentase kandungan *silica* dalam semen akan mempengaruhi persentase volume *Calcium Silicate Hydrate* dalam pasta semen,

dimana hasil hidrasi tersebut merupakan perekat utama glue yang mengikat material menjadi bahan komposit. Pada semen yang kehalusannya lebih besar mempunyai *specific surface area* yang lebih besar sehingga banyak air yang diserap. Oleh karena itu, untuk mendapatkan workabilitas tertentu semen dengan *specific area* yang lebih besar memerlukan lebih banyak air. Sifat ketahanan terhadap kotoran dalam air lebih baik, sehingga sangat tepat jika dipakai untuk bangunan di laut, bangunan pengairan, dan beton massa (Tjokrodinuljo 1996).

Menurut SII 0031-81 (Tjokrodinuljo, 1996), semen (sering disebut dengan : semen *Portland*) yang dipakai di Indonesia dibagi menjadi 5 jenis, yaitu :

- Jenis I: semen *Portland* untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus
- Jenis II: semen *Portland* untuk beton tahan sulfat dan mempunyai hidrasi sedang. Semen ini digunakan untuk konstruksi bangunan dari beton yang berhubungan secara terus menerus dengan air kotor dan air tanah.
- Jenis III: semen *Portland* untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras). Semen ini digunakan untuk pekerjaan beton di daerah yang bersuhu rendah terutama daerah yang beriklim dingin, apabila suhu turun dibawah titik beku air.
- Jenis IV: semen *Portland* untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah, semen jenis ini perkerasannya lambat. Penggunaan jenis semen ini untuk pembuatan bangunan yang berukuran besar dengan tebal dari 2 meter. Misalnya untuk pembuatan bendungan (DAM), pondasi jembatan yang berlandaskan mesin yang berukuran besar.

- Jenis V: semen *Portland* untuk beton yang sangat tahan terhadap sulfat. Penggunaan jenis semen ini berhubungan dengan bangunan pada pasir laut, air buangan industry, bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap kimia yang agresif serta untuk bangunan yang selalu berhubungan dengan air tanah yang mengandung garam-garam sulfat yang persentasenya tinggi.

Komposisi kimia pada semen Portland dapat dilihat pada table 2.1

Tabel 2.1 Komposisi kimia semen portland

| Oksida                               | Komposisi (% berat) |
|--------------------------------------|---------------------|
| CaO                                  | 60,0 - 65,0         |
| SiO <sub>2</sub>                     | 17,0 – 25,0         |
| AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>       | 3,0 – 8,0           |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>       | 0,5 – 4,0           |
| MgO                                  | 0,5 – 4,0           |
| SO <sub>3</sub>                      | 1,0 – 2,0           |
| Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O | 0,5 – 1,0           |

Sumber : Teknologi Beton Ir. Kardiyono Tjokrodinuljo, M.E

#### 2.4.2 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting. Air diperlukan agar bereaksi dengan semen (proses pengikatan) serta sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Proses pengikatan berawal beberapa menit setelah pencampuran yang disebut *initial set* (pengikatan awal) dan berakhir setelah beberapa jam disebut *final set* (akhir pengikatan). Waktu pengikatan adalah jangka waktu dari mulai mengikatnya semen setelah

berhubungan dengan air sampai adukan semen menunjukkan kekentalan yang tidak memungkinkan lagi untuk dikerjakan lebih lanjut.

Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan kurang lebih 25% dari berat semen. Namun, dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang kurang dari 0,35 sulit dilaksanakan. Kelebihan air yang ada digunakan sebagai pelumas. Penambahan air untuk pelumas tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton akan berkurang. Selain itu, akan menimbulkan *bleeding*. Hasil *bleeding* ini berupa lapisan tipis yang mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton.

Fungsi air di dalam campuran beton adalah sebagai berikut :

1. Sebagai pelicin bagi agregat halus dan agregat kasar.
2. Bereaksi dengan semen untuk membentuk pasta semen.
3. Penting untuk mencairkan bahan / material semen ke seluruh permukaan agregat.
4. Membasahi agregat untuk melindungi agregat dari penyerapan air vital yang diperlukan pada reaksi kimia.
5. Memungkinkan campuran beton mengalir ke dalam cetakan.

Air untuk pembuatan beton sebaiknya menggunakan air bersih yang dapat diminum. Air yang diambil dari dalam tanah (misalnya air sumur) atau air yang berasal dari Perusahaan Air Minum, pada umumnya cukup baik bila dipakai untuk pembuatan beton. Menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia Tahun 1971 (PBI-1971), air yang digunakan untuk pembuatan dan perawatan beton tersebut harus tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, bahan-bahan organik atau bahan-bahan lain yang merusak beton dan/atau baja tulangan. Air harus

bersifat basa, dan mempunyai PH antara 4,5 – 8,5 melalui PH indicator. Persyaratan air untuk beton dapat dilihat pada table 2.2

Tabel 2.2 Persyaratan air untuk beton

| No. | Jenis bahan     | Persyaratan izin | Berdasarkan pemeriksaan |
|-----|-----------------|------------------|-------------------------|
| 1   | PH              | 4,5 – 8,5        | PB-0301-76              |
| 2   | Bahan padat     | 2000 Ppm         | PB-0302-76              |
| 3   | Bahan truspensi | 2000 Ppm         | PB-0303-76              |
| 4   | Bahan organik   | 2000 Ppm         | PB-0304-76              |
| 5   | Minyak          | 2 % berat semen  | PB-0305-76              |
| 6   | Ion sulfat      | 1000 Ppm         | PB-0306-76              |
| 7   | Ion chlor       | 1000 Ppm         | PB-0307-76              |

Sumber : M Nevil & JJ brooks Concrete Technology

Air pada pembuatan beton berfungsi untuk mempermudah sifat pengerjaan beton atau meningkatkan kinerja (*workability*) beton. Jumlah air untuk campuran beton pada umumnya dihitung berdasarkan nilai perbandingan antara berat air dan berat semen *Portland* pada campuran adukan, dan pada Peraturan Beton Indonesia (PBI-1971) dikenal dengan istilah factor air semen yang disingkat fas, sedangkan peraturan pengganti (SNI 03-2847-2002) disebut rasio air semen yang disingkat ras, atau *water cement ratio* (wcr). Jadi fas atau ras dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$fas \text{ atau ras} = \frac{\text{berat air pada campuran beton}}{\text{berat semen pada campuran beton}}$$

Pada umumnya makin besar nilai fas, makin besar pula jumlah air yang digunakan pada campuran beton, berarti adukan beton makin encer dan mutu beton akan makin turun/rendah.

### 2.4.3 Agregat halus

Agregat adalah material yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk pembentuk beton, yang di antaranya adalah pasir, kerikil, batu pecah, di mana agregat berfungsi sebagai bahan pengisi dan jumlahnya sekitar 75 % volume beton. Dalam teknologi beton, agregat yang butir-butirnya lebih besar dari 4,80 mm disebut agregat kasar dan agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 4,80 mm disebut agregat halus. Agregat halus atau disebut pasir merupakan agregat halus yang mempunyai ukuran diameter 1 mm – 5 mm. pasir yang digunakan sebagai bahan beton harus memenuhi syarat berikut :

- a) Berbutir tajam dan keras
- b) Bersifat kekal, yaitu tidak mudah lapuk/hancur oleh perubahan cuaca, seperti terik matahari dan hujan
- c) Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5 %, dari berat keringnya. Jika kandungan lumpur lebih dari 5 %, maka pasir tersebut harus dicuci.
- d) Tidak boleh menggunakan pasir laut (kecuali dengan petunjuk staf ahli), karena pasir laut ini banyak mengandung garam yang dapat merusak beton.

Dalam campuran beton, agregat yang diperhitungkan adalah agregat dalam keadaan *Saturated Surface Dry (SSD)*/jenuh kering muka. Jenuh kering muka adalah keadaan di mana permukaan agregat tidak ada airnya, tetapi bagian dalamnya terisi oleh air, sedangkan berat jenis agregat adalah berat jenis partikel agregat dalam keadaan jenuh kering muka.

### 2.5 Sabut kelapa

Sebagai Negara kepulauan dan berada di daerah tropis dan kondisi agroklimat yang mendukung, Indonesia merupakan Negara penghasil kelapa yang

utama di dunia. Pada tahun 2000, luas areal tanaman kelapa di Indonesia mencapai 3,76 juta Ha, dengan total produksi diperkirakan sebanyak 14 miliar butir kelapa, yang sebagian besar (95 persen) merupakan perkebunan rakyat. Kelapa mempunyai nilai dan peran yang penting baik ditinjau dari aspek ekonomi maupun social budaya. Sabut kelapa merupakan hasil samping, dan juga merupakan bagian yang terbesar dari buah kelapa yaitu 35 persen dari bobot buah kelapa. Dengan demikian, apabila secara rata-rata produksi buah kelapa per tahun adalah sebesar 5,6 juta ton, maka berarti terdapat sekitar 1,7 juta ton sabut kelapa yang dihasilkan. Potensi produksi sabut kelapa yang sedemikian besar belum dimanfaatkan sepenuhnya. Serat sabut kelapa atau dalam perdagangan dunia dikenal sebagai *coco fibre*, *coir fibre*, *coir yarn*, *coir mats*, dan *rugs*, merupakan produk hasil pengolahan sabut kelapa. Secara tradisional serat sabut kelapa hanya dimanfaatkan sebagai bahan untuk pembuat sapu, keset dan lain-lainnya.

Kelapa dikenal sebagai tanaman yang serbaguna karena seluruh bagian tanaman ini bermanfaat bagi kehidupan manusia serta mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi. Salah satu bagian yang terpenting dari tanaman kelapa adalah buah kelapa. Buah kelapa terdiri dari beberapa komponen yaitu kulit luar (*epicarp*), sabut (*mesocarp*), tempurung kelapa (*endocarp*), daging buah (*endosperm*), dan air kelapa (Palungkun, 2001).

Sabut kelapa merupakan bahan berserat dengan ketebalan sekitar 2 - 5 cm dan merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Sabut kelapa terdiri dari kulit ari, serat dan sekam (*dust*). Namun pemanfaatan yang paling optimal digunakan hanya

bagian seratnya saja. Hal ini pula yang menjadi latar belakang untuk mencoba meneliti sejauh mana kontribusi penambahan serabut kelapa dalam mempengaruhi kekuatan beton.

Sabut kelapa mengandung lemak yang dapat membuat ikatan antara semen, pasir dan air dengan sabut kelapa menjadi tidak kuat sehingga dapat membentuk pori pada batako. Untuk itu diperlukan cairan NaOH atau alkohol untuk dapat melepaskan lemak pada sabut kelapa tersebut.

Adapun komposisi buah kelapa disajikan pada tabel 2.3 dan gambar 2.2 berikut.

Tabel 2.3 komposisi kelapa

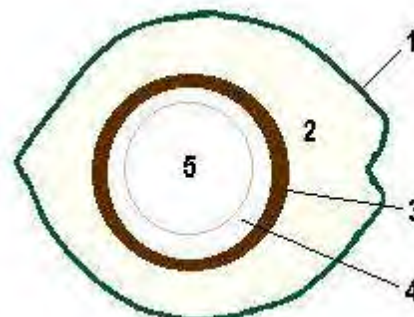
| Bagian buah | Jumlah berat (%) |
|-------------|------------------|
| Sabut       | 35               |
| Tempurung   | 12               |
| Daging buah | 28               |
| Air kelapa  | 25               |

Sumber : <http://www.kebonkembang.com/panduan-dan-tip-rubrik-35/145-ragam-media-tanam.html> 2010

(Palungkun 2001)

Keterangan Gambar :

1. Kulit luar (*epicarp*)
2. Sabut (*mesocarp*)
3. Tempurung (*endocarp*)
4. Daging buah (*endosperm*)
5. Air kelapa



Gambar 2.2 penampang kelapa

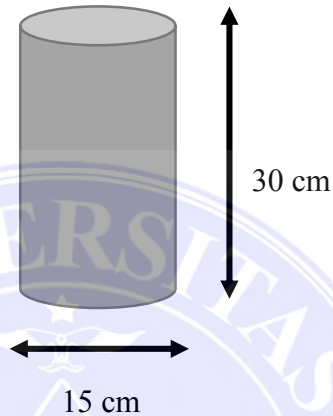
Sabut kelapa kaya akan serat serta cukup kokoh. Selain itu bahan ini tergolong murah dan mudah didapatkan di Indonesia. Sabut kelapa merupakan hasil sampingan, dan merupakan bagian yang terbesar dari buah kelapa, yaitu sekitar 35 persen dari bobot buah kelapa. Dengan demikian, apabila secara rata-rata produksi buah kelapa per tahun adalah sebesar 5,6 juta ton, maka berarti terdapat sekitar 1,7 juta ton sabut kelapa yang dihasilkan. Potensi produksi sabut kelapa yang sedemikian besar belum dimanfaatkan sepenuhnya untuk kegiatan produktif yang dapat meningkatkan nilai tambahnya.

## 2.6 Kuat tekan beton

Kekuatan tekan adalah kapasitas dari suatu bahan atau struktur dalam menahan yang akan mengurangi ukurannya. Kekuatan tekan dapat diukur dengan memasukkannya ke dalam kurva tegangan-regangan dari data yang didapatkan mesin uji. Beberapa bahan akan patah pada batas tekan, beberapa mengalami deformasi tidak dapat dikembalikan. Deformasi tertentu dapat dinggap sebagai batas kekuatan tekan, meski belum patah, terutama pada bahan yang tidak dapat kembali ke kondisi semula (*irreversible*). Pengetahuan mengenai kekuatan tekan merupakan kunci dalam mendesain sebuah struktur. Kekuatan tekan dapat diukur dengan mesin uji universal.

Pengertian kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain. Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air. Perbandingan dari air semen, semakin tinggi kekuatan tekannya. Pada suatu tertentu

air diperlukan untuk memberikan aksi kimiawi dalam pengerasan beton, kelebihan air meningkatkan kemampuan pekerjaan akan tetapi menurunkan kekuatan (Wang dan Salmon, 1990). Benda uji yang digunakan untuk kuat tekan berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Cetakan benda uji

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya. Jumlah semen dapat menentukan kuat tekan dari batako, tetapi banyak sedikitnya jumlah semen yang dimaksud untuk meningkatkan kuat tekan batako harus diperhatikan nilai faktor air semen yang dihasilkan oleh adukan semen tersebut. Dari beberapa pengertian diatas dapat ditarik kesimpulan akhir adalah bahwa kuat tekan batako adalah kekutan yang dihasilkan dari pengujian tekan oleh mesin uji tekan yang merupakan beban tekan keseluruhan pada waktu benda uji pecah dibagi dengan ukuran luas nominal batako atau besarnya beban persatuan luas.

Kuat tekan suatu bahan merupakan perbandingan besarnya beban maksimum yang dapat ditahan beban dengan luas penampang bahan yang mengalami gaya

tersebut. Untuk pengukuran kuat tekan batako mengacu pada standar ASTM C -133-97 dan dihitung dengan persamaan berikut. (Juwairiah, 2009):

Cara menentukan nilai kuat tekan beton :

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Sumber : SNI – 1974-2011

Dimana :

$f'c$  = kuat tekan beton (MPa)

$P$  = beban tekan (N)

$A$  = luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ )

Sifat beton pada umumnya lebih baik jika kuat tekannya lebih tinggi.

Dengan demikian untuk meninjau mutu beton biasanya secara kasar hanya ditinjau kuat tekannya saja. Beberapa factor yang mempengaruhi kuat tekan beton, yaitu air semen, umur beton, jenis beton dan jumlah semen, serta sifat agregat.

## 2.7 Hasil penelitian sebelumnya

Totok Dwi Kuryanto, melakukan penelitian mengenai kajian penggunaan sabut kelapa dan *fly ash* terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas. Penelitian ini menggunakan sabut kelapa dari daerah Ciamis dan *slicafume* (Mikrosilika) produk dari PT. Fosroc, menggunakan pasir dari daerah Kabupaten Jember Jawa Timur, air yang digunakan berasal dari jaringan air bersih Unmuh Jember dan menggunakan semen tipe I. Persentase penelitian ini menggunakan variasi 0%, 7.5%, 10% dan 12.5% dari volume semen dengan panjang sabut kelapa 1 cm - 5 cm. Perbandingan komposisi campuran 1 semen : 2 pasir : 3 koral dengan nilai slump 8-12 cm.

Pengujian terhadap kuat tekan pada silinder dilakukan pada saat berumur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari, sedangkan umur pengujian modulus elastisitas pada silinder beton dilakukan saat berumur 28 hari. Pengujian ini mengalami masa perawatan (curing). Adapun pengujian kuat tekan pada saat umur 7 hari menghasilkan masing-masing sebesar 142,5 ; 165 ; 125 ; dan 75 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil pengujian pada umur 14 hari sebesar 205 ; 205 ; 175 ; dan 92,5 k/cm<sup>2</sup>. Hasil pengujian pada umur 21 hari sebesar 220 ; 250 ; 170 ; dan 117,5 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil pengujian pada umur 28 hari sebesar 181,67 ; 280 ; 153,3 ; dan 128,3 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil nilai modulus elastisitas pada umur 28 hari sebesar 19914,35806 ; 15806,00561 ; 6678.12653 ; dan 14577,11255 Mpa. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa sabut kelapa tidak baik digunakan sebagai campuran beton karena kekuatan beton berkurang 10% dari kekuatan beton normal, selain itu kuat tekan dan modulus elastisitasnya berbeda beda dan tidak seperti yang diharapkan.

Petrus Patandang : 2017, melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap pembuatan beton "*knock down*". Bahan-bahan yang digunakan adalah serat sabut kelapa, semen Portland, pasir halus, pecahan batu keras, oli dan air, sedangkan alat yang digunakan ialah alat cetak beton *knock down*, penampakan, alat kuat tekan, bak perendam, gergaji besi, pisau, sekop, timbangan, sendok semen dan loyang plastic. Ukuran *knock down* dilakukan dengan menggunakan alat yang berukuran 60 × 10 × 30 cm yang terbuat dari besi siku. Panjang serat sabut kelapa yang digunakan 1-5 cm, pasir yang digunakan diayak dengan menggunakan ayakan 4 mesh. Penelitian ini menggunakan desain percobaan pembuatan beton *knock down* dalam bentuk gambar/grafik serta data dianalisis secara deskriptif dengan perlakuan penambahan serat sabut kelapa yang

terdiri dari 50 ; 100 ; 150 ; 200 ; 250 dan 300 gram, sifat keunggulan dari serat sabut kelapa yaitu: tahan terhadap air, mikroorganisme, pelapukan dan juga terhadap pengerjaan mekanis yaitu gesekan dan pukulan. Masing-masing perlakuan diulang 3 (tiga) kali. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil penyerapan air rata-rata 4,51 – 8,25 % dan kuat tekan rata-rata 173,49 – 209,34 kg/cm<sup>2</sup>. Untuk parameter kuat tekan, perlakuan D merupakan penambahan serat sabut kelapa yang optimum karena memberikan nilai kuat tekan tertinggi yaitu 209,34 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan perlakuan E dan F nilai kuat tekannya semakin menurun. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan yang terbaik diperoleh pada perlakuan A; B; C; D dan E dapat memenuhi syarat mutu beton *knock down* karena kuat tekannya dapat mencapai 175 kg/cm<sup>2</sup> dan dapat dimanfaatkan untuk beton dinding.

Eduardi Prahara dkk : 2015, melakukan penelitian mengenai analisa pengaruh penggunaan serat serabut kelapa dalam presentase tertentu pada beton mutu tinggi. Adapun material yang dipergunakan antara lain: semen Portland tipe I merek TIGA RODA, agregat kasar batu pecah berukuran rata-rata 25 mm agregat tersebut lolos saringan 76 mm (3”) dan tertahan pada saringan 4,76 mm (no. 4), agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir alam yang lolos saringan 4,76 mm (no. 4), air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air bersih dari Laboratorium Beton Jurusan Teknik Sipil Binus University, serat serabut kelapa yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat serabut kelapa yang diperoleh dari pengrajin keset atau alas lantai yang kemudian dipotong-potong menjadi untaian serat sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan yakni 5 cm, dan SIKa. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: molen pengaduk beton, cetakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15×30 cm, cetakan benda uji

berbentuk balok  $15 \times 15 \times 75$  cm, timbangan, alat uji kuat tekan beton, dan alat uji kuat tarik beton. Perancangan komposisi beton untuk masing-masing variable campuran serat serabut kelapa pada penelitian ini dihitung berdasarkan standar metode ACI 211.1 dengan menggunakan variasi kandungan serat serabut kelapa yakni 0% ; 1,5% ; 2% ; 2,5% ; dan 3 % yang ditambahkan *superplasticizer* sebanyak 1,5%. Benda uji dibuat sebanyak 5 buah untuk masing-masing tipe campuran dan variabel umur 14 dan 28 hari sehingga total benda uji yang diproduksi adalah 50 buah sampel silinder dan 50 buah sampel balok. Adapun hasil yang didapat pengujian kuat tekan pada umur 14 hari masing-masing sebesar 31,29 ; 32,19 ; 30,2 ; 20,24 dan 18,8 MPa, sedangkan pada umur 28 ialah sebesar 40,4 ; 44,1 ; 37,53 ; 26,4 dan 23,21 MPa. Hasil pengujian kuat tarik yang didapat pada umur 14 hari masing-masing sebesar 1,82 ; 1,98 ; 2,43 ; 1,95 dan 1,45 MPa, sedangkan pada umur 28 hari sebesar 2,99 ; 3,2 ; 3,58 ; 3,34 dan 3,02 MPa. Berdasarkan hasil pengujian data hasil kuat tekan beton silinder dan hasil kuat tarik beton balok, disimpulkan bahwa kenaikan kuat tekan sebesar 9% dapat diperoleh dengan tambahan serat serabut kelapa sebesar 1,5 dan peningkatan kuat tarik beton sebesar 19,7% dapat diperoleh dengan penambahan serat kelapa sebanyak 2% sehingga serat serabut kelapa sangat berpengaruh terhadap uji kuat Tarik beton mutu tinggi.

Zulkifly dkk : 2013, melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap kuat tekan beton pada beton normal. Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah: semen Portland tipe I, pasir dan agregat kasar ukuran butiran maksimum 20 mm dan minimum 5 mm berasal dari desa Pohara, serat serabut kelapa dari desa Mondoejaya, dan air bersih. Perencanaan adukan campuran beton mengikuti “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran

Beton Normal SK SNI T-15-1990-03". Dalam penelitian ini beton dierncanakan dengan kuat tekan  $f'_c = 20$  MPa. Panjang serat yang digunakan tetap sebesar 7 cm, dimana pengujian kuat tekan beton di uji pada umur 3, 7 dan 28 hari. Untuk mengetahui konsenstrasi serat yang optimal dibuat benda uji masing-masing 3 buah dengan variasi yang digunakan 0% ; 0,3% ; 0,6% ; 0,9% dan 1,2% dari total berat beton. Berdasarkan hasil perhitungan mix disain diperoleh kebutuhan masing-masing bahan untuk 3 benda uji dengan ukuran  $20 \times 10$  cm dengan jumlah fixed sebesar  $0,0047 \text{ m}^3$  adalah sebagai berikut: air=1,1775 liter ; semen=2,23 kg ; pasir=3,3 kg ; dan kerikil 6,6 kg. adapun hasil pengujian kuat tekan yang diperoleh pada umur 3 hari masing-masing sebesar 11,46 ; 12,53 ; 7,64 ; 6,37 dan 5,52 MPa. Hasil kuat tekan pada umur 7 hari masing-masing sebesar 14,23 ; 15,29 ; 10,62 ; 9,77 dan 8,07 MPa. Hasil kuat tekan pada umur 28 hari masing-masing sebesar 19,96 ; 20,38 ; 15,07 ; 12,74 dan 10,40 MPa. Berdasarkan hasil yang didapat bahwa proporsi serat 0,3% menghasilkan nilai kuat tekan tertinggi yakni sebesar 20,43 MPa. Sedangkan beton tanpa serat sebesar 19,91 MPa. Dengan adanya serat hasil pengujian kuat tekan beton meningkat sebesar 2,11% tetapi tidak signifikan.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

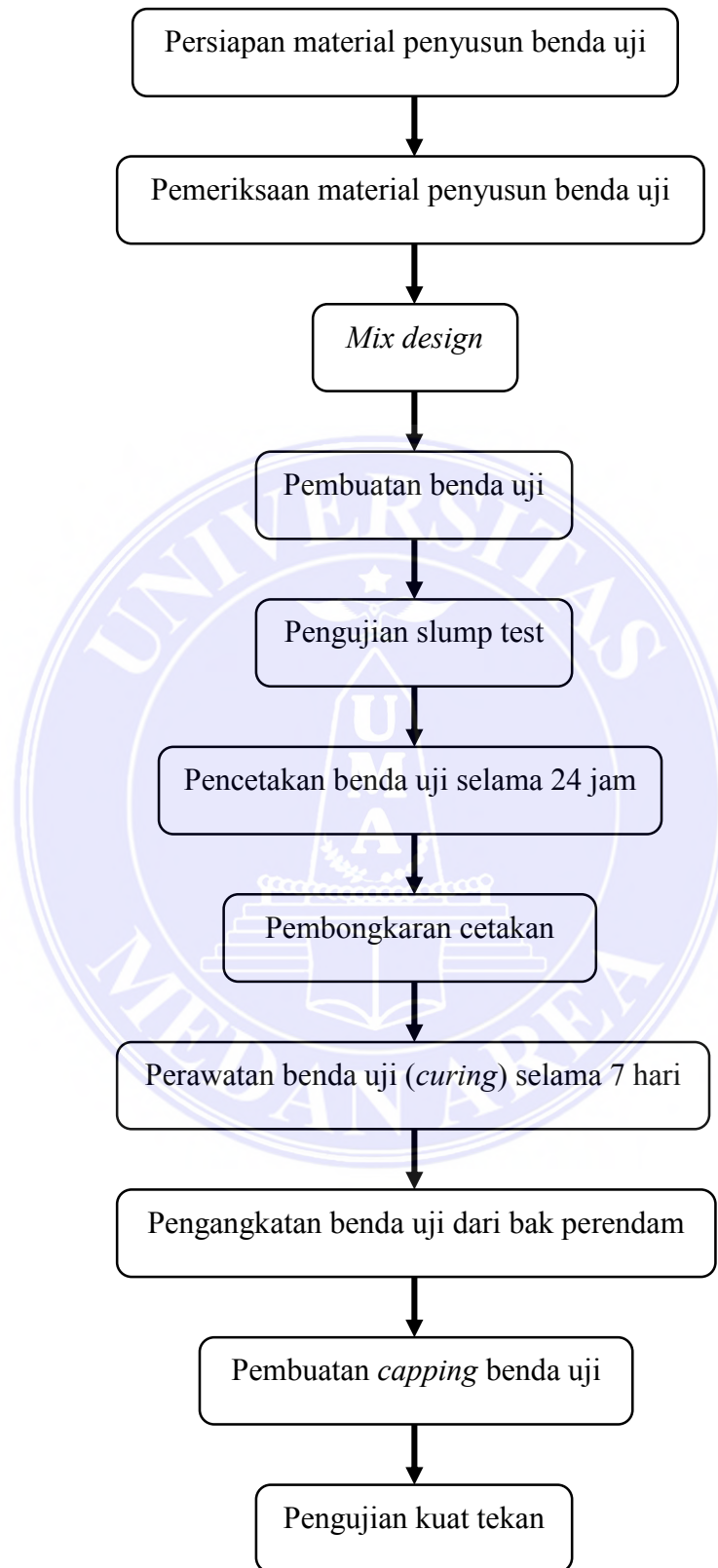
#### 3.1 Umum

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara. Objek penelitian ini adalah analisa pengaruh sabut kelapa (*coco fibre*) sebagai bahan campur material batako dengan variasi campuran, 0 %, 1.5%, 1.8% dan 2.1% terhadap pengujian kuat tekan dan dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Persentase variasi dalam penelitian ini adalah penambahan sabut kelapa dan pengurangan pasir. Untuk studi penelitian ini adalah sebanyak 20 buah benda uji dengan masing-masing variasi per campuran sebanyak 5 (lima) buah. Pembuatan benda uji dibuat dengan cetakan silinder.

Secara umum urutan tahapan meliputi :

- a. Persiapan material penyusun benda uji
- b. Pemeriksaan material penyusun benda uji
- c. Perencanaan campuran benda uji dengan material batako (*mix design*)
- d. Pembuatan benda uji
- e. Pengujian *slump test*
- f. Pencetakan benda uji dengan silinder
- g. Pembongkaran cetakan yang dibiarkan selama 24 jam
- h. Perawatan benda uji (*curing*) selama 7 hari
- i. Pengangkatan benda uji dari bak perendam
- j. Pembuatan *capping* benda uji
- k. Pengujian kuat tekan beton berumur 28 hari

Diagram alir pelaksanaan dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir pelaksana

## 3.2 Pengujian material

### 3.2.1 Analisa ayakan pasir

Analisa saringan adalah suatu kegiatan untuk mengetahui distribusi ukuran agregat halus maupun agregat kasar dengan menggunakan ukuran-ukuran saringan standart tertentu yang ditunjukkan dengan lubang saringan (mm) dan untuk nilai apakah agregat tersebut cocok untuk diproduksi beton. Salah satu komposisi dasar campuran beton adalah agregat kasar dan agregat halus yang bagus, maka harus dilakukan pengujian agregat sehingga mendapatkan agregat yang sesuai. Agregat yang sesuai adalah agregat dalam kondisi SSD, setelah agregat dalam kondisi SSD, agregat perlu dilakukan analisa saringan.

Dalam hal ini analisa saringan dimaksudkan untuk mengetahui MHB pada agregat. MHB adalah indek yang dipakai untuk mengukur kehalusan dan kekerasan butir-butir suatu agregat. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui besar kecil diameter suatu agregat yang dipakai untuk mencari perbandingan dari campuran agregat karena ukuran agregat juga mempengaruhi stabilitas beton.

Bila butir-butir agregat mempunyai ukuran yang sama maka volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butir-butirnya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil akan mengisi pori diantara yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit, dengan kata lain kemampatannya tinggi. Agregat dengan gradasi yang jelek tidak bias dipakai sebagai bahan campuran beton, oleh karena itu gradasi dari agregat halus sangat mempengaruhi kekuatan adukan beton. Susunan ayakan agregat halus dapat dilihat pada table 3.1 dan gambar 3.2

Tabel 3.1 Susunan ayakan agreat halus

| Susunan ayakan<br>(mm) | Persentase lolos<br>(%) |
|------------------------|-------------------------|
| 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 C33



Gambar 3.2 Urutan saringan ayakan pasir

Sumber : Dokumen peneliti

Pada agregat untuk pembuatan mortar atau beton diinginkan suatu butiran yang kemampatannya tinggi, karena volume porinya sedikit dan ini berarti hanya membutuhkan bahan pengikat saja.

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

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

Nilai FM dapat dicari dengan rumus :

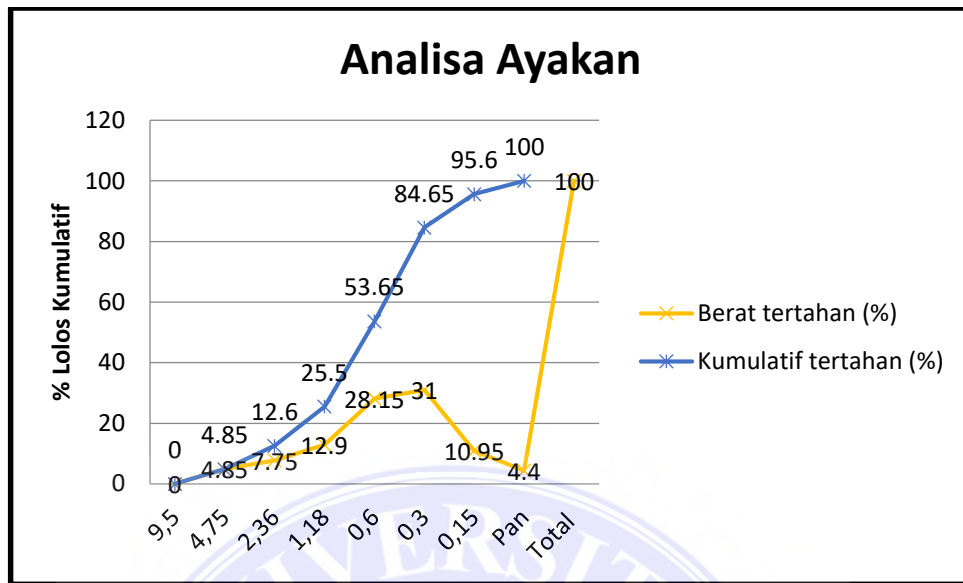
$$FM = \frac{\sum \% \text{Tertahan Kumulatif}}{100}$$

Pengujian agregat halus :

- Ambil pasir yang kering sebanyak 2 (dua) sampel dengan masing-masing beratnya 1000 gram.
- Sediakan ayakan dan susun berturut-turut dari atas kebawah sesuai ukurannya, 9.5, 4.75, 2.36, 1.18, 0.6, 0.3, 0.15 dan pan.
- Masukkan pasir kedalam ayakan lalu ditutup.
- Letakkan ayakan diatas mesin penggetar (*shieve sheker machine*).
- Hidupkan mesin selama 5 (lima) menit.
- Timbang sampel yang tertahan pada masing-masing ayakan.
- Lalukan cara diatas untuk sampel 2 (dua).

Hasil grafik pemeriksaan ayakan agregat halus dapat dilihat pada gambar 3.3

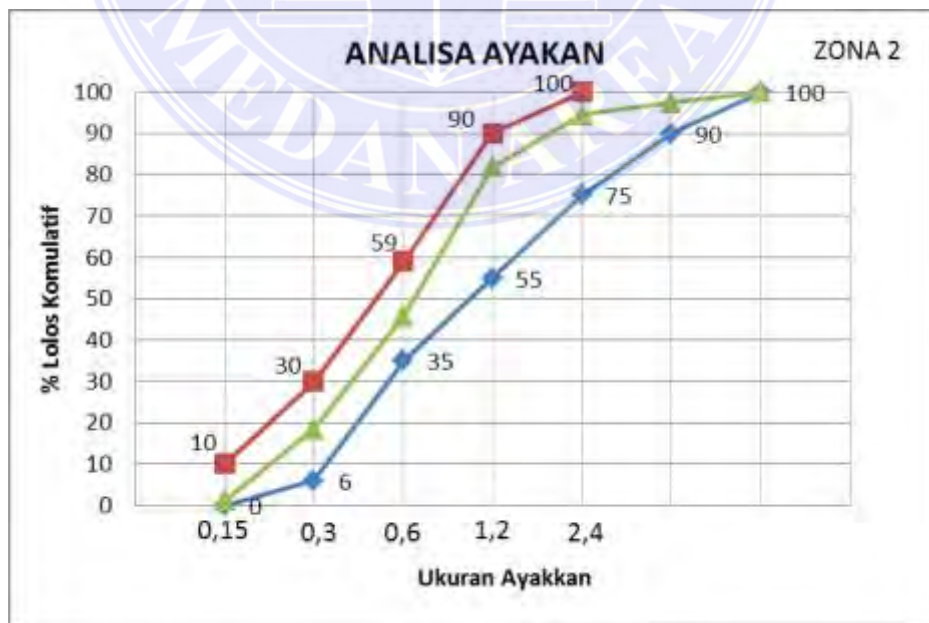
Gambar 3.3 hasil pemeriksaan ayakan agregat halus



Sumber : Data penelitian

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

Dari hasil percobaan diperoleh *Fineness Modulus* (FM) sebesar 2,77 %, dapat disimpulkan bahwa pasir yang dipakai termasuk pasir sedang karena berada dalam standart pasir sedang, yakni  $2,6 < FM < 2,9$ . Diagram analisa ayakan pasir zona 2 dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.4 digram analisa ayakan pasir zona 2

Sumber : SNI 03-2834-2011

Bila dimasukkan kedalam grafik zona untuk agregat halus, maka pasir tergolong kedalam zona 2.

### 3.2.2 Berat isi pasir

Berat isi adalah perbandingan berat agregat terhadap isi pengujian berat isi pada agregat berguna untuk mengkonversi dari satuan berat ke satuan volume. Dalam merancang campuran beton komposisi bahan ditentukan dalam satuan berat. Pada waktu membuat beton dilapangan dengan komposisi berat kurang praktis biasanya dilapangan menggunakan komposisi perbandingan yaitu dengan takaran (volume). Untuk mengkonversi dari komposisi satuan volume digunakan angka berat isi.

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

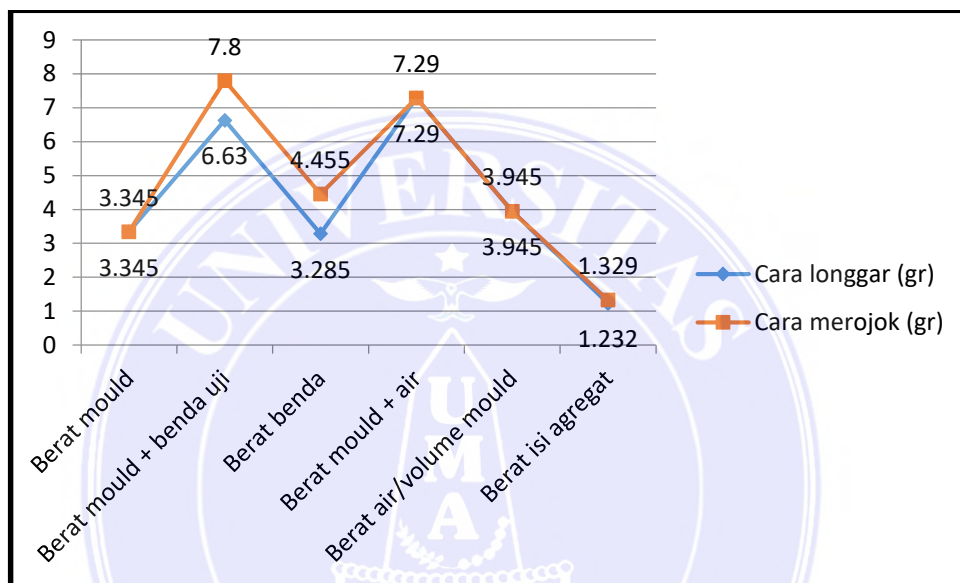
#### Prosedur pelaksana

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

- Timbang bejana yang sudah berisi pasir lalu catat
- Kemudian timbang bejana yang sudah berisi air lalu catat.

Hasil grafik pemeriksaan berat isi agregat halus dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5 hasil pemeriksaan berat isi agregat halus

Sumber : Data penelitian

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

### 3.2.3 Berat jenis pasir

Berat jenis perlu diketahui untuk menentukan banyaknya agregat, ada 3 keadaan pasir yang digunakan pada percobaan ini antara lain: pasir kering dimana pori-pori pasir berisikan udara tanpa air dengan kandungan air sama dengan 0%.

Lalu dalam keadaan SSD dimana permukaan pasir jenuh dengan uap air sedangkan dalamnya kering. Pasir dalam keadaan inilah yang sering digunakan dan terakhir dalam keadaan semua dimana pasir basah total dengan pasir jenuh air. Pasir ini masih dalam keadaan basah walaupun permukaan pasir tidak ada air. Pasir ini masih dalam keadaan basa walaupun permukaan pasir tidak ada air.

Berat Jenis SSD merupakan perbandingan antara berat uji dalam keadaan SSD dengan volume benda uji kering dimana absorpsi terjadi dari keadaan SSD sampai kering berat jenis ini. Perlu diketahui mould untuk menentukan banyaknya agregat yang digunakan dalam campuran ini.

Prosedur pelaksana :

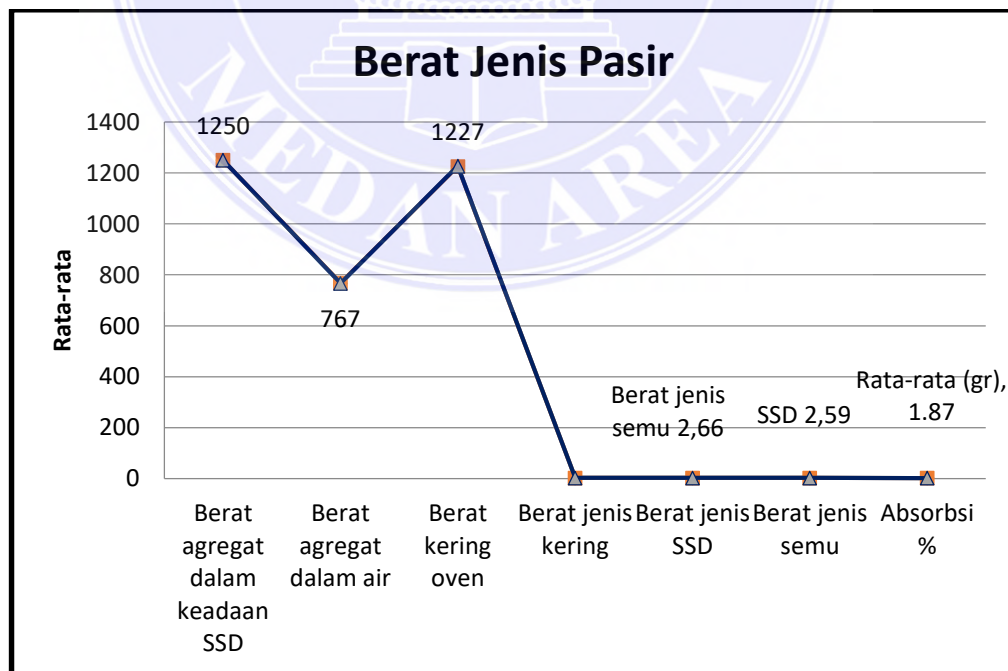
- Sediakan pasir secukupnya.
- Rendam pasir tersebut dalam suatu wadah dengan air selama 24 jam.
- Pasir tersebut dinginkan hingga mencapai kondisi kering permukaan.
- Untuk menentukan pasir kerin dalam kondisi SSD mould 1/3 tinggi, lalu dirojok 25 kali, kemudian isi pasir 2/3 demikian seterusnya, setelah itu mould diangkat perlahan apabila pasir runtuh dalam tepi berarti pasir dalam keadaan SSD.
- Sediakan pasir SSD dalam bagian masing-masing 500 gr. Bagian pertama dimasukkan dalam piknometer kemudian diisi air, lalu diguncang sampai mengeluarkan buih.
- Timbang berat piknometer + pasir + air.
- Buang isi piknometer lalu isi dengan air hingga batas max.
- Timbang berat piknometer + air, catat hasilnya.

- Untuk pasir yang di oven lakukan penimbangan.
- Ulangi percobaan diatas unuk sampel kedua.

Alat pengering pasir/oven dapat dilihat pada gambar 3.6 dan hasil pada gmbarnya 3.7



Gambar 3.6 Oven  
Sumber : Dokumen peneliti



Gambar 3.7 hasil pemeriksaan berat jenis pasir

Sumber : Data penelitian

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

#### 3.2.4 Pemeriksaan kadar lumpur pasir

Agregat halus dalam fungsinya sebagai bahan campuran beton harus lebih bersih dari lumpur. Pemakaian semen akan semakin banyak jika lumpur yang dikandung agregat semakin banyak, hal ini disebabkan karena semakin luas permukaan yang harus diselimuti sedangkan larutan perekat semakin menipis yang mengakibatkan mengikat akan berkurangnya kekuatan beton. Hal utama yang harus diperhatikan dalam agregat halus tersebut adalah kebersihannya. Jadi jangan meremas-remas pasir (mencuci) diperkirakan bagian-bagian yang kotor seperti lumpur dan tanah liat akan berkurang.

##### Prosedur pelaksana

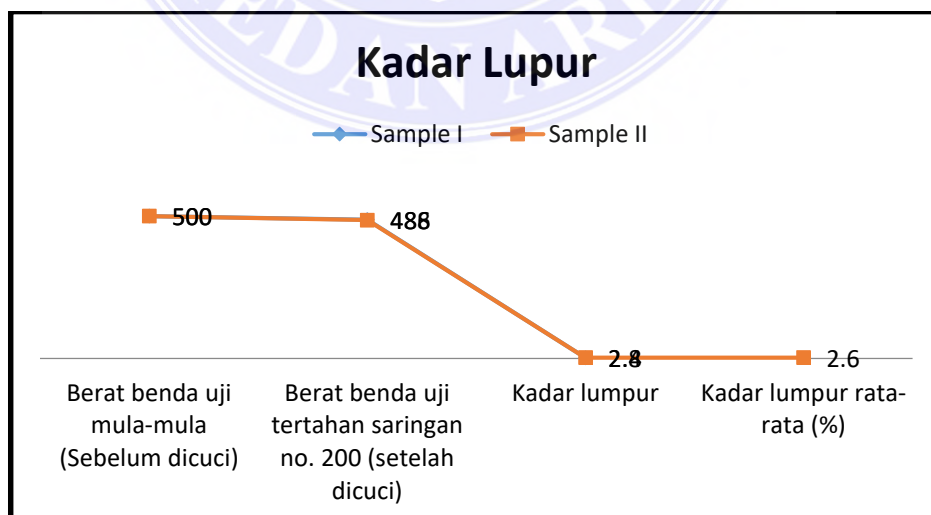
- Sediakan 2 (dua) sampel pasir sebanyak masing-masing 500 gram dalam keadaan kering oven.
- Tuang pasir kedalam ayakan no. 200 dan disiram dengan air melalui kran air sambil digoyang-goyang.
- Pada saat pencucian, pasir harus diremas-remas sehingga air yang keluar melalui ayakan terlihat jernih dan bersih.
- Air yang masih ada didalam pan bersama pasir disedot dengan alat penghisap air.
- Usahakan pasir yang ada dalam pan tidak tumpah keluar
- Sampel didalam pan dikeringkan dalam oven selama 24 jam

- Setelah 24 jam sampel diangkat kemudian ditimbang dan hasilnya dicatat. Persentase selisih antara berat mula-mula dan berat kering setelah pencucian
- Lakukan percobaan pada sampel 2 (dua)

Pemeriksaan kadar lumpur dilihat pada gambar 3.8 dan gambar 3.9



Gambar 3.8 Pemeriksaan kadar lumpur  
Sumber : Dokumen peneliti



Gambar 3.9 hasil pemeriksaan kadar lumpur pasir  
Sumber : Data penelitian

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

### 3.2.5 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 :

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

$$T_{\text{awal}} > 45 \text{ menit}$$

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

### Prosedur pelaksana

- 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.

- Mangkuk mixer dibasahi dengan air secukupnya sehingga permukaan basah, tetapi tidak ada air yang menggenang.
- Masukkan semen, tambah air kedalam mangkuk mixer dan diamkan selama 15 detik.
- Hidupkan mixer dengan kecepatan lambat selama 30 detik dan kemudian matikan selama 15 detik.
- Hidupkan kembali mixer dengan putaran cepat selama 60 detik.
- 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.
- Masukkan kedalam mould yang telah dialasi dengan plat kaca dengan menekan gumpalan semen.
- Dengan mould pada bagian lubang yang terbesar plat kaca dan mould terlebih dahulu diolesi dengan vaselin agar tidak lengket.
- Bagian pasta semen yang keluar melalui lubang yang kecil diratakan dengan scrap tanpa mengganggu pasta semen tersebut diamkan selama 30 menit.
- Selama masa 30 menit atur jarum vicat tepat berada diatas permukaan pasta semen dan atur jarum penunjuk angka penetrasi berada pada angka nol.
- Penetrasi jarum dilakukan berulang-ulang dengan selang waktu yang sama.

Berikut mesin uji kelekatan semen dapat dilihat pada gambar 3.10 dan hasil waktu ikat semen dilihat pada table 3.2



Gambar 3.10 Mesin uji kelekatan semen

Sumber : Dokumen peneliti

Table 3.2 waktu ikat semen

| No. test | Waktu penurunan<br>Air (menit) | Penurunan<br>(mm) | Keterangan waktu<br>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

### 3.2.6 Penggunaan sabut kelapa

Sabut kelapa yang digunakan adalah sabut kelapa yang sudah bersih, kering dan siap pakai. Sabut kelapa ini bisa didapatkan dengan membeli pada pengerajin sabut, pabrik pengolah keset, ataupun penjual kelapa. Panjang sabut kelapa yang digunakan ialah  $\pm 5$  cm.

Dalam menggunakan proporsi campuran material batako atau beton ringan dengan sabut kelapa diperoleh komposisi campuran dalam perbandingan berat, yang didasarkan oleh perhitungan pengurangan berat pasir. Penambahan serat dalam proporsi tertentu kemungkinan dapat mempengaruhi perilaku struktur beton secara keseluruhan. Variasi persentase sabut kelapa yang digunakan adalah 0%, 1.5%, 1.8%, dan 2.1%. Untuk mengetahui nilai kuat tekannya maka dibuat dengan benda uji berbentuk silinder.

Berikut panjang sabut kelapa yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.11 dan persentase penggunaan sabut kelapa pada table 3.3



Gambar 3.11 Panjang ukuran sabut kelapa

Sumber : Dokumen peneliti

Table 3.3 Persentase penggunaan *coco fibre*

| Varias | Persentase <i>coco fibre</i> (%) |
|--------|----------------------------------|
| I      | 0                                |
| II     | 1,5                              |
| III    | 1,8                              |
| IV     | 2,1                              |

Sumber : Data penelitian

### 3.3 Perencanaan campuran beton (*mix design*)

Perencanaa campuran beton ialah bertujuan untuk menentukan proporsi semen, agregat halus agregat kasar, air dan bahan campuran tambahan atau kebutuhan material-material penyusun beton. Bahan-bahan penyusun beton ini dapat ditentukan melalui perancangan beton (*mix design*).

#### 3.3.1 *mix deisgn*

*Mix design* ialah rasio campuran semen agregat yang telah ditetapkan sebelumnya yang sesuai dengan spesifikasi beton. Cara ini menawarkan kemudahan campuran karena perbandingannya 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

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

- Rencana kandungan air dalam beton
- Keadaan gradasi agregat yang digunakan

Metode-metode *mix design* antara lain :

- Metode SKSNI T-15-1990-03
- Metode Inggris
- Metode ACI

### 3.3.2 Desain komposisi material

Berikut ini diketahui hasil pemeriksaan material yang akan digunakan :

- a) Analisa ayakan pasir = 2,77 %
- b) Berat jenis pasir = 2,59 gr
- c) Absorbs pasir = 1,87 %
- d) Kadar lumpur pasir = 2,6 %

### 3.3.3 Perencanaan kuat tekan

Perencanaan beton ringan ini dilakukan dengan menggunakan metode SNI, maka pertama yang dilakukan adalah menentukan kuat tekan karakteristik. Dengan kekuatan beton yang direncanakan sebesar  $100 \text{ kg/cm}^2$  dengan harga deviasi satndart diambil sebesar  $55 \text{ kg/cm}^2$  maka nilai margin diperoleh sebesar  $1,64 \times 50 = 90,2 \text{ kg/cm}^2$ . Jadi kekuatan beton yang direncanakan adalah kekuatan tekan karakteristik dengan margin sebesar  $175 + 82 = 190,2 \text{ kg/cm}^2$ . Diketahui berat isi beton ringan rencana sebesar  $1800 \text{ kg/m}^3$ .

### 3.3.4 kadar air semen

Berdasarkan table SNI perkiraan kebutuhan air per meter kubik beton bahwa untuk agregat maksimum 10 mm dengan slump 60 mm – 180 mm dengan penggunaan jenis agregat halus (Wf), karena perencanaan peneliti menggunakan bahan material batako jadi hanya menggunakan agregat halus sebagai bahan pembuatan beton ringan dan tidak menggunakan agregat kasar. Berikut perkiraan kadar air bebar dapat dilihat pada table 3.4

Tabel 3.4 Perkiraan kadar air bebas

| Slump (mm)                          |               | 0-10 | 10-30 | 30-60 | 60-180 |
|-------------------------------------|---------------|------|-------|-------|--------|
| Ukuran besar butir agregat maksimum | Jenis agregat | ---  | ---   | ---   | ---    |
| 10                                  | Agregat utuh  | 150  | 180   | 205   | 225    |
|                                     | Agregat pecah | 180  | 205   | 230   | 250    |
| 20                                  | Agregat utuh  | 135  | 160   | 180   | 195    |
|                                     | Agregat pecah | 170  | 190   | 210   | 225    |
| 40                                  | Agreat utuh   | 115  | 140   | 160   | 175    |
|                                     | Agregat pecah | 155  | 175   | 190   | 205    |

Sumber : SNI 03-2834-2011

Perkiraan kadar air bebas yang dibutuhkan per m<sup>3</sup> beton untuk agregat halus tidak dipecah/alami (Wf) sebesar 225 kg/m<sup>3</sup>. Sehingga perkiraan kebutuhan air bebas yang akan digunakan pada agregat ialah sebesar :

$$\begin{aligned}\text{Kadar air bebas} &= 2/3 \times Wf \\ &= 2/3 \times 225 \\ &= 150 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

### 3.3.5 kadar semen

Dari hasil perkiraan kadar air sebesar 150 kg/m<sup>3</sup> maka diperoleh kadar semen yang merupakan perbandingan kadar air bebas dengan dengan factor air semen yaitu sebesar  $150/0,5 = 300 \text{ kg/m}^3$ .

### 3.3.6 komposisi agregat

Dengan hasil grafik hubungan antara ukuran maksimum agregat = 10 mm dengan zona agregat halus adalah zona 2, nilai slump 60 mm – 180 mm dan FAS sebesar 0,5, serta berat isi beton ringan rencana 1800 kg/m<sup>3</sup>, maka dapat diperoleh komposisi agregat halus sebesar :

$$\text{Kebutuhan agregat halus} = 1800 - (150 + 300) = 1350 \text{ kg/m}^3$$

Berdasar dari langkah-langkah perencanaan campuran diatas, maka diperoleh komposisi campuran per m<sup>3</sup> sebagai berikut :

- Semen = 300 kg/m<sup>3</sup>
- Pasir = 1350 kg/m<sup>3</sup>
- Air = 150 kg/m<sup>3</sup>

Sebagai perbandingan komposisi yaitu :

- 1 semen Portland : 4,5 agregat halus : 0,5 air

Berikut hasil perbandingan agregat dapat dilihat pada table 3.5

Tabel 3.5 hasil perbandingan agregat

| Nama bahan | Massa/volume (kg/m <sup>3</sup> ) | Perbandingan |
|------------|-----------------------------------|--------------|
| Semen      | 300                               | 1            |
| Pasir      | 1350                              | 4,5          |
| Air        | 150                               | 0,5          |

Sumber : Data penelitian

### 3.4 Pembuatan benda uji

Pembuatan benda uji 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 :

- Kubus beton dengan ukuran panjang 15 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm
- 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 20 (dua 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 sabut kelapa kedalam molen sebagai bahan tambah. 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 kedalam 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 dirojak dengan tongkat besi sebanyak 25 kali. Proses merojak dilakukan dibagian tepi silinder agar diperoleh beton yang simetri menurut sumbunya. Setelah lapisan ketiga selesai dirojak, penuhi permukaan atas dengan adukan beton kemudian ratakan dengan tongkat perata hingga permukaan rata. Pindahkan cetakan yang berisi beton keruangan yang 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 tekannya.

### 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 :

- Homogenitas atau kerataan campuran adukan beton segar (*homogeneity*)
- Kelekatan adukan pasta semen (*cohesiveness*)
- Kemampuan alir beton segar (*flowability*)
- Kemampuan beton segar mempertahankan kerataan dan kelekatan jika dipindah dengan alat angkut (*mobility*)
- 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 dituangkan dan jika terlihat indikasi plastisitas beton segar telah menurun cukup banyak, untuk melihat apakah beton segar masih layak dipakai atau tidak. Pengukuran slump dilakukan dengan mengacu pada aturan yang ditetapkan dalam SNI 1972-2008.

### 3.6 Pengujian kuat tekan

Defenisi kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin uji kuat tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain. Kekuatan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat halus dan air. Apabila perbandingan air semen semakin tinggi, maka kekuatan tekannya akan semakin

tinggi juga. Kelebihan air meningkatkan kemampuan pekerjaan akan tetapi meurunkan kekuatan (Wang dan Salmon, 1990). Jenis semen juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Dari beberapa percobaan terhadap 5 jenis semen pada adukan beton, ternyata kelima jenis semen tersebut mempunyai kekuatan tekan yang berbeda. Adapun batako harus memenuhi syarat-syarat fisis kuat tekannya sebagai berikut dapat dilihat pada table 3.6

Tabel 3.6 Syarat fisis mutu bata beton

| Syarat fisis                                | Satuan             | Tingkat Mutu Bata Beton |    |     |    |
|---------------------------------------------|--------------------|-------------------------|----|-----|----|
|                                             |                    | I                       | II | III | IV |
| • Kuat tekan bruto rata-rata minimal.       | Kg/cm <sup>2</sup> | 100                     | 70 | 40  | 25 |
| • Kuat tekan bruto masing-masing benda uji. | Kg/cm <sup>2</sup> | 90                      | 65 | 35  | 21 |

Sumber : SNI 03-0349-1989

Percobaan uji kuat tekan beton ini bertujuan untuk menentukan kekuatan tekan beton berbentuk silinder, pada pengujian kali ini peneliti menggunakan cetakan berbentuk silinder. Pengujian dilakukan pada saat beton berumur 28 hari, pada umur tersebut kuat tekan karakteristik beton mencapai kekuatan rencananya. Pengujian beton ini dari seluruh variasi berjumlah 20 buah benda uji. Sebelum pengujian kuat tekan dilakukan, benda uji ditimbang terlebih dahulu beratnya. Setelah itu lakukan uji kuat tekannya.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Perencanaan campuran beton K 100

##### 4.1.1 Perencanaan *mix design*

Berikut perencanaan *mix design* dapat dilihat pada table 4.1

Tabel 4.1 *Mix design* K 100

| No. | Uraian                                     | Table/grafik | Nilai                    |
|-----|--------------------------------------------|--------------|--------------------------|
| 1   | Kuat tekan yang direncanakan               | Ditetapkan   | K 100                    |
| 2   | Standard deviasi (S)                       | Diketahui    | 55 kg/cm <sup>2</sup>    |
| 3   | Nilai tambah                               | Diketahui    | 90,2 kg/cm <sup>2</sup>  |
| 4   | Kuat tekan rata-rata umur 28 hari          | Diketahui    | 190,2 kg/cm <sup>2</sup> |
| 5   | Jenis semen                                | Ditetapkan   | Tipe 1 (semen padang)    |
| 6   | Jenis agregat                              | Ditetapkan   | Pasir alami              |
| 7   | Factor air semen                           | Ditetapkan   | 0,5                      |
| 8   | Slump                                      | Ditetapkan   | 60 mm – 180 mm           |
| 9   | Berat isi beton rencana                    | Ditetapkan   | 1800 kg/m <sup>3</sup>   |
| 10  | Kebutuhan air per m <sup>3</sup>           | Diketahui    | 150 kg/m <sup>3</sup>    |
| 11  | Kebutuhan semen per m <sup>3</sup>         | Diketahui    | 300 kg/m <sup>3</sup>    |
| 12  | Kebutuhan agregat halus per m <sup>3</sup> | Diketahui    | 1350 kg/m <sup>3</sup>   |
| 13  | Volume 1 benda uji silinder                | Diketahui    | 0,0053 m <sup>3</sup>    |
| 14  | Factor keamanan/ <i>safety factor</i>      | Ditetapkan   | 1,2                      |

Sumber : Data penelitian

#### 4.1.2 komposisi bahan tambah

Sesuai dengan perencanaan peneliti bahwa komposisi bahan tambah menggunakan sabut kelapa atau *coco fibre*. Komposisi ini menggunakan 4 (empat) variasi dimana masing-masing variasi memperoleh 5 (lima) sample dengan jumlah total 20 (dua puluh) sampel dari seluruh variasi tersebut. Adapun tiap variasi menggunakan campuran persentase sebesar 0 %, 1.5 %, 1.8 % dan 2.1 %. Variasi penggunaan bahan tambah dengan cara mengurangi berat pasir.

Berikut komposisi campuran sabut kelapa yang digunakan dapat dilihat pada table 4.2

Tabel 4.2 Persentase campuran sabut kelapa

| Variasi | Semen<br>(% massa) | Pasir<br>(% massa) | Sabut Kelapa<br>(% pasir) | Air<br>(% massa) |
|---------|--------------------|--------------------|---------------------------|------------------|
| I       | 16,7               | 75                 | 0                         | 8,3              |
| II      | 16,7               | 73,5               | 1,5                       | 8,3              |
| III     | 16,7               | 73,2               | 1,8                       | 8,3              |
| IV      | 16,7               | 72,9               | 2,1                       | 8,3              |

Sumber : Data penelitian

- a) Variasi I 0 % (semen 16,7 %, pasir 75 %, sabut kelapa 0 %) dengan factor air semen 0,5

➤ Berat semen yang dibutuhkan untuk 1 silinder :

$$\text{Diketahui massa silinder} = 0,0053 \text{ m}^3 \times \text{factor safety}$$

$$= 0,0053 \text{ m}^3 \times 1,2$$

$$= 0,00636 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Berat isi } 16,7 \% \text{ dari berat rencana} &= 16,7 \% \times 1800 \text{ kg/m}^3 \\ &= 300 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat yang dibutuhkan} &= 300 \text{ kg/m}^3 \times 0,00636 \text{ m}^3 \\ &= 1,91 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Berat pasir yang dibutuhkan untuk 1 silinder :

$$\begin{aligned}\text{Berat isi } 75 \% \text{ dari berat rencana} &= 75 \% \times 1800 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1350 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat yang dibutuhkan} &= 1350 \text{ kg/m}^3 \times 0,00636 \text{ m}^3 \\ &= 8,59 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Berat sabut kelapa yang dibutuhkan untuk 1 silinder :

$$\text{Berat isi } 0 \% \text{ dari berat rencana} = 0 \% \times 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat yang dibutuhkan} = 0$$

- Factor air semen yang dibutuhkan untuk 1 silinder :

$$\begin{aligned}\text{Berat isi } 8,3 \% \text{ dari berat rencana} &= 8,3 \% \times 1800 \text{ kg/m}^3 \\ &= 150 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat yang dibutuhkan} &= 150 \text{ kg/m}^3 \times 0,00636 \text{ m}^3 \\ &= 0,95 \text{ kg}\end{aligned}$$

- b) Variasi II 1,5 % (semen 16,7 %, pasir 73,5 %, sabut kelapa 1,5 %) dengan factor air semen 0,5

- Berat semen yang dibutuhkan untuk 1 silinder :

$$\begin{aligned}\text{Berat isi } 16,7 \% \text{ dari berat rencana} &= 16,7 \% \times 1800 \text{ kg/m}^3 \\ &= 300 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat yang dibutuhkan} &= 300 \text{ kg/m}^3 \times 0,00636 \text{ m}^3 \\ &= 1,91 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Berat pasir yang dibutuhkan untuk 1 silinder :

$$\begin{aligned}\text{Berat isi 73,5 \% dari berat rencana} &= 73,5 \% \times 1800 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1323 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat yang dibutuhkan} &= 1323 \text{ kg/m}^3 \times 0,00636 \text{ m}^3 \\ &= 8,414 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Berat sabut kelapa yang dibutuhkan untuk 1 silinder :

$$\begin{aligned}\text{Berat isi 1,5 \% dari berat pasir} &= 1,5 \% \times 1350 \text{ kg/m}^3 \\ &= 20,25 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat yang dibutuhkan} &= 20,25 \text{ kg/m}^3 \times 0,00636 \text{ m}^3 \\ &= 0,1288 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Factor air semen yang dibutuhkan untuk 1 silinder :

$$\begin{aligned}\text{Berat isi 8,3 \% dari berat rencana} &= 8,3 \% \times 1800 \text{ kg/m}^3 \\ &= 150 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat yang dibutuhkan} &= 150 \text{ kg/m}^3 \times 0,00636 \text{ m}^3 \\ &= 0,95 \text{ kg}\end{aligned}$$

- c) Variasi III 1,8 % (semen 16,7 %, pasir 73,2 %, sabut kelapa 1,8 %) dengan factor air semen 0,5

- Berat semen yang dibutuhkan untuk 1 silinder :

$$\begin{aligned}\text{Berat isi 16,7 \% dari berat rencana} &= 16,7 \% \times 1800 \text{ kg/m}^3 \\ &= 300 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat yang dibutuhkan} &= 300 \text{ kg/m}^3 \times 0,00636 \text{ m}^3 \\ &= 1,91 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Berat pasir yang dibutuhkan untuk 1 silinder :

$$\begin{aligned}\text{Berat isi 73,2 \% dari berat rencana} &= 73,2 \% \times 1800 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1317,6 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat yang dibutuhkan} &= 1317,6 \text{ kg/m}^3 \times 0,00636 \text{ m}^3 \\ &= 8,378 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Berat sabut kelapa yang dibutuhkan untuk 1 silinder :

$$\begin{aligned}\text{Berat isi 1,8 \% dari berat pasir} &= 1,8 \% \times 1350 \text{ kg/m}^3 \\ &= 24,3 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat yang dibutuhkan} &= 24,3 \text{ kg/m}^3 \times 0,00636 \\ &= 0,1545 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Factor air semen yang dibutuhkan untuk 1 silinder :

$$\begin{aligned}\text{Berat isi 8,3 \% dari berat rencana} &= 8,3 \% \times 1800 \text{ kg/m}^3 \\ &= 150 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat yang dibutuhkan} &= 150 \text{ kg/m}^3 \times 0,00636 \text{ m}^3 \\ &= 0,95 \text{ kg}\end{aligned}$$

- d) Variasi IV 2,1 % (semen 16,7 %, pasir 72,9 %, sabut kelapa 2,1 %) dengan factor air semen 0,5

- Berat semen yang dibutuhkan untuk 1 silinder :

$$\begin{aligned}\text{Berat isi 16,7 \% dari berat rencana} &= 16,7 \% \times 1800 \text{ kg/m}^3 \\ &= 300 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat yang dibutuhkan} &= 300 \text{ kg/m}^3 \times 0,00636 \text{ m}^3 \\ &= 1,91 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Berat pasir yang dibutuhkan untuk 1 silinder :

$$\begin{aligned}\text{Berat isi 72,9 \% dari berat rencana} &= 72,9 \% \times 1800 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1312,2 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat yang dibutuhkan} &= 1312,2 \text{ kg/m}^3 \times 0,00636 \text{ m}^3 \\ &= 8,345 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Berat sabut kelapa yang dibutuhkan untuk 1 silinder :

$$\begin{aligned}\text{Berat isi 2,1 \% dari berat pasir} &= 2,1 \% \times 1350 \text{ kg/m}^3 \\ &= 28,35 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat yang dibutuhkan} &= 28,35 \text{ kg/m}^3 \times 0,00636 \text{ m}^3 \\ &= 0,18 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Factor air semen yang dibutuhkan untuk 1 silinder :

$$\begin{aligned}\text{Berat isi 8,3 \% dari berat rencana} &= 8,3 \% \times 1800 \text{ kg/m}^3 \\ &= 150 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat yang dibutuhkan} &= 150 \text{ kg/m}^3 \times 0,00636 \text{ m}^3 \\ &= 0,95 \text{ kg}\end{aligned}$$

#### 4.2 Nilai slump

Nilai slump adalah nilai yang diperoleh dari hasil uji slump dengan cara beton segar diisikan kedalam suatu corong baja berupa kerucut terpancung, kemudian bejana ditarik ke atas sehingga beton segar meleleh kebawah. Besar penurunan permukaan beton segar diukur, dan disebut nilai “slump”. Makin besar nilai slump, maka beton segar makin encer dan ini berarti semakin mudah untuk dikerjakan.

Penetapan nilai slump dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor berikut :

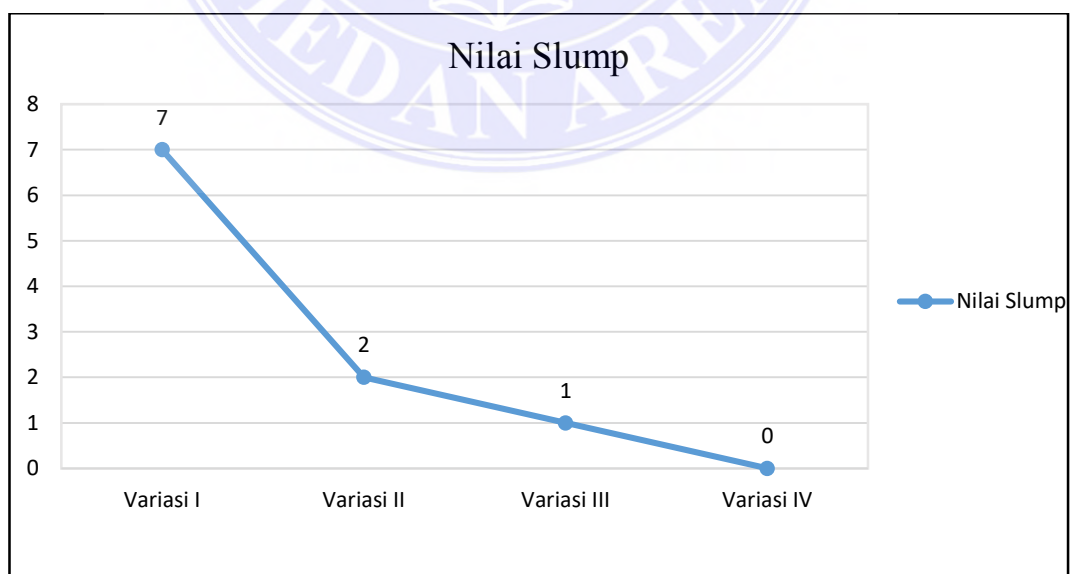
- a) Cara pengangkutan adukan beton.
- b) Cara penuangan adukan beton
- c) Cara pemadatan beton segar
- d) Jenis struktur yang dibuat

Cara pengangkutan adukan beton dengan aliran dalam pipa yang dipompa dengan tekanan membutuhkan nilai slump yang besar, adapun pemadatan adukan dengan alat getar (*triller*) dapat dilakukan dengan nilai slump yang sedikit lebih kecil. Perhitungan nilai slump beton pada dasarnya percobaan sederhana untuk mengetahui *workability* beton segar sebelum diaplikasikan dalam pengecoran. Percobaan dilakukan dengan kerucut abrams dengan diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm (SNI 1972 : 2008). Berdasarkan material yang digunakan adalah material batako yang memakai sedikit air dan tidak menggunakan agregat asar/ kerikil maka nilai slump yang didapat sangat rendah. Hasil pengujian slump dilihat pada table 4.3 dan gambar 4.1

Table 4.3 Data hasil pengujian slump test beton

| Variasi   | Nilai slump (cm) |
|-----------|------------------|
| I         | 7                |
| II        | 2                |
| III       | 1                |
| IV        | 0                |
| Rata-rata | 2,5              |

Sumber : Hasil penelitian



Gambar 4.1 Nilai slump beton

Sumber : Data penelitian

### 4.3 Hasil pengujian kuat tekan

Karena sifat utama dari beton adalah sangat kuat jika menerima beban tekan, maka mutu beton pada umumnya hanya ditinjau terhadap kuat tekan beton tersebut. Adapun sifat lain dari beton yaitu kuat tarik, modulus elastisitas dapat dikorelasikan terhadap kuat tekan beton. Dari hasil pengujian kuat tekan beton dengan variasi yang berbeda dapat dilihat pada table 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil pengujian kuat tekan beton

| Variasi       | Umur    | Berat<br>(kg) | Diameter<br>(cm) | Tinggi<br>(cm) | Luas<br>(cm <sup>2</sup> ) | Beban<br>tekan (kN) |
|---------------|---------|---------------|------------------|----------------|----------------------------|---------------------|
| I (0%)        | 28 hari | 10,413        | 15               | 30             | 176,71                     | 180                 |
|               |         | 10,409        |                  |                |                            | 180                 |
|               |         | 10,352        |                  |                |                            | 180                 |
|               |         | 10,357        |                  |                |                            | 170                 |
|               |         | 10,468        |                  |                |                            | 180                 |
| II<br>(1,5%)  | 28 hari | 10,199        | 15               | 30             | 176,71                     | 90                  |
|               |         | 10,230        |                  |                |                            | 90                  |
|               |         | 10,262        |                  |                |                            | 85                  |
|               |         | 10,318        |                  |                |                            | 85                  |
|               |         | 10,238        |                  |                |                            | 90                  |
| III<br>(1,8%) | 28 hari | 10,169        | 15               | 30             | 176,71                     | 80                  |
|               |         | 10,108        |                  |                |                            | 80                  |
|               |         | 10,091        |                  |                |                            | 80                  |
|               |         | 10,112        |                  |                |                            | 75                  |
|               |         | 10,095        |                  |                |                            | 75                  |
| IV<br>(2,1%)  | 28 hari | 9,946         | 15               | 30             | 176,71                     | 70                  |
|               |         | 9,994         |                  |                |                            | 70                  |
|               |         | 9,933         |                  |                |                            | 60                  |
|               |         | 9,959         |                  |                |                            | 65                  |
|               |         | 9,746         |                  |                |                            | 70                  |

Sumber : Data penelitian

Menurut SK SNI T-15-1991 dan SNI 03-2847-2002), kuat tekan beton diberi notasi  $f'_c$ , yaitu kuat tekan silinder beton yang diisyaratkan pada watu berumur 28 hari. Untuk pengujian kuat tekan beton, benda uji berupa silinder beton berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm ditekan dengan beban  $P$  sampai runtuh. Karena ada beban tekan  $P$ , maka terjadi tegangan tekan pada beton ( $f'_c$ ) sebesar beban ( $P$ ) dibagi dengan luas penampang beban ( $A$ ), sehingga dirumusan :

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Dimana :

- $f'_c$  = kuat tekan beton (MPa)
- $P$  = beban tekan (N)
- $A$  = luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ )

Perhitungan :

➤ Variasi I (0%)

$$P = \frac{180 + 180 + 180 + 170 + 180}{5} = 178 \text{ kN}$$

$$= 178000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{4}\pi d^2$$

$$= \frac{1}{4}\pi 150^2 \text{ mm} = 17671,45 \text{ mm}^2$$

$$f = \frac{P}{A}$$

$$= \frac{178000}{17671,45} = 10,1 \text{ MPa}$$

➤ Variasi II (1,5%)

$$P = \frac{90 + 90 + 85 + 85 + 90}{5} = 88 \text{ kN}$$

$$= 88000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{4}\pi 150^2 \text{ mm} = 17671,45 \text{ mm}^2$$

$$f = \frac{88000}{17671,45} = 5,0 \text{ MPa}$$

➤ Variasi III (1,8%)

$$P = \frac{80 + 80 + 80 + 75 + 75}{5} = 78 \text{ kN}$$

$$= 78000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{4}\pi 150^2 \text{ mm} = 17671,45 \text{ mm}^2$$

$$f = \frac{78000}{17671,45} = 4,4 \text{ MPa}$$

➤ Variasi IV (2,1%)

$$P = \frac{70 + 70 + 60 + 65 + 70}{5} = 67 \text{ kN}$$

$$= 67000 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{4}\pi 150^2 \text{ mm} = 17671,45 \text{ mm}^2$$

$$f = \frac{67000}{17671,45} = 3,8 \text{ MPa}$$

Hasil perhitungan kuat tekan beton dapat dilihat pada table 4.5

Tabel 4.5 Hasil perhitungan kuat tekan

| Variasi    | Beban tekan rata-rata (N) | Luas (mm <sup>2</sup> ) | Kuat tekan beton (MPa) |
|------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|
| I (0%)     | 178000                    | 17671,45                | 10,1                   |
| II (1,5%)  | 88000                     | 17671,45                | 5,0                    |
| III (1,8%) | 78000                     | 17671,45                | 4,4                    |
| IV (2,1%)  | 67000                     | 17671,45                | 3,8                    |

Sumber : Data penelitian

Dari hasil pengujian kuat tekan diperoleh hubungan rata-rata dari beton tersebut. Hasil dari kuat tekan rata-rata yaitu variasi I sebesar 10.1 MPa, variasi II sebesar 5.0 MPa, variasi III sebesar 4.4 MPa dan variasi IV sebesar 3.8 MPa.

#### 4.4 Pembahasan

##### 4.4.1 Slump

Slump beton atau *concrete slump test* adalah pengujian yang dilakukan khusus untuk mengukur seberapa kental adukan beton tersebut. Ini penting untuk dilakukan guna mengetahui seberapa mudahnya beton tersebut untuk dikerjakan atau workability. Tujuan lain dari pengujian ini adalah untuk :

- Mengetahui nilai slump dari beton segar yang direncanakan
- Membandingkan nilai slump actual dengan nilai slump rencana

Dengan kata lain uji slump beton ini untuk mengontrol mutu beton dengan cara mengetahui seberapa baik pencampuran adukan beton tersebut sebelum digunakan. Secara istilah, kata slump berarti “kemerosotan”. Dengan begitu, uji slump yang dilakukan atas adukan beton memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui seberapa banyak kemerosotan yang terjadi akibat proses pengadukan beton seaktu di uji dengan alat tes khusus bernama kerucut abrams. Hal tersebut ada kaitannya dengan jumlah air yang dicampurkan pada adukan beton tersebut.

Jika penggunaan air terlalu banyak pada pencampuran beton maka berdampak pada kekuatan beton yang akan dihasilkan nantinya. Beton dengan kekentalan yang tinggi biasanya antara slump  $16 \pm 2$  cm hingga  $21 \pm 2$  cm diperlukan untuk pembuatan pondasi bore pile, kolom bangunan, dan lain-lain.

Sedangkan untuk beton dengan kekentalan rendah biasanya antara slump  $4 \pm 2$  cm hingga  $8 \pm 2$  cm diperlukan sebagai beton untuk pembangunan jalan raya.

Pada penelitian ini slump dilakukan pada beton ringan atau batako dan hasilnya dapat dilihat pada table 4.3 dan gambar 4.1. Jika dilihat pada grafik perbedaan nilai slump tampak sangat jelas. Karena bahan campur pada batako menggunakan sabut kelapa. Seperti yang kita ketahui bahwa sabut kelapa berbentuk serat. Sifat dari serat ialah sedikit kaku, lentur, mudah kusut, kuat dan mudah menyerap air sehingga air pada campuran beton menyusut. Hal inilah yang dapat berpengaruh besar terhadap nilai slump.

#### 4.4.2 Berat benda uji

Berat pada benda uji sangat berpengaruh pada kuat tekan beton, semakin berat beton artinya beton tersebut sudah padat maka semakin baik pula kuat tekannya. Jenis beton yang digunakan dapat diketahui dari beratnya yaitu apabila beratnya mencapai lebih dari 12 kg berarti beton yang digunakan ialah beton normal, sedangkan beton yang beratnya tidak lebih dari 11 kg maka beton tersebut ialah beton ringan.

Pengujian berat benda uji dilakukan sebanyak 2 (dua) kali yaitu setelah mengalami proses perawatan (*curing*) selama 7 hari dan sebelum di uji kuat tekannya. Pengujian berat benda uji dilakukan dengan alat timbangan digital agar hasil yang didapat lebih detail serta akurat. Hasil pengujian berat benda uji dapat dilihat pada tabel 4.6.

Table 4.6 hasil pengujian berat benda uji setelah perendaman 7 hari

| Umur (hari) | Variasi | Berat benda uji (kg) |
|-------------|---------|----------------------|
| 7           | 0 %     | 10,721               |
|             |         | 10,778               |
|             |         | 10,674               |
|             |         | 10,742               |
|             |         | 10,815               |
| 7           | 1,5 %   | 10,624               |
|             |         | 10,744               |
|             |         | 10,710               |
|             |         | 10,734               |
|             |         | 10,720               |
| 7           | 1,8 %   | 10,462               |
|             |         | 10,555               |
|             |         | 10,647               |
|             |         | 10,663               |
|             |         | 10,834               |
| 7           | 2,1 %   | 10,666               |
|             |         | 10,900               |
|             |         | 10,964               |
|             |         | 10,630               |
|             |         | 10,881               |

Sumber : Data penelitian

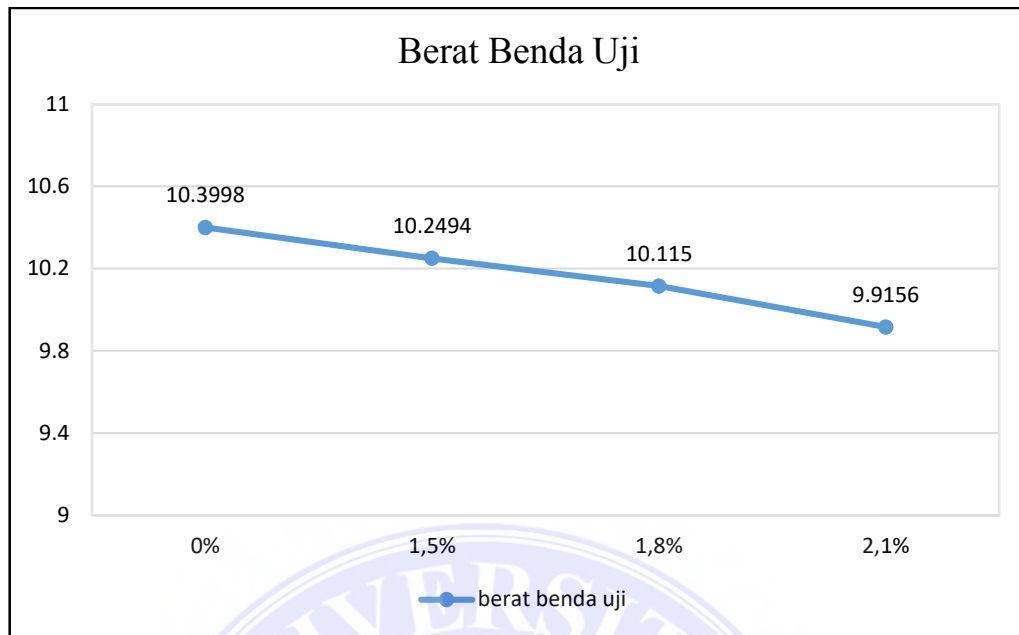
Setelah melalui proses perawatan (*curing*) selama 7 hari, kemudian ditimbang berat yang didapat berbeda-beda, hal ini diakibatkan oleh sabut kelapa yang mempunyai sifat daya serap air, sehingga beton tersebut mampu menyerap air begitu banyak. Berikut ini dapat dilihat berat benda uji setelah umur 28 hari sebelum diuji kuat tekannya pada tebal 4.7.

Table 4.7 Hasil pengujian berat benda uji setelah 28 hari

| Umur (hari) | Variasi | Berat benda uji (kg) |
|-------------|---------|----------------------|
| 28          | 0 %     | 10,413               |
|             |         | 10,409               |
|             |         | 10,352               |
|             |         | 10,357               |
|             |         | 10,468               |
| 28          | 1,5 %   | 10,199               |
|             |         | 10,230               |
|             |         | 10,262               |
|             |         | 10,318               |
|             |         | 10,238               |
| 28          | 1,8 %   | 10,169               |
|             |         | 10,108               |
|             |         | 10,091               |
|             |         | 10,112               |
|             |         | 10,095               |
| 28          | 2,1 %   | 9,946                |
|             |         | 9,994                |
|             |         | 9,933                |
|             |         | 9,959                |
|             |         | 9,746                |

Sumber : Data penelitian

Hasil table menunjukkan berat benda uji pada umur 28 hari mengalami penurunan yang signifikan karena mengalami penyusutan. Hasil rata-rata dapat dilihat dengan jelas melalui grafik pada gambar 4.2



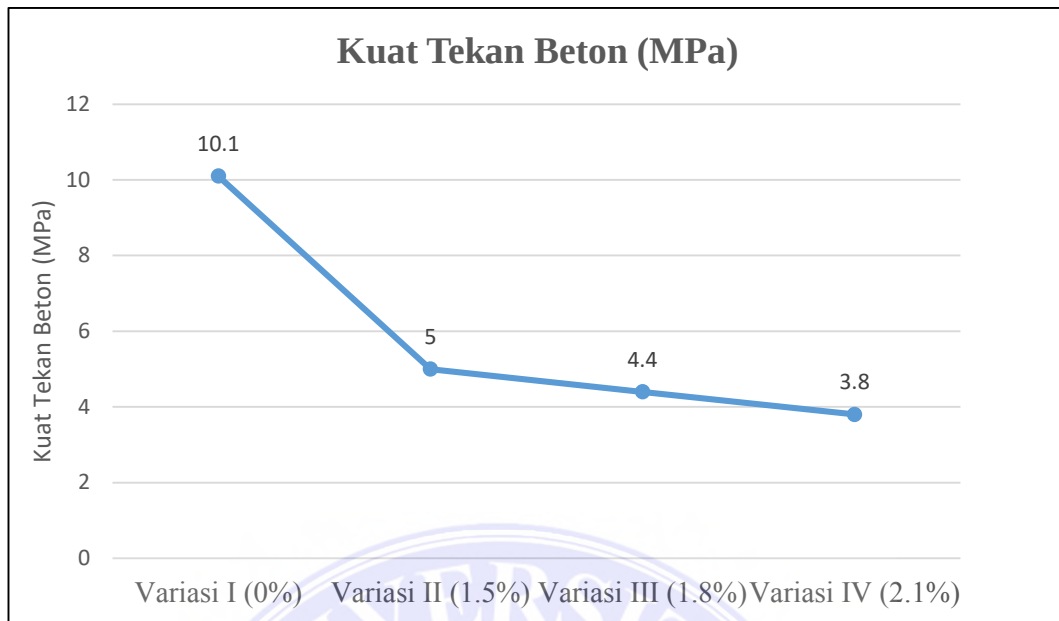
Gambar 4.2 Hasil rata-rata berat benda uji

Sumber : Data penelitian

Dari hasil rata-rata yang didapat dari masing-masing variasi bahwa semakin besar persentase penggunaan campuran sabut kelapa, maka beratnya akan semakin menurun. Hal ini dikarenakan oleh sabut kelapa yang bersifat agak kaku yang membuat beton tidak padat sehingga dapat tercipta rongga pada beton.

#### 4.4.3 Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan ialah pengujian tahap akhir dari penelitian ini untuk mengetahui hasil yang didapat dari perencanaan sesuai atau tidaknya. Setelah melalui proses pengujian berat benda uji, beton kemudian di uji kuat tekannya dengan masing-masing variasi yaitu 0% ; 1,5% ; 1,8% dan 2,1%. Berikut hasil dari uji kuat tekan pada masing-masing variasi dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Grafik rata-rata kuat tekan beton

Sumber : Data penelitian

Berdasarkan hasil yang didapat bahwa kuat tekan yang diterima masing-masing variasi sangat jauh berbeda, sehingga jauh dari hasil yang diharapkan. Seperti yang kita lihat pada table 4.5 kuat tekan tertinggi diperoleh oleh variasi I yaitu 0% sebesar 10,1 MPa, sedangkan kuat tekan terendah diperoleh variasi IV yaitu 2,1% sebesar 3,8 MPa. Hal ini dikarenakan sabut kelapa sebagai bahan campuran yang terlalu banyak tidak mampu untuk memadatkan beton, malah sebaliknya volume beton akan berkurang akibat rongga beton yang tercipta dengan adanya sabut kelapa karena bersifat serat sehingga sulit untuk menyatu dengan beton. Sedangkan jika dilihat dari syarat fisis bata beton pada table 3.6 kuat tekannya masih memenuhi persyaratan mutu yaitu pada mutu tingkat II. Dengan hasil ini maka persyaratan sabut kelapa sebagai bahan campur batako masih memenuhi persyaratan uji kuat tekan beton.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dan didapatkan hasil pengujian yang diawali dengan pemeriksaan bahan atau material yaitu pengujian agregat halus, pengujian semen, pengujian slump test dan hingga pengujian kuat tekan beton di laboratorium beton teknik sipil Universitas Sumatera Utara. Sehingga dapat ditarik kesimpulan penelitian sebagai berikut :

- a) Dari hasil analisa yang saya dapat tentang pengaruh sabut kelapa dengan campuran material batako terhadap uji kuat tekan hasilnya tidak memenuhi sesuai yang diharapkan yaitu kuat tekan semakin rendah.
- b) Sampel beton yang menghasilkan kuat tekan beton rata-rata paling rendah ialah sampel beton dengan variasi IV, yaitu campuran sabut kelapa persentase terbanyak sebesar 2,1% dengan kuat tekan beton sebesar 3,8 MPa.
- c) Jika dilihat dari persentase penggunaan sabut kelapa hasil yang didapat dari uji kuat tekannya semakin menurun. Sedangkan jika dilihat berdasarkan syarat fisis bata beton sabut kelapa masih memenuhi persyaratan yaitu pada mutu tingkat II.
- d) Nilai maksimum persentase penggunaan sabut kelapa yang dapat memenuhi persyaratan ialah 1,8% pada variasi III. Sedangkan nilai minimal persentase penggunaan sabut kelapa ialah 1,5% pada variasi II.

## 5.2 Saran

Dari hasil penelitian dan juga beberapa pengujian, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut :

- a) Untuk penggunaan sabut kelapa sebagai bahan campuran sebaiknya gunting sabut kelapa tersebut dengan teliti sehingga pada saat pembuatan benda uji sabut kelapa tersebut bisa tersusun rapi didalam cetakan beton silinder.
- b) Perhatikan saat merojok agar benda uji tersebut benar-benar padat dan tidak terdapat rongga yang dapat mempengaruhi kuat tekan beton.
- c) Sebaiknya gunakan persentase campuran yang lebih kecil, karena semakin besar persentase yang digunakan maka akan semakin besar rongga pada beton dikarenakan sabut kelapa yang sangat ringan
- d) Agar dapat dikembangkan lagi, sebaiknya gunakan campuran sabut kelapa pada penggunaan penyerapan panas atau kenyamanan thermal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bata Beton Untuk Pasangan Dinding. (1989). In SNI. Jakarta.
- beton-ringan*. (n.d.). Retrieved from [www.pustaka-ts.blogspot.com](http://www.pustaka-ts.blogspot.com).
- Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder. (2011). In SNI. Jakarta.
- Cara Uji Slump Beton. (2008). In SNI. Jakarta.
- Hanifatun, F. (2016). *Pengaruh Penggunaan Semen*.
- Kuryanto, T. D. (2013). Kajian Penggunaan Sabut Kelapa Da Fly Ash Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton.
- manfaat-pohon-kelapa/struktur-buah-kelapa*. (2012, 04 11). Retrieved from <http://darianahobbies.wordpress.com>.
- panduan-dan-tip-rubrik-35/145-ragam-mediatanam.html*. (2010). Retrieved from <http://www.kebonkembang.com>.
- Patandung, P. (2017). Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Pembuatan Beton "Knock Down". manado.
- Prahara, E., Gouw, T. L., & Rachmansyah. (2015). Analisa Pengaruh Penggunaan Serat Serabut Kelapa Dalam Persentase Tertentu Pada Beton Mutu Tinggi. Jakarta Barat.
- Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium. (2011). In SNI. Jakarta.
- Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. (2011). In SNI. Jakarta.
- Tata Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan. (2011). In SNI. Jakarta.
- Zulkifly. (2013). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Beton Normal. Kendari.

## LAMPIRAN I

Pemeriksaan bahan :

a). pemeriksaan ayakan agregat halus

Table 1 hasil pemeriksaan ayakan agregat halus

| Diameter ayakan (mm) | Sampel I (gr) | Sampel II (gr) | Berat fraksi tertahan |                    |                        |                     |
|----------------------|---------------|----------------|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------|
|                      |               |                | Berat Total (gr)      | 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

b). pemeriksaan berat isi agregat halus

Tabel 2 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

c). pemeriksaan berat jenis pasir

Tabel 4 hasil pemeriksaan berat jenis pasir

|                                 |                                  | Sample<br>I (gr) | Sample<br>II (gr) | Rata-rata<br>(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              |
| Absorpsi %                      | $= \frac{(B - A) \times 100}{A}$ | 1,79             | 1,96              | 1,87              |

Sumber : Data penelitian

d). pemeriksaan kadar lumpur pasir

Tabel 4 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

## LAMPIRAN II

### Dokumentasi penelitian



Gambar 01 sabut kelapa



Gambar 02 Persiapan bahan pengecoran



Gambar 03 Ayakan pasir



Gambar 04 Pencampuran bahan



Gambar 05 Pengadukan bahan dengan mesin molen



Gambar 06 Pencampuran sabut kelapa sebagai bahan tambah



Gambar 07 Pengujian slump test



Gambar 08 Cetakan beton



Gambar 09 Pembongkaran cetakan



Gambar 10 Perendaman benda uji



Gambar 11 Pengangkatan benda uji dari bak perendam



Gambar 12 Timbang benda uji



Gambar 13 Pengujian kuat tekan



Gambar 14 Pemantauan uji kuat tekan







