

**PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK KAYU (SAWDUST)  
SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN PADA  
CAMPURAN BETON  
(Penelitian)**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Ujian Sarjana

**OLEH:**

**Riyan Pratama**  
**NIM: 10.811.0074**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**2015**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)11/12/23

## ABSTRAK

Kebutuhan manusia akan kayu sebagai bahan konstruksi terus meningkat, seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, selain untuk bahan konstruksi, kayu juga banyak digunakan untuk *furniture* seperti meja, kursi, pintu, kosen pintu maupun jendela serta masih banyak lagi *furniture* yang bisa dibuat dari bahan dasar kayu. Pada proses pembuatan bahan konstruksi dan *furniture* tersebut tidak jarang menghasilkan limbah yang banyak dan tidak termanfaatkan secara optimal. Adapun salah satu limbah yang dihasilkan dari pembuatan konstruksi dan *furniture* tersebut adalah serbuk kayu (*sawdust*). Untuk itu, banyak hal yang telah dilakukan dalam rangka mendaur ulang guna mengatasi masalah keberadaan limbah ini. Salah satunya adalah teknologi beton serbuk kayu. Pada penelitian ini serbuk kayu menggantikan sebagian volume dari agregat halus (pasir) dengan kadar persentase 5%, 10% dan 15%, kemudian beton serbuk kayu tersebut akan diuji kuat tekan dan kuat tarik belahnya. Setelah dilakukan penelitian dan pengujian dari beton serbuk kayu tersebut maka didapat hasil yaitu penurunan bobot isi dibandingkan dengan beton normal yaitu 2293.04 kg/m<sup>3</sup>, 2260.90 kg/m<sup>3</sup>, 2207,05 kg/m<sup>3</sup>, 2174.74 kg/m<sup>3</sup>. Penurunan nilai kuat tekan dibandingkan dengan beton normal sejalan dengan peningkatan kadar serbuk kayu sebesar 26.46 MPa, 25.48 MPa, 23.83 MPa, 21.77 MPa. Penurunan nilai kuat tarik belah dibandingkan dengan beton normal sejalan dengan peningkatan kadar serbuk kayu sebesar 4.52 MPa, 4.43 MPa, 4.33 MPa, 4.29 MPa. Nilai kuat tekan dan kuat tarik tertinggi pada kadar persentase serbuk kayu 5%, yaitu 25.48 MPa dan 4.43 MPa. Menurut buku teknologi beton pada mutu beton dan penggunaannya untuk kuat tekan 25.48 MPa tergolong beton mutu sedang, dengan pemanfaatan pada umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang.

Kata Kunci: Serbuk kayu, kuat tekan, kuat tarik belah.

## ABSTRACT

Human need for wood as a construction material continues to increase, along with the increase of population, in addition to construction materials, wood is also widely used for furniture such as desks, chairs, doors, door and window frames and many more furniture that can be made of a wooden base. In the process of manufacture of construction materials and furniture is not uncommon to produce a lot of waste and not utilized optimally. As one of the wastes generated from the manufacture of construction and the furniture is sawdust. To that end, much has been done in order to recycle in order to overcome the problem of the existence of this waste. One is the concrete technology sawdust. In this study, wood powder partially replace the volume of fine aggregate (sand) with the percentage content of 5%, 10% and 15%, then the concrete will be tested sawdust compressive strength and tensile strength dimpled. After doing the research and testing of the concrete sawdust then we got the result that a decrease in bulk density compared to normal concrete is  $2293.04 \text{ kg/m}^3$ ,  $2260.90 \text{ kg/m}^3$ ,  $2207.05 \text{ kg/m}^3$ ,  $2174.74 \text{ kg/m}^3$ . The decrease compared to the compressive strength of normal concrete with increasing levels of wood dust at 26.46 MPa, 25.48 MPa, 23.83 MPa, 21.77 MPa. Impairment split tensile strength than normal concrete elevated levels of sawdust in line at 4.52 MPa, MPa 4.43, 4.33 MPa, 4.29 MPa. The compressive strength and tensile strength at the highest levels of sawdust percentage of 5%, is 25.48 MPa and 4.43 MPa. According to the concrete quality use for 25.48 MPa compressive strength of concrete quality was classified, the utilization is generally used for reinforced concrete, like slab bridges, girder reinforced concrete, precast concrete, reinforced concrete culvert.

*Keywords:* sawdust, concrete compressive strength test, split tensile strength.

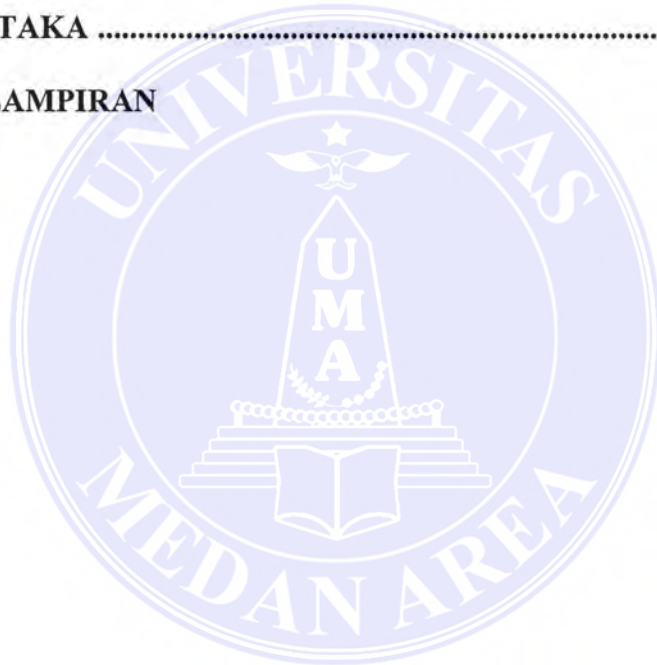
## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan .....	2
1.3 Perumusan Masalah .....	2
1.4 Pembatasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Pengertian Kayu Secara Umum .....	4
2.2 Sifat-Sifat Umum Kayu .....	5
2.3 Pengertian Limbah Kayu.....	6
2.4 Jenis-Jenis Limbah Kayu .....	6
2.5 Serbuk Kayu.....	7
2.6 Kayu Meranti.....	7
2.6.1 Manfaat dan Mutu Kayu Meranti .....	8
2.7 Beton .....	9
2.7.1 Kelebihan dan Kekurangan Beton .....	10
2.7.2 Kinerja dan Mutu Beton .....	11

2.7.3 Pengujian Beton .....	12
1. Kuat Tekan Beton.....	12
2. Kuat Tarik Belah Beton.....	13
2.8 Bahan Penyusun Beton .....	14
2.8.1 Semen .....	14
2.8.1.1 Semen Portland.....	15
2.8.1.2 Jenis-Jenis Semen Portland .....	15
2.8.2 Agregat .....	17
2.8.2.1 Agregat Kasar.....	17
2.8.2.2 Agregat Halus .....	18
2.8.3 Gradasi Agregat .....	19
2.9 Absorpsi dan Kadar Air .....	21
2.10 Air .....	22
2.11 Kemudahan Pengerjaan ( <i>Workability</i> ) .....	24
2.12 Pemisahan Kerikil ( <i>Segregation</i> ) .....	26
2.13 Pemisahan Air ( <i>Bleeding</i> ).....	27
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
3.1 Umum .....	28
3.2 Persiapan Bahan dan Peralatan .....	28
3.2.1 Bahan .....	28
3.2.2 Peralatan .....	29
3.3 Pemeriksaan Material .....	30
3.3.1 Analisa Ayak Agregat Halus (SNI 03-1968-1990) .....	30
3.3.2 Analisa Ayak Agregat Kasar (SNI 03-1968-1990) .....	32

3.3.3	Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus (SNI 03-1970-1990) .....	33
3.3.4	Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar (SNI 03-1969-1990) .....	36
3.3.5	Pengujian Kadar Organik pada Pasir ( <i>Colorimetric Test</i> ) (SNI 03-2816-1992) .....	38
3.3.6	Kadar Air pada Agregat dan Serbuk Kayu .....	40
3.3.7	Berat Isi Pasir (SNI 03-4804-1998) .....	41
3.3.8	Berat Isi Kerikil (SNI 03-4804-1998) .....	42
3.3.9	Berat Isi Serbuk Kayu .....	44
3.3.10	Kadar Air pada Serbuk Kayu .....	46
3.3.11	Pemeriksaan Kadar Lumpur (Pencucian Pasir Lewat Ayakan 200) .....	47
3.3.12	Pemeriksaan Kadar Liat ( <i>Clay Lump</i> ) .....	49
3.3.13	Pemeriksaan Keausan Menggunakan Mesin Pengaus Los Angeles (SNI 03-2417-1991) .....	50
3.4	Perencanaan Campuran Beton ( <i>Mix Design</i> ) .....	52
3.5	Pembuatan Benda Uji Silinder .....	55
3.6	Perawatan Benda Uji .....	56
3.7	Pengujian Sampel .....	57
3.7.1	Pengujian <i>Slump</i> (SNI 03-1972-1990) .....	57
3.7.2	Pengujian Bobot Isi Beton Segar (SNI 03-1973-1990) .....	58
3.7.3	Pengujian Kuat Tekan Beton (SNI 03-1974-1990) .....	58
3.7.4	Pengujian Kuat Tarik Beton (SNI 03-2491-2002) .....	60
3.8	Analisa dan Kesimpulan .....	60

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>61</b>
4.1 Nilai Slump .....	61
4.2 Pengujian Bobot Isi Beton Segar .....	62
4.3 Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton .....	63
4.4 Pengujian Kuat Tarik Beton .....	65
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>70</b>
5.1 Kesimpulan .....	70
5.2 Saran .....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>71</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kayu merupakan hasil hutan dari sumber kekayaan alam, merupakan bahan mentah yang sudah diproses untuk dijadikan barang sesuai kemajuan teknologi. Kayu memiliki beberapa sifat sekaligus, yang tidak dapat ditiru oleh bahan-bahan lain. Pengertian kayu disini adalah sesuatu bahan, yang diperoleh dari hasil pemungutan pohon-pohon di hutan, yang merupakan bagian dari pohon tersebut, setelah diperhitungkan bagian-bagian mana yang lebih banyak dapat dimanfaatkan untuk sesuatu tujuan penggunaan (*J. F. Dumanaw, 1990: 1*).

Kebutuhan manusia akan kayu sebagai bahan konstruksi terus meningkat, seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, selain untuk bahan konstruksi, kayu juga banyak digunakan untuk *furniture* seperti meja, kursi, pintu, kosen pintu maupun jendela serta masih banyak lagi *furniture* yang bisa dibuat dari bahan dasar kayu.

Pada proses pembuatan bahan konstruksi dan *furniture* tersebut tidak jarang menghasilkan limbah yang banyak dan tidak termanfaatkan secara optimal. Adapun salah satu limbah yang dihasilkan dari pembuatan konstruksi dan *furniture* tersebut adalah serbuk kayu (*sawdust*). Serbuk kayu (*sawdust*) adalah limbah yang diperoleh dari hasil penggergajian kayu yang menggunakan mesin maupun manual.

Beton merupakan campuran antara semen, air, pasir dan kerikil dengan perbandingan tertentu yang mengeras menyerupai batu. Air dan semen membentuk pasta yang akan mengisi rongga-rongga diantara butiran pasir dan



kerikir. Bahan tambah lain juga sering digunakan dalam campuran beton untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu.

Pada penelitian ini saya mencoba mempelajari potensi pemanfaatan serbuk kayu (*sawdust*) sebagai bahan tambahan sebagian agregat halus dengan kadar persentase tertentu.

## 1.2 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud penulis dalam penelitian untuk tugas akhir ini adalah untuk mengetahui perilaku mekanik beton yang menggunakan serbuk kayu sebagai bahan tambah sebagian agregat halus dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15% berdasarkan volume pasir dan membandingkannya dengan beton normal.

Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan limbah serbuk kayu sebagai bahan tambahan beton dengan harapan mendapatkan beton yang lebih ramah lingkungan dengan mutu beton tetap terjaga dari yang direncanakan yaitu  $f'c$  25 MPa pada umur 28 hari.

## 1.3 Perumusan Masalah

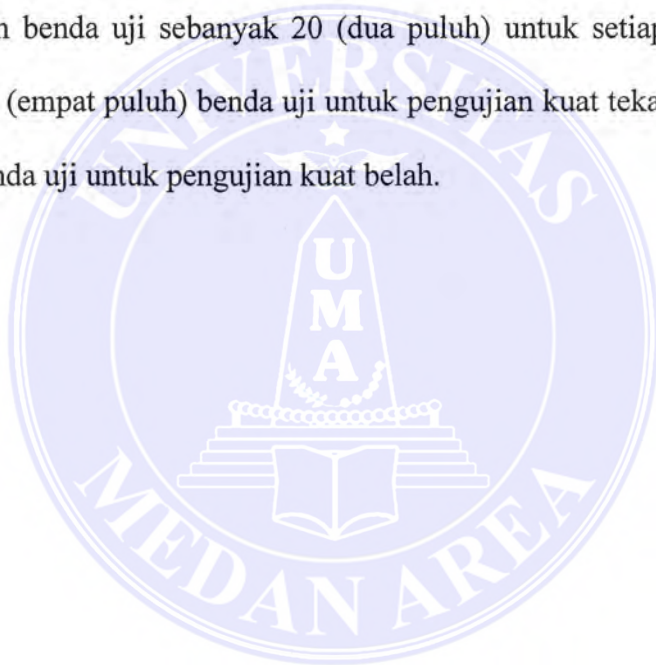
Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah sistematika pembuatan beton dengan menggunakan campuran serbuk kayu?
2. Berapakah kadar persentase serbuk kayu yang menghasilkan kuat tekan dan tarik belah sesuai dengan mutu beton yang direncanakan?
3. Bagaimana pengaruh penggantian sebagian pasir menggunakan serbuk kayu terhadap nilai *slump*?

#### 1.4 Pembatasan Masalah

Adapun pembatasan masalah yang diambil untuk mempermudah penyelesaian dan keterbatasan pengetahuan penulis dalam permasalahan beton yaitu:

1. Penggantian agregat halus dengan material serbuk kayu (*sawdust*) sebesar 0%, 5%, 10% dan 15%
2. Untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah menggunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
3. Pembuatan benda uji sebanyak 20 (dua puluh) untuk setiap variasi dengan rincian 40 (empat puluh) benda uji untuk pengujian kuat tekan dan 40 (empat puluh) benda uji untuk pengujian kuat belah.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Kayu Secara Umum

Kayu merupakan hasil hutan dari sumber kekayaan alam, merupakan bahan mentah yang sudah diproses untuk dijadikan barang sesuai kemajuan teknologi. Kayu memiliki beberapa sifat sekaligus, yang tidak dapat ditiru oleh bahan-bahan lain. Pengertian kayu disini adalah sesuatu bahan, yang diperoleh dari hasil pemungutan pohon-pohon di hutan, yang merupakan bagian dari pohon tersebut, setelah diperhitungkan bagian-bagian mana yang lebih banyak dapat dimanfaatkan untuk sesuatu tujuan penggunaan (*J. F. Dumanaw, 1990: 1*).

Dengan majunya bidang teknologi akhir-akhir ini, maka kayu tidak batangnya saja yang digunakan sebagai bahan bangunan, tetapi semuanya dapat dipergunakan misalnya untuk pembuatan *particle board*, diperlukan cabang-cabang kayu, potongan-potongan kayu yang kecil.

Keuntungan kayu sebagai bahan konstruksi:

1. Dapat mudah diganti dan bisa didapat dalam waktu singkat;
2. Mempunyai kekuatan tinggi dan ringan;

Kekurangan dari kayu:

1. Kayu tidak homogen, dengan cacat-cacat alamiah seperti arah serat;
2. Mudah terbakar;
3. Beberapa sifat kayu kurang awet dalam keadaan-keadaan tertentu;
4. Kayu dapat memuai dan menyusut dengan perubahan-perubahan kelembaban meskipun tetap elastis;

5. Pada pembebanan berjangka waktu lama suatu balok akan terdapat lendutan yang relatif besar (*Bahan Ajar Kuliah Ilmu Bahan: 1*).

## 2.2 Sifat-Sifat Umum Kayu

Kayu berasal dari berbagai jenis pohon memiliki sifat yang berbeda-beda. Dari segi manfaatnya bagi kehidupan manusia, kayu dinilai mempunyai sifat-sifat utama yaitu:

1. Kayu merupakan sumber kekayaan alam yang tidak pernah habis, apabila dikelola/diusahakan dengan cara-cara yang baik, maksudnya kayu adalah sumber kekayaan alam yang dapat diperbaharui atau diadakan lagi dengan cara *reboisasi*, berbeda dengan barang tambang;
2. Kayu selain digunakan untuk bahan-bahan bangunan dan perabotan rumah tangga, juga merupakan bahan mentah yang mudah diproses untuk dijadikan barang lain seperti kertas, bahan sintetis, tekstil dan lain-lain;
3. Kayu mempunyai sifat-sifat spesifikasi yang tidak bisa ditiru oleh bahan-bahan lain, misalnya sifat elastis, mempunyai ketahanan terhadap pembebanan yang tegak lurus serat atau sejajar serat dan sifat-sifat lain.
4. Kayu merupakan suatu bahan yang bersifat *higroskopik*, yaitu dapat kehilangan atau bertambah kelembabannya akibat perubahan kelembaban dan suhu udara disekitarnya (iklim). (*J. F. Dumanauw, 1990:4*).

### 2.3 Pengertian Limbah Kayu

Limbah kayu adalah kayu sisa potongan dalam berbagai bentuk dan ukuran yang terpaksa harus dikorbankan dalam proses produksinya karena tidak dapat menghasilkan produk (output) yang bernilai tinggi dari segi ekonomi dengan tingkat teknologi pengolahan tertentu yang digunakan, dalam pengertian yang lain limbah kayu adalah sisa-sisa kayu atau bagian kayu yang dianggap tidak bernilai ekonomi lagi dalam proses tertentu, pada waktu tertentu dan tempat tertentu yang mungkin masih dimanfaatkan pada proses dan waktu yang berbeda ([www.kajianpustaka.com](http://www.kajianpustaka.com)).

### 2.4 Jenis-Jenis Limbah Kayu

Pada proses pembuatan kayu menjadi sebuah bahan konstruksi atau *furniture* menghasilkan limbah kayu, berdasarkan asal limbah kayu dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Limbah kayu yang berasal dari daerah pembukaan lahan untuk pertanian dan perkebunan antara lain berupa kayu yang tidak terbakar, akar, dahan dan ranting.
2. Limbah kayu yang berasal dari daerah penebangan antara lain potongan kayu dengan berbagai bentuk dan ukuran, kulit, ranting pohon yang berdiameter kecil dan tajuk dari pohon yang ditebang.
3. Limbah hasil dari proses industri, kayu lapis dan penggergajian berupa serbuk kayu, potongan pinggir, serbuk pengamplasan, log end (hati kayu) dan veneer (lembaran triplek) ([www.kajianpustaka.com](http://www.kajianpustaka.com)).

## 2.5 Serbuk Kayu

Serbuk kayu merupakan limbah industri penggergajian kayu. Selama ini limbah serbuk kayu banyak menimbulkan masalah dalam penanganannya yang selama ini dibiarkan membusuk, ditumpuk dan dibakar yang kesemuanya berdampak negatif terhadap lingkungan sehingga penanggulangannya perlu dipikirkan ([www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)). Pemanfaatan dari serbuk kayu selama ini digunakan hanya untuk sebagai bahan bakar untuk pabrik-pabrik yang memproduksi batu bata, genting atau keramik.

Pada penelitian ini saya mencoba memanfaatkan serbuk kayu tersebut yang pemanfaatannya kurang optimal menjadi lebih optimal dengan sebagai bahan tambahan pada pembuatan beton yaitu mengurangi sebagian dari agregat halus (pasir) pada kadar persentase yang telah ditentukan. Adapun serbuk kayu pada penelitian ini adalah serbuk kayu meranti yang diperoleh dari pabrik *furniture* di daerah Jl. Cemara, Medan.

## 2.6 Kayu Meranti

Meranti termasuk keluarga Dipterocarpaceae. Secara harfiah, Dipterocarpaceae berasal dari kata latin, yaitu *di* = dua, *carpa*=*carpus*=sayap, yang berarti buah bersayap dua. Jenis *Dipterocarpus* (jenis-jenis Kruing), *Cotylelobium* dan *Anisoptera* (jenis-jenis mersawa) umumnya bersayap dua, sedangkan *Hopea* (jenis-jenis merawan), *Parashorea* dan *Shorea* (jenis-jenis meranti, bangkirai dan balau) memiliki sayap bervariasi antara 2-5, namun *Vatica* (jenis-jenis resak) memiliki sayap

yang sangat pendek bahkan tanpa sayap. Pohon meranti memiliki bentuk batang bulat silindris, dengan tinggi total mencapai 40-50 m.

Meranti pada umumnya berbunga dan berbuah 4-7 tahun sekali yang disebut dengan musim berbuah masal.

Kayu meranti adalah salah satu jenis pohon idola. Kayu meranti ini tergolong kayu keras berkualitas nomor satu. Kayu meranti mempunyai banyak keistimewaan. Diantaranya, 'istimewa' karena memiliki batang lurus, berdiameter besar, tinggi, bebas cabang, minim cacat mata kayu (karena Meranti memiliki kemampuan pruning, yaitu pembebasan cabang pohon) alami secara swadaya dan mandiri. Dan diantara tegakan Meranti yang sudah tumbuh besar, tumbuh anakan meranti yang lemah. Menariknya, keberadaan pohon besar itu justru melindungi anakan meranti (yang lemah) sehingga anakan meranti terbantu tumbuh dengan keberadaan meranti besar. Tidak sebaliknya, meranti besar menindas anakan meranti yang baru berkembang.

### 2.6.1 Manfaat dan Mutu Kayu Meranti

Meranti merupakan salah satu kayu komersial terpenting di Asia Tenggara. Kayu ini juga yang paling umum dipakai untuk berbagai keperluan. Kayu meranti gampang diolah menjadi sebuah produk dan mengingat dengan hal tersebut maka kayu ini lazim dipakai sebagai kayu konstruksi, panil kayu untuk dinding, loteng, sekat ruangan, bahan mebel, perabot rumah tangga kusen, pintu, jendela dan lain-lain.

Menurut kekuatannya, jenis kayu meranti dapat digolongkan dalam kelas kuat II-IV, sedangkan keawetannya tergolong dalam kelas III-IV. Kayu ini tidak begitu tahan terhadap pengaruh cuaca, sehingga tidak dianjurkan untuk penggunaan di luar ruangan dan yang bersentuhan dengan tanah.

## 2.7 Beton

Beton merupakan ikatan dari material-material pembentuk beton, yaitu terdiri dari campuran agregat (kasar dan halus), semen, air dan ditambah dengan bahan campuran tertentu apabila dianggap perlu. Bahan air dan semen disatukan akan membentuk pasta semen berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan agregat halus dan agregat kasar sebagai pengisi. (Paul Nugraha & Antoni, 2007).

Pada umumnya jika berhubungan dengan tuntutan mutu dan keawetan yang tinggi diinginkan, ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dan diperhatikan dalam menghasilkan sebuah beton yang bermutu tinggi, meliputi faktor air semen (FAS), kualitas agregat halus, kualitas agregat kasar, dan penggunaan bahan tambah baik *admixture* (kimia) maupun *aditif* (mineral) (Tri Mulyono, 2004).

Adapun parameter-parameter yang paling berpengaruh dalam kekuatan beton adalah:

1. Kualitas semen yang digunakan
2. Proporsi semen terhadap campuran
3. Kekuatan dan kebersihan agregat
4. Interaksi antara pasta semen dengan agregat
5. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton



6. Penempatan, penyelesaian dan pemadatan beton yang benar
7. Perawatan beton
8. Kualitas pelaksanaannya.

### 2.7.1 Kelebihan dan Kekurangan Beton

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat dibuat bermacam-macam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau semata-mata untuk tujuan dekoratif. Beton juga akan memberikan hasil akhir yang bagus jika pengolahan akhir yang dilakukan dengan cara khusus, umpamanya diekspose agregatnya. Selain tahan terhadap serangan api, beton juga tahan terhadap serangan korosi. Secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah sebagai berikut:

1. Kelebihan
  - Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
  - Mampu memikul beban yang berat
  - Tahan terhadap temperatur yang tinggi
  - Biaya pemeliharaan yang kecil
2. Kekurangan
  - Bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah
  - Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
  - Berat
  - Daya pantul suara yang besar
  - Kecilnya kuat tarik pada beton normal

**Tabel 2.1** Unsur-unsur Beton

<b>Agregat (kasar + halus)</b>	<b>60% - 80%</b>
Semen	7% - 15%
Air	14% - 21%
Udara	1% - 8%

Sumber: *Teknologi Beton, 2007.*

### 2.7.2 Kinerja dan Mutu Beton

Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur. Sifat – sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja beton yang dibuat. Kinerja beton ini harus disesuaikan dengan kelas dan mutu beton yang dibuat. Sehingga dalam penggunaannya dapat disesuaikan dengan bangunan ataupun konstruksi yang akan dibangun untuk mendapatkan hasil yang memuaskan dan sesuai dengan dibutuhkan. Menurut PBI'71 beton dibagi dalam kelas dan mutu sebagai berikut :

**Tabel 2.2** Mutu Beton dan Penggunaan

<b>Jenis beton</b>	<b><math>f_c'</math> (MPa)</b>	<b><math>\sigma_{bk}'</math> (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Uraian</b>
<b>Mutu Tinggi</b>	35 – 65	K400 – K800	Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang, gelagar beton prategang, pelat beton prategang dan sejenisnya.
<b>Mutu Sedang</b>	20 – <35	K250 – < K400	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, kerb, beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan.

<b>Mutu Rendah</b>	15 – <20	K175 – <K250	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu.
	10 – <15	K125 – <K175	digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton

(sumber : Margaret Gunawan, 2000)

### 2.7.3 Pengujian Beton

#### 1. Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder atau kubus pada umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\sigma_b = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana:

$\sigma_b$  = Kuat Tekan (kg/cm<sup>2</sup>)

P = Beban Tekan (kg)

A = Luas Penampang (cm<sup>2</sup>)

Pada pengujian ini menggunakan benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm, oleh karena itu ada luas permukaan cetakan yang berbentuk lingkaran dengan rumus luas permukaan yaitu:

$$\text{Luas permukaan (A)} = \pi r^2 \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana:

$$A = \text{Luas permukaan Cetakan (cm}^2\text{)}$$

$$r = \text{jari-jari lingkaran (cm)}$$

Dalam pengujian ini juga didapat volume benda uji berbentuk silinder dengan rumus :

$$\text{Volume benda uji} = \pi \cdot r^2 \cdot t \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton. Ada empat bagian utama yang mempengaruhi mutu dari kekuatan beton, yaitu sebagai berikut:

- Proporsi bahan-bahan penyusunnya.
- Metode perancangan.
- Perawatan.
- Keadaan pada saat pengecoran dilaksanakan, yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat.

## 2. Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik merupakan bagian penting di dalam menahan retak-retak akibat perubahan kadar air dan suhu. Pengujian kuat tarik diadakan untuk pembuatan beton konstruksi jalan raya dan lapangan terbang.

Konstruksi beton yang dipasang mendatar sering menerima beban tegak lurus sumbu bahannya dan sering mengalami rekahan (*splitting*). Hal ini terjadi karena daya dukung beton terhadap gaya lentur tergantung pada jarak dari garis berat beton, makin jauh dari garis berat makin kecil daya dukungnya.

Pengujian ini disebut juga *Splitting test* atau *Brazillian test* karena metode ini diciptakan di Brazil. Adapun rumus untuk menghitung kuat tarik belah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$F_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana:

$f_{ct}$  = Kuat tarik beton (kg/cm<sup>2</sup>)

P = Beban uji maksimum (kg) yang ditunjukkan mesin uji tekan

L = Panjang benda uji (cm)

D = Diameter benda uji (cm)

## 2.8 Bahan Penyusun Beton

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama, yaitu semen, agregat dan air. Bila mana diperlukan, bahan tambah dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton. (Kusumadi, dkk: 2008).

Berikut akan dijelaskan mengenai ketiga bahan penyusun utama beton tersebut:

### 2.8.1 Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air.

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu: 1). Semen non-hidrolik dan 2). Semen hidrolik

Semen non-hidrolik tidak dapat mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non-hidrolik adalah kapur.

Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidrolik antara lain kapur hidrolik, semen pozzolan, semen terak, semen alam, semen portland, semen portland-pozzolan, semen portland terak tanur tinggi, semen alumina, dan semen ekspansif. Contoh lainnya adalah semen portland putih, semen warna, dan semen-semen untuk keperluan khusus.

### 2.8.1.1 Semen Portland

Menurut SNI 15-2049-2004, semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan di giling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain

### 2.8.1.2 Jenis-jenis Semen Portland

Sehubungan dengan susunan ikatan kimianya, sifat-sifat dan tujuan penggunaannya, semen portland dibagi dalam beberapa jenis. Standar Industri Indonesia SII 0013 – 1977 menetapkan lima jenis (*type*) semen yaitu:

1. *Type I* adalah semen portland yang digunakan untuk pembuatan konstruksi bangunan secara umum. Untuk penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus.

2. *Type II* adalah semen portland yang mempunyai ketahanan sedang terhadap garam-garam sulfat di dalam air. Semen ini digunakan untuk konstruksi bangunan atau beton yang berhubungan terus menerus dengan air kotor atau air tanah.
3. *Type III* adalah semen portland yang mempunyai sifat yang mengeras cepat atau mempunyai kekuatan awal tinggi pada umur muda. Semen ini digunakan untuk pekerjaan konstruksi atau beton yang mempunyai suhu rendah terutama di negara-negara beriklim dingin.
4. *Type IV* adalah semen portland yang mempunyai panas hidrasi rendah, semen jenis ini pengerasan dan perkembangan kekuatannya rendah. Semen ini digunakan untuk pembuatan konstruksi beton berdimensi besar dan bentuknya gemuk.
5. *Type V* adalah semen portland tahan sulfat, artinya tahan terhadap larutan garam sulfat di dalam air. Semen ini digunakan untuk konstruksi yang berhubungan dengan air laut, air limbah industri, untuk bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap kimia yang agresif.

### 2.8.2 Agregat

Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi. Komposisi agregat berkisar antara 60% - 70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya sebagai pengisi, tetapi komposisinya cukup besar, agregat inipun menjadi penting.

Agregat adalah suatu bahan keras dan kaku yang digunakan sebagai bahan campuran, yang berupa butiran atau pecahan, yang termasuk didalamnya antara lain: pasir, kerikil, agregat pecah, abu (debu) agregat.

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40 mm. Agregat yang ukurannya lebih besar dari 40 mm digunakan untuk pekerjaan sipil lainnya, misalnya untuk pekerjaan jalan, tanggul-tanggul penahan tanah, bronjong atau bendungan, dan lainnya. Agregat halus biasanya dinamakan pasir dan agregat kasar dinamakan kerikil, split, batu pecah dan lainnya.

Bentuk agregat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Secara alamiah bentuk agregat dipengaruhi oleh proses geologi batuan. Setelah dilakukan penambangan, bentuk agregat dipengaruhi oleh cara peledakan maupun mesin pemecah batu dan teknik yang digunakan.

Jika dikonsolidasikan butiran yang bulat akan menghasilkan campuran beton yang lebih baik bila dibandingkan dengan butiran yang pipih dan lebih ekonomis penggunaan pasta semennya.

### 2.8.2.1 Agregat Kasar

Agregat kasar ialah agregat yang semua butirannya tertinggal diatas ayakan belubang 4.8 mm. Jenis agregat kasar yang umum adalah sebagai berikut :





1. Batu pecah alami : bahan ini di dapat dari batu cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu ini dapat berasal dari gunung api, jenis sedimen, atau jenis metamorf. Meskipun dapat menghasilkan kekuatan yang tinggi terhadap beton, betu pecah kurang memberikan kemudahan pengerjaan dan pengecoran dibandingkan dengan jenis agregat kasar lainnya.
2. Kerikil alami : kerikil didapat dari proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir. Kerikil memberikan kekuatan yang lebih rendah dari pada batu pecah, tetapi memberikan kemudahan pengerjaan yang lebih tinggi.
3. Agregat kasar buatan : terutama berupa slag atau shale yang biasanya digunakan untuk beton berbobot ringan. Biasanya merupakan hasil dari proses lain seperti blast-furnace dan lain-lain.
4. Agregat untuk perlindungan nuklir dan berbobot berat : dengan adanya tuntutan yang sfesifik pada zaman atau sekarang ini, juga untuk pelindung dari radiasi nuklir sebagai akibat dari semakin banyaknya pembangkit atom dan stasiun tenaga nuklir, maka perlu adanya beton yang dapat melindungi dari sinar x, sinar gamma, dan neutron.

### 2.8.2.2 Agregat Halus

Adapun yang dimaksud dengan agregat halus (pasir) adalah

1. Butirannya tajam, kuat dan keras
2. Bersifat kekal, tidak pecah atau hancur karena pengaruh cuaca

3. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur (bagian yang dapat melewati ayakan 0,060 mm) lebih dari 5%. Apabila lebih dari 5% maka pasir harus dicuci.
4. Tidak boleh mengandung zat organik, karena akan mempengaruhi mutu beton. Bila direndam larutan 3% NaOH, cairan yang mengendap diatas tidak boleh lebih gelap dari larutan pembanding.
5. Harus mempunyai variasi besar butiran (gradasi) yang baik, sehingga rongga sedikit. Mempunyai modulus kehalusan 1.5 – 3.8.

### 2.8.3 Gradasi Agregat

Gradasi agregat dibagi menjadi 2 macam, yaitu gradasi agregat halus dan agregat kasar. Berikut penjelasannya:

#### 1. Agregat Halus

Keseragaman agregat halus lebih menentukan kelecakan (*workability*) daripada gradasi dari keseragaman agregat kasar karena mortar berfungsi sebagai pelumas sedangkan agregat kasar hanya mengisi ruang saja. Jumlah agregat halus yang melewati ayakan terkecil mempengaruhi kelecakan, tekstur permukaan dan bleeding. Pasir dibagi kedalam 4 zona. Dalam praktik di Indonesia masih banyak digunakan 4 zona tersebut. Ada beberapa kelemahan pada penerapan zona tersebut, antara lain terjadinya pertautan umum yang salah bahwa material dapat diterima selama berada didalam batas zona padahal kurang beralasan. Modulus kehalusan zona-zona ini juga bertautan. Misalnya, zona 1 memiliki

modulus kehalusan antara 4,00 – 2,71, sedangkan zona 2 antara 3,37 sampai 2,11.

**Tabel 2.3** Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Lewat Butir yang Lewat Ayakan			
	I	II	III	IV
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

## 2. Agregat Kasar

ASTM mensyaratkan gradasi agregat melalui persentase berat yang melalui masing-masing ayakan.

**Tabel 2.4** Syarat gradasi agregat sesuai ASTM C33

No. Ayakan	Ukuran Ayakan (mm)	% Berat melalui Ayakan Agregat Kasar	
		Batas Bawah	Batas Atas
1 in	25	95	100
¾ in	19		
½ in	12,5	25	60
3/8 in	10		
No.4	5	0	10
No.8	2,5	0	5
No.16	1,2		
No.30	0,6		
No.50	0,3		

No. Ayakan	Ukuran Ayakan (mm)	% Berat melalui Ayakan Agregat Kasar	
		Batas Bawah	Batas Atas
No.100	0,15		

Dasar

Sumber: Teknologi Beton, 2007.

Gradasi agregat kasar untuk ukuran maksimum tertentu dapat divariasikan tanpa berpengaruh besar pada kebutuhan semen dan air yang baik. Karena variasi sulit diantisipasi, sering lebih ekonomis untuk mempertahankan keseragaman

penanganan daripada menyesuaikan proporsi untuk variasi gradasi. Makin besar diameter maksimum agregat maka semakin ekonomis. Selain itu british standart mensyaratkan gradasi agregat gabungan , yaitu untuk diameter maksimum 10, 20 dan 40 mm.

## 2.9 Absorpsi dan Kadar Air

Air yang terkandung didalam agregat akan mempengaruhi jumlah air yang akan diperlukan di dalam campuran (*mix*). Agregat yang basah akan membuat campuran lebih basah dan meningkatkan faktor air –semen, dan sebaliknya agregat yang kering akan menyerap air campuran dan menurunkan kelecakan beton. Oleh sebab itu kandungan air pada agregat harus diketahui. Perubahan kadar air tidak hanya tergantung pada pengiriman, tapi juga pengaruh dari cuaca (misal: hujan, panas terik) dan lama penyimpanan.

Pasir yang ditumpuk dan diberikan kesempatan untuk mengering selama 16 jam akan mempunyai kadar air sekitar 5%, dalam keadaan basah antara 7 – 10%, dan memungkinkan hingga 15%. Pasir yang lembab terasa agak basah, tetapi tidak menimbulkan kebasahan ditangan. Kadar air sekitar 2% berat, pasir terasa basah dan sedikit membasahi tangan, membentuk bola di tangan. Kadar air sekitar 4% berat, pasir yang sangat basah , airnya sampai menetes ketika diangkat, semakin membasahi tangan dan tampak mengkilat.

Ada 4 kondisi kandungan air di dalam agregat:

1. Kering krontang (*bone dry - od*)

Bisa didapat dengan memasukkan agregat ke dalam oven selama 24 jam pada temperatur 105 – 110° C.

2. Kering udara (*air dry – ad*)

Bagian luar kering namun bagian dalamnya masih mengandung air, keadaan agregat lapangan apabila terjemur.

3. Saturated surface dry (SSD)

Ini adalah keadaan paling ideal, yaitu butir didalam sudah jenuh air (*saturated*), namun bagian sebelah luar masih kering. Kondisi ini dipakai sebagai dasar perhitungan *mix design*.

4. Lembab (*moist atau wet*)

Selain bagian dalam jenuh air, bagian luar juga basah. Didapat dengan merendam agregat selama 24 jam.

Kadar air total adalah persentase jumlah air tersebut terhadap berat agregat kering. Kadar air bebas adalah persentase jumlah air yang di luar butir saja. Kadar air bebas dipakai sebagai dasar untuk perencanaan campuran karena agregat dianggap dalam keadaan SSD. Adanya garam akan menyebabkan korosi pada tulangan, terutama apabila kualitas betonnya jelek. Karena itu secara praktis pasir laut dilarang dipakai sebagai campuran beton.

## 2.10 Air

Air diperlukan dalam pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air. Air harus selalu ada di dalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi suatu pasta sehingga betonnya lecah (*workable*).

Air adalah bahan untuk mendapatkan kelecakan yang perlu untuk penuangan beton. Jumlah air yang diperlukan untuk kelecakan tertentu tergantung pada sifat material yang digunakan. Air yang diperlukan dipengaruhi faktor-faktor di bawah ini:

1. Ukuran agregat maksimum: jika ukuran agregat yang digunakan besar maka kebutuhan air menurun (begitu pula jumlah mortar yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit).
2. Bentuk butir: jika bentuk agregat yang digunakan berbentuk bulat maka kebutuhan air menurun (batu pecah perlu lebih banyak air).
3. Gradasi agregat: bila gradasi agregatnya baik maka kebutuhan air menurun untuk kelecakan yang sama.
4. Kotoran dalam agregat: makin banyak silt, tanah liat, dan lumpur maka kebutuhan air meningkat.
5. Jumlah agregat halus (dibandingkan agregat kasar): agregat halus lebih sedikit maka kebutuhan air menurun.

Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organik atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum.

Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton. Kandungan kurang dari 1000 ppm (*parts per million*) masih diperbolehkan meskipun konsentrasi lebih dari 200 ppm sebaiknya dihindari. Kotoran secara umum bisa menyebabkan:

1. Gangguan pada hidrasi dan pengikatan.
2. Gangguan pada kekuatan dan ketahanan.

3. Perubahan volume yang dapat menyebabkan keretakan.
4. Korosi pada tulangan baja maupun kehancuran beton.
5. Bercak-bercak pada permukaan beton.

Sumber air pada penelitian ini adalah jaringan PDAM Tirtanadi yang terdapat di Laboratorium Bahan Rekayasa Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.

### 2.11 Kemudahan Pengerjaan (*Workability*)

Kelecekan adalah kemudahan mengerjakan beton, dimana menuang (*placing*) dan memadatkan (*compacting*) tidak menyebabkan munculnya efek negatif berupa pemisahan (*segregation*) dan pendarahan (*bleeding*). Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari nilai slump yang identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton maka semakin mudah pengerjaannya.

Unsur-unsur yang mempengaruhi kemudahan pengerjaan antara lain:

a. Jumlah air pencampur

Semakin banyak air semakin mudah untuk dikerjakan. Namun, jumlahnya tetap harus diperhatikan agar tidak terjadi segregasi.

b. Kandungan semen

Penambahan semen ke dalam campuran juga memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena pasti diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai f.a.s (faktor air semen) tetap.

c. Gradasi campuran pasir-kerikil

Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan maka adukan beton akan mudah dikerjakan. Gradasi adalah distribusi

ukuran dari agregat berdasarkan hasil persentase berat yang lolos pada setiap ukuran saringan dari analisa saringan.

d. Bentuk butiran agregat kasar

Agregat berbentuk bulat-bulat lebih mudah untuk dikerjakan.

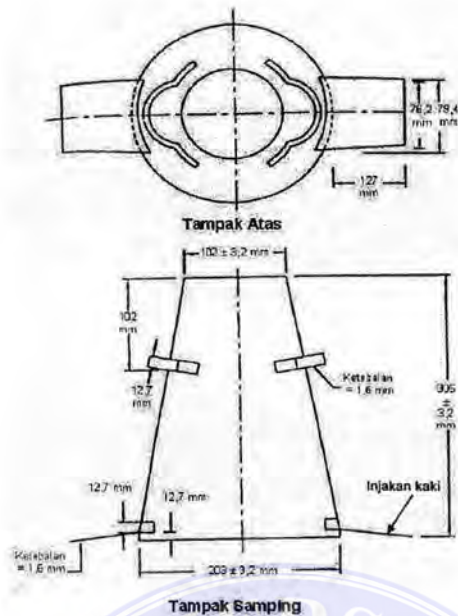
e. Butir maksimum

f. Cara pemadatan dan alat pemadat

Bila cara pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kelecakan yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit daripada jika dipadatkan dengan tangan.

Konsistensi/kelecakan adukan beton dapat diperiksa dengan pengujian *slump* yang didasarkan pada ASTM C 143-74 dan SNI 03-1972-1990. Pengujian *slump* adalah pengujian paling sederhana dan yang paling sering dilakukan. karena kelecakan beton segar sering diidentikkan dengan slumpnya. Percobaan ini menggunakan corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya dan dilengkapi kuping untuk mengangkat beton segar, yang disebut kerucut Abrams. Bagian bawah berdiameter 20 cm, bagian atas berdiameter 10 cm, dan tinggi 30 cm (disebut sebagai kerucut Abrams), seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1.





**Gambar 2.1** Kerucut Abrams

## 2.12 Pemisahan Kerikil (*Segregation*)

Kecenderungan agregat kasar untuk lepas dari campuran beton dinamakan segregasi. Segregasi dapat terjadi karena turunnya butiran ke bagian bawah dari beton segar atau terpisahnya agregat kasar dari campuran, akibat cara penuangan dan pemadatan yang salah. Hal ini akan menyebabkan sarang kerikil, yang pada akhirnya akan menyebabkan keropos pada beton. Segregasi ini disebabkan oleh beberapa hal, antara lain:

1. Campuran kurus atau kurang semen
2. Terlalu banyak air
3. Besar ukuran agregat maksimum lebih dari 40 mm
4. Permukaan butir agregat kasar. Semakin kasar permukaan agregat, semakin mudah terjadi segregasi.

Untuk mengurangi kecenderungan segregasi maka diusahakan air yang diberikan sedikit mungkin, adukan beton jangan dijatuhkan dengan ketinggian

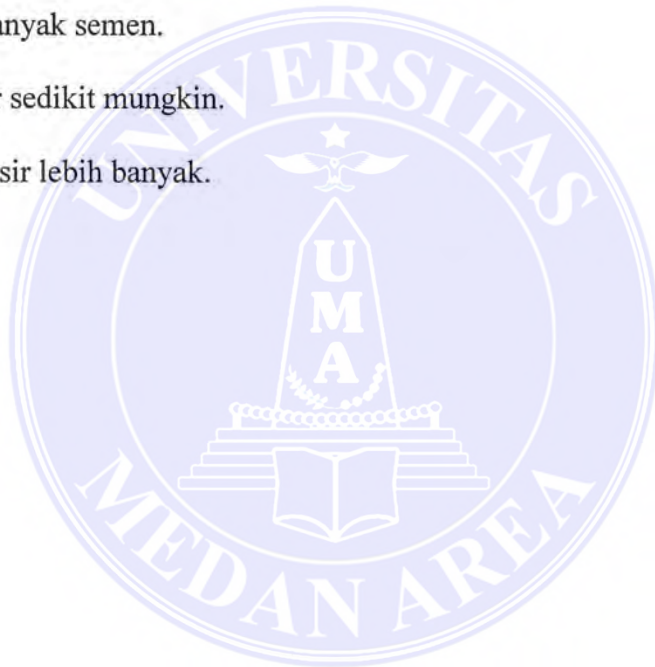
yang terlalu tinggi dan cara pengangkutan, penuangan maupun pemadatan harus mengikuti cara-cara yang benar.

### 2.13 Pemisahan Air (*Bleeding*)

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

Bleeding dapat dikurangi dengan cara :

1. Memberi lebih banyak semen.
2. Menggunakan air sedikit mungkin.
3. Menggunakan pasir lebih banyak.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Umum

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kajian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara. Objek dalam penelitian ini adalah beton mutu  $f_c' 25$  MPa yang menggunakan serbuk kayu sebagai pengganti terhadap % volume pasir dengan variasi campuran 0%; 5%; 10%; dan 15%. Sedangkan pengujian kuat tekan dan kuat tarik dilakukan setelah beton berumur 28 hari.

Secara umum urutan tahap penelitian meliputi :

- a. Penyediaan bahan-bahan penyusun beton;
- b. Pemeriksaan bahan-bahan penyusun beton;
- c. Perencanaan campuran beton (*Mix Design*);
- d. Pembuatan benda uji, pemeriksaan nilai *slump* dan berat jenis beton segar;
- e. Perawatan benda uji;
- f. Pengujian kuat tekan beton umur 28 hari;
- g. Pengujian kuat tarik belah beton umur 28 hari.

#### 3.2 Persiapan Bahan dan Peralatan

##### 3.2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah:

##### 1. Semen

- Jenis : *Portland Cement* (PC)
- Tipe : I (satu)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

28

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)11/12/23

## 2. Agregat Halus

- Jenis : Pasir Alam
- Asal : Sei Wampu, Binjai, Sumatera Utara

## 3. Agregat Kasar

- Jenis : Batu Pecah (*split*)
- Asal : Jl. Megawati, Binjai, Sumatera Utara

## 4. Air

- Jenis : PAM (Air Laboratorium Beton)
- Sumber : Laboratorium Beton Teknik Sipil USU

## 5. Bahan Tambah

- Jenis : Serbuk Kayu (*Sawdust*)
- Sumber : Pabrik *furniture* di Jl. Cemara, Medan

### 3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah:

1. Mesin uji tekan beton.
2. Mesin adukan beton (*Molen*)
3. Cetakan Beton berbentuk silinder dengan ukuran  $\varnothing$  15 cm dan tinggi 30 cm
4. Saringan/ayakan dengan ukuran 20 mm; 16.10 mm; 8.00 mm; 4.00 mm; 2.00 mm; 1.00 mm; 0.5 mm; 0.25 mm; 0.125 mm; PAN.
5. Mesin penggetar/vibrator.
6. Kuas.
7. Cawan baja.
8. Spatula.
9. *SSD set test*.

10. Botol *le chatelir*.
11. *Oven*.
12. Timbangan.
13. Gelas ukur.
14. Krucut *Abrams* dengan ukuran diameter atas  $100 \pm 3$  mm, diameter bawah  $200 \pm 3$  mm, tinggi  $300 \pm 3$  mm dan baja penumbuk.
15. Mistar.
16. Cangkul, cethok dan talam.
17. Alat angkut.
18. Bak perawatan beton.

### 3.3 Pemeriksaan Material

#### 3.3.1 Analisa Ayak Agregat Halus (SNI 03-1968-1990)

1. Tujuan Percobaan
  - a. Menentukan gradasi/distribusi butiran pasir;
  - b. Mengetahui modulus kehalusan (*fineness* modulus) pasir.
2. Peralatan
  - a. Timbangan;
  - b. *Sieve shaker machine*;
  - c. 1 set ayakan;
  - d. *Oven*;
  - e. *Sample splitter*.
3. Bahan

Pasir kering oven sebanyak 1000 gram.

#### 4. Prosedur Percobaan

- a. Ambil pasir yang telah kering oven ( $110 \pm 5$ )°C;
- b. Sediakan pasir sebanyak 2 sampel masing-masing seberat 1000 gr dengan menggunakan sampel splitter;
- c. Susun ayakan berturut-turut dari atas ke bawah: 9,52 mm; 4,76 mm; 2,38 mm; 1,19 mm; 0,60 mm; 0,30 mm; 0,15 mm dan pan;
- d. Tempatkan susunan ayakan tersebut diatas *sieve shaker machine*;
- e. Masukkan sampel 1 pada ayakan yang paling atas lalu ditutup rapat;
- f. Mesin dihidupkan selama 5 (lima) menit;
- g. Timbang sampel yang tertahan pada masing-masing ayakan;
- h. Lakukan percobaan di atas untuk sampel 2.

#### 5. Rumus

$$FM = \frac{\Sigma \% \text{ Kumulatif tertahan ayakan}}{100} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

FM = *Fineness Modulus*

Derajat kehalusan (kekasaran) suatu agregat ditentukan oleh modulus

kehalusan (*fineness*) dengan batasan-batasan sebagai berikut:

- Pasir halus :  $2,20 < FM < 2,60$
- Pasir sedang :  $2,60 < FM < 2,90$
- Pasir kasar :  $2,90 < FM < 3,20$

#### 6. Hasil Percobaan

Modulus kehalusan pasir (FM) = 2,41

Pasir dapat dikategorikan pasir halus

Agregat zona 2

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

### 3.3.2 Analisa Ayak Agregat Kasar (SNI 03-1968-1990)

#### 1. Tujuan Percobaan

- a. Mengetahui gradasi/distribusi kerikil;
- b. Menentukan modulus kehalusan (*fineness modulus*) kerikil.

#### 2. Peralatan

- a. 1 set ayakan;
- b. *Sieve shaker machine*;
- c. Timbangan;
- d. Sampel splitter;
- e. Sekop;

#### 3. Bahan

Kerikil sebanyak 2000 gram.

#### 4. Prosedur Percobaan

- a. Sediakan 2 (dua) sampel kerikil dengan berat masing-masing 2000 gram dengan menggunakan sampel splitter;
- b. Masukkan kerikil ke dalam ayakan yang telah disusun sesuai urutannya yaitu 38,1 mm; 19,1 mm; 9,52 mm; 4,76 mm; 2,38 mm; 1,19 mm; 0,60 mm; 0,30 mm; 0,15 mm dan pan;
- c. Tutup susunan ayakan tersebut dan letakkan di *sieve shaker machine*, kemudian nyalakan mesin selama 10 menit;
- d. Setelah 10 menit, ambil ayakan dan timbang kerikil yang tertahan di masing-masing ayakan tersebut;
- e. Ulangi percobaan untuk sampel kedua dengan cara yang sama.

## 5. Rumus

$$FM = \frac{\sum \% \text{ Kumulatif tertahan ayakan}}{100} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

FM = *Fineness Modulus*

Batasan modulus kehalusan kerikil:  $5,5 < FM < 7,5$

Kerikil dengan FM tersebut dinyatakan baik dan memenuhi syarat sebagai bahan konstruksi.

## 6. Hasil Percobaan

Modulus kehalusan pasir (FM) = 7,330.

Kerikil dinyatakan baik dan memenuhi syarat sebagai bahan konstruksi.

### 3.3.3. Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus (SNI 03-1970-1990)

#### 1. Tujuan Percobaan

- a. Menentukan berat jenis kering, berat jenis semu dan berat jenis SSD agregat halus (pasir);
- b. Menentukan penyerapan (absorpsi) agregat halus (pasir).

#### 2. Peralatan

- a. Timbangan;
- b. Mould dan batang perojok;
- c. Oven;
- d. Piknometer;
- e. Talam/pan.



### 3. Bahan

- a. Pasir;
- b. Air.

### 4. Prosedur Percobaan

- a. Sediakan pasir secukupnya;
- b. Rendam pasir tersebut dalam suatu wadah dengan dengan air selama 24 jam;
- c. Pasir tersebut didinginkan hingga tercapai kondisi kering permukaan;
- d. Untuk menentukan pasir dalam kondisi SSD adalah sebagai berikut:  
Masukkan pasir kedalam mould  $\frac{1}{3}$  tinggi lalu dirojok sebanyak 25 kali, kemudian masukkan pasir kedalam mould hingga ketinggian  $\frac{2}{3}$  tinggi lalu dirojok 25 kali, kemudian isi sampai penuh dan dirojok 25 kali. Setelah itu mould diangkat perlahan. Apabila pasir runtuh pada bagian tepi atasnya (tidak keseluruhan) berarti pasir dalam kondisi SSD;
- e. Sediakan pasir dalam kondisi SSD dalam 2 bagian, masing-masing seberat 500 gram. Bagian pertama dimasukkan ke dalam oven dan dikeringkan selama 24 jam. Bagian kedua dimasukkan ke dalam piknometer kemudian diisi dengan air kemudian diguncang-guncang berulang dengan maksud agar udara di dalam pasir keluar. Hal ini ditandai dengan keluarnya buih dari pasir. Buih yang keluar tersebut dibuang dengan cara mengisi piknometer sampai air melimpah dari leher piknometer tersebut. Pengisian air dilakukan secara perlahan-lahan. Setelah udara tidak ada lagi atur hingga air sampai batas air;
- f. Timbang piknometer + air + pasir;

- g. Buang isi piknometer lalu isi dengan air bersih hingga batas air maksimal;
- h. Timbang berat piknometer + air;
- i. Untuk pasir yang diovenkan, setelah kering dilakukan penimbangan;
- j. Ulangi percobaan tersebut untuk sampel kedua.

5. Rumus

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{A}{B + 500 - C} \dots\dots\dots (3.3)$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{500}{B + 500 - C} \dots\dots\dots (3.4)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{B + A - C} \dots\dots\dots (3.5)$$

$$\text{Absorpsi (\%)} = \frac{500 - A}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (3.6)$$

Dimana:

A = Berat pasir dalam keadaan kering (gr)

B = Berat piknometer berisi air (gr)

C = Berat piknometer berisi pasir dan air (gr)



6. Hasil Percobaan

Berat jenis kering = 2,476

Berat jenis SSD = 2,545

Berat jenis semu = 2,658

Absorpsi = 2,775 %

### 3.3.4. Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar (SNI 03-1969-1990)

#### 1. Tujuan Percobaan

- a. Menentukan berat jenis kering, berat jenis semu dan berat jenis SSD agregat kasar;
- b. Menentukan penyerapan (absorpsi) agregat kasar.

#### 2. Peralatan

- a. Timbangan;
- b. Saringan ukuran 4,76 mm dan 19,1 mm serta pan;
- c. Kain lap;
- d. Oven;
- e. Ember.

#### 3. Bahan

- a. Kerikil;
- b. Air.

#### 4. Prosedur Percobaan

- a. Kerikil diayak dengan ayakan 19,1 mm dan 4,76 mm. kerikil yang akan digunakan adalah kerikil yang lolos ayakan 19,1 mm dan tertahan pada ayakan 4,76 mm kemudian timbang seberat  $\pm 3$  kg;
- b. Rendam kerikil tersebut dalam suatu ember dengan air selama 24 jam;
- c. Kerikil hasil rendaman tersebut dikeringkan hingga didapat kondisi kering permukaan (SSD) dengan menggunakan kain lap;
- d. Siapkan kerikil sebanyak 2 x 1250 gram untuk dua sampel;
- e. Atur kesetimbangan air dan keranjang pada *dunagan test set* sampai jarum menunjukkan setimbang pada saat air dalam kondisi tenang;

- f. Masukkan kerikil yang telah mencapai kondisi SSD ke dalam keranjang yang berisi air;
- g. Timbang berat air + kerikil + keranjang;
- h. Keluarkan kerikil lalu dikeringkan di dalam oven selama 24 jam;
- i. Timbang berat kerikil yang telah di oven kan;
- j. Ulangi prosedur diatas untuk sampel kedua.

5. Rumus

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{A}{B - C} \dots\dots\dots (3.7)$$

$$\text{Berat jenis SSD} = \frac{B}{B - C} \dots\dots\dots (3.8)$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{A - C} \dots\dots\dots (3.9)$$

$$\text{Absorpsi (\%)} = \frac{B - A}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (3.10)$$

Dimana:

A = Berat agregat dalam keadaan kering

B = Berat agregat dalam keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*)

C = Berat agregat dalam air

6. Hasil Percobaan

Berat jenis kering = 2,647

Berat jenis SSD = 2,662

Berat jenis semu = 2,687

Absorpsi = 0,523 %

### 3.3.5. Pengujian Kadar Organik Pada Pasir (*Colorimetric Test*) (SNI 03-2816-1992)

#### 1. Tujuan Percobaan

Mengetahui tingkat kandungan bahan organik dalam agregat halus.

#### 2. Peralatan

a. Botol gelas tembus pandang dengan penutup karet kapasitas 350 ml;

b. Gelas ukur kapasitas 1000 ml;

c. Timbangan;

d. Mistar;

e. Standar warna Gardner;

f. Sendok pengaduk;

g. Sampel splitter.

#### 3. Bahan

a. Pasir kering oven lolos ayakan  $\varnothing$  4,75 mm;

b. NaOH padat;

c. Air.

#### 4. Prosedur percobaan

a. Sediakan pasir secukupnya dengan menggunakan sampel splitter sehingga terbagi seperempat bagian;

b. Sampel dimasukkan ke dalam botol gelas setinggi  $\pm$  3 cm dari dasar botol;

c. Sediakan larutan NaOH 3% dengan cara mencampur 12 gram kristal NaOH kedalam 388 ml air menggunakan gelas ukur. Aduk hingga kristal NaOH larut;

- d. Masukkan larutan tersebut sampai tinggi larutan  $\pm 2$  cm dari permukaan pasir (tinggi pasir + larutan = 5 cm);
- e. Larutan diaduk menggunakan sendok pengaduk selama 7 menit;
- f. Botol gelas ditutup rapat menggunakan penutup karet dan diguncang-guncang pada arah mendatar selama 8 menit;
- g. Campuran didiamkan selama 24 jam;
- h. Bandingkan perubahan warna yang terjadi setelah 24 jam dengan standar warna Gardner.

#### 5. Rumus/standar

Pengelompokkan standar warna Gardner adalah sebagai berikut:

- a. Standar warna no. 1 : berwarna bening/jernih;
- b. Standar warna no. 2 : berwarna kuning muda;
- c. Standar warna no. 3 : berwarna kuning tua;
- d. Standar warna no. 4 : berwarna kuning kecoklatan;
- e. Standar warna no. 5 : berwarna coklat.

Perubahan warna yang diperbolehkan menurut standar warna Gardner adalah standar warna no. 3. Jika perubahan warna yang terjadi melebihi standar warna no. 3 maka, pasir tersebut mengandung bahan organik yang banyak dan harus dicuci dengan larutan NaOH 3% kemudian bersihkan dengan air.

#### 6. Hasil Percobaan

Warna kuning terang (standar warna no.3), pasir memenuhi persyaratan.

### 3.3.6. Kadar Air Pada Agregat (SNI 03-1971-1990)

1. Tujuan Percobaan

Memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat.

2. Peralatan

- a. Oven;
- b. Talam;
- c. Timbangan.

3. Bahan

- a. Pasir;
- b. Kerikil.

4. Prosedur Percobaan

- a. Ambil pasir dan kerikil dalam keadaan asli masing-masing sebanyak 500 gram;
- b. Masukkan ke dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  selama 24 jam hingga berat tetap;
- c. Timbang berat pasir dan kerikil tersebut;

5. Rumus

$$\text{Kadar air} = \frac{A - B}{B} \times 100\% \dots\dots\dots (3.11)$$

Dimana:

A = Berat pasir dan kerikil asli dari lapangan (gram)

B = Berat pasir dan kerikil kering oven (gram)

6. Hasil Percobaan

Kadar air pasir = 2,99 %

Kadar air kerikil = 0,45%

### 3.3.7. Berat Isi Pasir (SNI 03-4804-1998)

#### 1. Tujuan Percobaan

Menentukan nilai berat isi agregat halus (pasir).

#### 2. Peralatan

- a. Bejana baja berbentuk silinder;
- b. Batang perojok;
- c. Timbangan;
- d. Sekop;
- e. Termometer.

#### 3. Bahan

- a. Pasir lolos saringan  $\emptyset$  4,75 mm dalam keadaan kering oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;
- b. Air.

#### 4. Prosedur Percobaan

- a. Timbang bejana besi;
- b. Ambil pasir yang kering oven  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  dan isikan kedalam bejana dengan cara menyiram dengan menggunakan sekop setinggi  $\pm 5$  cm dari permukaan atas bejana besi sampai penuh lalu ratakan permukaan pasir setinggi permukaan bejana besi;
- c. Timbang bejana dan pasir;
- d. Keluarkan pasir dan bersihkan bejana lalu isi bejana yang sama dengan air sampai penuh, kemudian timbang bejana dan air serta ukur suhu air;
- e. Lakukan percobaan untuk dua sampel dengan bejana yang sama.



## 5. Rumus

$$\rho = \frac{M}{V} \dots\dots\dots (3.12)$$

Dimana:

P = berat isi (kg/m<sup>3</sup>)

M = berat (kg)

V = volume (m<sup>3</sup>)

## 6. Hasil Percobaan

Didapat hasil yaitu = 1552,38 kg/m<sup>3</sup>

### 3.3.8. Berat Isi Kerikil (SNI 03-4804-1998)

#### 1. Tujuan Percobaan

Mengetahui nilai berat isi agregat kasar (kerikil).

#### 2. Peralatan

- a. Bejana baja berbentuk silinder;
- b. Batang perojok;
- c. Timbangan;
- d. Sekop;
- e. Termometer.

#### 3. Bahan

- a. Kerikil kering oven;
- b. Air.

#### 4. Prosedur Percobaan

##### A. Dengan cara padat (merojok)

Cara padat (merojok) dibedakan atas:

- a. Cara merojok, yang dilakukan untuk agregat dengan ukuran  $\emptyset \leq 40$  mm;
- b. Cara membanting/mengguncang, yang dilakukan untuk agregat dengan ukuran  $40 \text{ mm} \leq \emptyset \leq 100 \text{ mm}$ .

Prosedur percobaannya sebagai berikut:

- a. Timbang bejana besi;
- b. Ambil kerikil yang kering oven ( $110 \pm 5$ ) $^{\circ}\text{C}$  dan isikan ke dalam bejana sampai  $\frac{1}{3}$  tinggi bejana lalu dirojok sebanyak 25 kali secara merata diseluruh permukaan. Isikan  $\frac{1}{3}$  tinggi bejana lagi sehingga menjadi  $\frac{2}{3}$  tinggi bejana lalu dirojok sebanyak 25 kali secara merata diseluruh permukaan. Lalu, isi bejana sampai penuh dan kemudian dirojok kembali sebanyak 25 kali secara merata diseluruh permukaan dan permukaan kerikil diratakan setinggi permukaan bejana besi;
- c. Timbang bejana dan kerikil;
- d. Keluarkan kerikil dan bersihkan bejana lalu isi bejana yang sama dengan air sampai penuh, kemudian timbang bejana dan air serta ukur suhu air;
- e. Lakukan percobaan untuk dua sampel dengan bejana yang sama.

##### B. Dengan cara longgar

Cara longgar, dilakukan untuk agregat dengan ukuran  $\emptyset \geq 100 \text{ mm}$

- a. Timbang bejana besi;

- b. Ambil kerikil yang kering oven ( $110 \pm 5$ ) $^{\circ}$ C dan isikan kedalam bejana dengan cara menyiram dengan menggunakan sekop setinggi  $\pm 5$  cm dari permukaan atas bejana besi sampai penuh lalu ratakan permukaan kerikil setinggi permukaan bejana besi;
- c. Timbang bejana dan kerikil;
- d. Keluarkan kerikil dan bersihkan bejana lalu isi bejana yang sama dengan air sampai penuh, kemudian timbang bejana dan air serta ukur suhu air;
- e. Lakukan percobaan untuk dua sampel dengan bejana yang sama.

5. Rumus

$$\rho = \frac{M}{V} \dots\dots\dots (3.13)$$

Dimana:

P = berat isi ( $\text{kg/m}^3$ )

M = berat (kg)

V = volume ( $\text{m}^3$ )

6. Hasil Percobaan

Dengan cara longgar =  $1339,39 \text{ kg/m}^3$

Dengan cara merojok =  $1467,97 \text{ kg/m}^3$

### 3.3.9 Berat Isi Serbuk Kayu

1. Tujuan Percobaan

Menentukan nilai berat isi serbuk kayu dalam keadaan longgar.

2. Peralatan

- a. Bejana baja berbentuk silinder;
  - b. Batang perojok;
  - c. Timbangan;
  - d. Sekop;
  - e. Termometer.
3. Bahan
- a. Serbuk kayu;
  - b. Air.
4. Prosedur Percobaan
- a. Timbang bejana besi;
  - b. Ambil serbuk kayu dan isikan kedalam bejana dengan cara menyiram dengan menggunakan sekop setinggi  $\pm 5$  cm dari permukaan atas bejana besi sampai penuh lalu ratakan permukaan pasir setinggi permukaan bejana besi;
  - c. Timbang bejana dan serbuk kayu;
  - d. Keluarkan serbuk kayu dan bersihkan bejana lalu isi bejana yang sama dengan air sampai penuh, kemudian timbang bejana dan air serta ukur suhu air;
  - e. Lakukan percobaan untuk dua sampel dengan bejana yang sama.

5. Rumus

$$\rho = \frac{M}{V} \dots\dots\dots (3.14)$$

Dimana:

$$P = \text{berat isi (kg/m}^3\text{)}$$

M = berat (kg)

V = volume (m<sup>3</sup>)

6. Hasil Percobaan

Berat isi serbuk kayu dengan cara longgar = 185,48 kg/m<sup>3</sup>.

**3.3.10. Kadar Air Pada Serbuk Kayu**

1. Tujuan Percobaan

Memperoleh angka persentase dari kadar air yang dikandung oleh serbuk kayu.

2. Peralatan

- a. Oven;
- b. Talam;
- c. Timbangan.

3. Bahan

- Serbuk kayu

4. Prosedur Percobaan

- a. Ambil serbuk kayu dalam keadaan asli masing-masing sebanyak 100 gram;
- b. Masukkan ke dalam oven dengan suhu (110±5)°C selama 24 jam hingga berat tetap;
- c. Timbang berat serbuk kayu tersebut;

5. Rumus

$$Kadar\ air = \frac{A - B}{B} \times 100\% \dots\dots\dots (3.15)$$

Dimana:

A = Berat serbuk kayu asli (gram)

B = Berat serbuk kayu kering oven (gram)

#### 6. Hasil Percobaan

Kadar air serbuk kayu = 2.57 %

### 3.3.11 Pemeriksaan Kadar Lumpur (Pencucian Pasir Lewat Ayakan No.200)

#### 1. Tujuan Percobaan

Menentukan persentase kadar lumpur pada pasir dan kerikil.

#### 2. Peralatan

- a. Ayakan no. 200;
- b. Oven;
- c. Timbangan;
- d. Pan.

#### 3. Bahan

- a. Pasir kering oven;
- b. Kerikil kering oven;
- c. Air.

#### 4. Prosedur Percobaan

- a. Sediakan 2 (dua) sampel pasir sebanyak masing-masing 500 gram dan 2 (dua) sampel kerikil sebanyak masing-masing 1000 gram dalam keadaan kering oven;

- b. Tuang pasir kedalam ayakan no. 200 dan disiram dengan air melalui kran;
- c. Pada saat pencucian, pasir harus diremas-remas hingga air keluar melalui ayakan terlihat jernih dan bersih;
- d. Letakkan sampel ke dalam pan dan keringkan dalam oven selama 24 jam;
- e. Setelah 24 jam, sampel yang ada di dalam pan ditimbang dan hasilnya dicatat;
- f. Lakukan percobaan untuk sampel kedua dan sampel kerikil.

5. Rumus

$$KL = \frac{BM-BK}{BM} \times 100\% \dots\dots\dots (3.16)$$

Dimana:

KL = Kadar lumpur agregat (%)

BM = Berat sampel mula-mula

BK = Berat sampel setelah dikeringkan selama 24 jam

- Pasir yang memenuhi persyaratan dan layak untuk digunakan, bila kadar lumpur pasir < 5%.
- Kerikil/batu pecah yang memenuhi persyaratan dan layak untuk digunakan, bila kadar lumpur pasir < 1%.

6. Hasil Penelitian

- Kadar lumpur pasir rata-rata = 1% (pasir memenuhi persyaratan dan layak untuk digunakan).

- Kadar lumpur batu pecah rata-rata = 0,55% (batu pecah memenuhi persyaratan dan layak digunakan).

### 3.3.12 Pemeriksaan Kadar Liat (*Clay Lump*)

#### 1. Tujuan Percobaan

Menentukan persentase kadar liat dalam pasir.

#### 2. Peralatan

- a. Ayakan no. 200;
- b. Oven;
- c. Timbangan;
- d. Pan.

#### 3. Bahan

- a. Pasir sisa pengujian kadar lumpur;
- b. Aquades;
- c. Air.

#### 4. Prosedur Percobaan

- a. Pasir hasil percobaan kadar lumpur sebanyak 2 (dua) sampel dengan berat kering setelah pencucian lumpur sebagai berat awal direndam dalam aquades selama 24 jam;
- b. Setelah direndam  $\pm$  24 jam aquades dibuang dengan hati-hati agar jangan ada pasir yang ikut terbang;
- c. Tuangkan pasir dalam ayakan no. 200 dan dicuci di bawah kran sambil diremas-remas selama  $\pm$  5 menit;



- d. Pasir hasil pencucian dituang ke dalam pan dikeringkan dalam oven bersuhu  $110 \pm 5$  °C selama 24 jam;
- e. Pasir kering hasil pengovenan kemudian ditimbang beratnya dan dicatat.

5. Rumus

$$\% \text{ Kadar Liat} = \frac{A - B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (3.17)$$

Dimana:

A = Berat pasir mula-mula (sisa pencucian kadar lumpur)

B = Berat pasir setelah di oven

Pasir yang memenuhi persyaratan dan layak untuk digunakan, bila kadar liat pasir < 1%.

6. Hasil Percobaan

Kadar liat rata-rata = 0,71 % (pasir memenuhi syarat untuk dipakai dalam campuran beton).

**3.3.13 Pemeriksaan Keausan Menggunakan Mesin Pengaus Los Angeles (SNI 03-2417-1991)**

1. Tujuan Percobaan

Untuk mengetahui daya tahan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin abrasi Los Angeles.

2. Peralatan

- a. Mesin Los Angeles;
- b. Oven;

- c. Pan;
  - d. Ayakan no. 12 (1,68 mm);
  - e. Timbangan;
  - f. Peluru pengaus.
3. Bahan
- 1. Air;
  - 2. Kerikil (gradasi A3), terdiri dari kerikil lolos Ø 37,5 mm tertahan Ø 25 mm dan lolos Ø 25 mm tertahan Ø 19 mm.

4. Prosedur Percobaan

- 1. Timbang sampel bergradasi A3 dengan sebanyak 5000 ± 25 gram;
- 2. Masukkan peluru sebanyak 12 buah dan sampel kerikil kedalam mesin Los Angeles;
- 3. Tutup dan kunci mesin Los Angeles;
- 4. Putar mesin untuk 1000 kali putaran selama ± 25 menit;
- 5. Sampel dikeluarkan dari mesin lalu diayak dengan ayakan Ø 1,68 mm;
- 6. Kerikil yang tertahan pada ayakan tersebut dicuci hingga bersih kemudian dioven selama ± 24 jam;
- 7. Setelah ± 24 jam, keluarkan sampel kemudian timbang.

5. Rumus

$$\% \text{Keausan} = \frac{A - B}{A} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3.18)$$

Dimana:

A = Berat awal

B = Berat akhir

Agregat kasar yang baik digunakan untuk konstruksi, bila persentase keausannya  $< 50\%$ .

6. Hasil Percobaan

Persentase keausan sampel sebesar 17,7 % (agregat kasar tersebut baik digunakan untuk konstruksi).

**3.4 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)**

Perencanaan campuran beton dimaksudkan untuk mengetahui komposisi atau proporsi bahan-bahan penyusun beton. Proporsi bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui sebuah perancangan beton (*mix design*). Hal ini dilakukan agar proporsi campuran dapat memenuhi syarat teknis secara ekonomis. Dalam menentukan proporsi campuran dalam penelitian ini digunakan metode Departemen Pekerjaan Umum yang berdasarkan pada SK SNI T-15-1990-03.

Kriteria dasar perancangan beton dengan menggunakan metode Departemen Pekerjaan Umum ini adalah kekuatan tekan dan hubungan dengan faktor air semen. Dari hasil perhitungan *mix design* tersebut diperoleh untuk campuran beton sebagai berikut:

**Tabel 3.1** Campuran Beton

Semen	Pasir	Kerikil	Air
402.2	648.8	1153.4	185
Perbandingan Komposisi Beton:			
1	2	3	0.5

Sumber : hasil penelitian laboratorium 2014

Maka volume beton untuk 1 (satu) buah silinder adalah :

Diameter =  $\varnothing 15 \text{ cm}$

Jari-jari silinder =  $\frac{1}{2} (15)$

$$\begin{aligned}
 &= 7.5 \text{ cm} \\
 \text{Tinggi (t)} &= 30 \text{ cm} \\
 \text{Volume beton} &= \pi \times (r^2) \times t \\
 &= 3.14 \times (7.5^2) \times 30 \\
 &= 3.14 \times 56.25 \times 30 \\
 &= 5298.75 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,00529875 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Untuk menghindari hilangnya beton pada waktu pengecoran maka dilakukan Safety Factor (SF) = 1,2. Maka volume beton yang diaduk untuk 1 buah beton silinder dengan SF = 1,2 adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Volume 1 buah silinder} &= 0,00529875 \text{ m}^3 \times 1,2 \\
 &= 0,0063585 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka massa komposisi pasta dari beton untuk satu silinder dengan volume 0.0063585 m<sup>3</sup> adalah sebagai berikut :

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Massa semen} &= 0.006358 \text{ m}^3 \times 402.2 \text{ kgm}^{-3} \\
 &= 2.56 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

**Tabel 3.2.** Komposisi Pasta dari Beton untuk Satu Silinder

Nama Bahan	Massa / Volume (kgm <sup>-3</sup> )	Perbandingan
Semen	2.56	1
Pasir	4.13	2
Kerikil	7.33	3
Air	1.18	0,5

Sumber : hasil penelitian laboratorium 2014

Maka untuk 20 buah silinder atau per sampel :

Contoh perhitungan :

- Untuk beton normal ( tanpa menggunakan serbuk gergaji kayu )

$$\text{Massa semen} = 2.56 \times 20 = 51.2 \text{ kg}$$

$$\text{Massa pasir} = 4.13 \times 20 = 82.6 \text{ kg}$$

$$\text{Massa kerikil} = 7.33 \times 20 = 146.6 \text{ kg}$$

$$\text{Massa air} = 1.18 \times 20 = 23.6 \text{ kg}$$

- Untuk beton dengan campuran serbuk gergaji kayu 5 %

$$\text{Massa pasir} = 4.13 \text{ kg} \times 20 = 82.6 \text{ kg}$$

Maka massa serbuk gergaji kayu

$$= \frac{5}{100} \times 82.6 \text{ kg}$$

$$= 4.13 \text{ kg}$$

- Untuk beton dengan campuran serbuk gergaji kayu 10 %

$$\text{Massa pasir} = 4.13 \text{ kg} \times 20 = 82.6 \text{ kg}$$

Maka massa serbuk gergaji kayu

$$= \frac{10}{100} \times 82.6 \text{ kg}$$

$$= 8.26 \text{ kg}$$

- Untuk beton dengan campuran serbuk gergaji kayu 15 %

$$\text{Massa pasir} = 4.13 \text{ kg} \times 20 = 82.6 \text{ kg}$$

Maka massa serbuk gergaji kayu

$$= \frac{15}{100} \times 82.6 \text{ kg}$$

$$= 12.39 \text{ kg}$$

**Tabel 3.3.** Data perbandingan komposisi benda uji beton

Persentase serbuk gergaji kayu (%)	Air (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Semen (kg)	Serbuk gergaji kayu (kg)
0 % (normal)	23.6	82.6	146.6	51.2	-
5 %	23.6	78.47	146.6	51.2	4.13
10 %	23.6	74.34	146.6	51.2	8.26
15 %	23.6	70.21	146.6	51.2	12.39

Sumber : hasil penelitian laboratorium 2014

### 3.5 Pembuatan Benda Uji Silinder

Pembuatan benda uji terdiri dari lima variasi campuran, yaitu campuran normal tanpa bahan tambahan, campuran dengan substitusi serbuk kayu 0%, 5%; 10%; dan 15% dari volume pasir.

Sehari sebelum dilakukan pengecoran, benda uji dan bahan telah disiapkan. Kemudian ditimbang beratnya sesuai dengan variasi campuran yang ada dan diletakkan di dalam wadah yang terpisah untuk mempermudah pelaksanaan pengecoran yang dilakukan.

Setelah semua bahan selesai disediakan, hidupkan mesin molen dan masukkan air sembarang ke dalamnya yang berfungsi untuk membersihkan dan membasahi mesin tersebut supaya adukan beton yang sebenarnya tidak berkurang. Setelah  $\pm$  30 detik, air tersebut di buang. Untuk beton normal, langkah pertama masukkan agregat halus dan semen selama  $\pm$  30 detik supaya agregat halus dan semen tercampur rata. Kemudian air dimasukkan sebagian-sebagian ke dalam molen secara menyebar, hal ini dilakukan supaya air tidak hanya tercampur di beberapa tempat dan menyebabkan adukannya tidak rata (menggumpal).

Selanjutnya masukkan batu pecah dan biarkan mesin molen selama  $\pm 3$  menit sampai campuran beton benar-benar tercampur secara merata dan homogen.

Adukan yang sudah tercampur merata, dituangkan ke dalam sebuah pan besar yang tidak menyerap air, dan kemudian adukan diukur kekentalannya dengan menggunakan metode *slump test* menggunakan kerucut *Abrams-Harder*. Setelah pengukuran nilai slump, campuran beton dimasukkan ke dalam cetakan silinder yang berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan cara dibagi dalam 3 tahapan, dimana masing-masing tahapan diisi 1/3 bagian dari cetakan silinder lalu dipadatkan dengan menggunakan alat vibrator.

Setelah umur beton 24 jam, cetakan silinder dibuka dan mulai dilakukan perawatan beton dengan cara direndam dalam bak perendaman sampai pada masa yang direncanakan untuk melakukan pengujian.

### 3.6 Perawatan Benda Uji

Perawatan (*curing*) dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan perlu untuk mengisi pori-pori kapiler dengan air, karena hidrasi terjadi di dalamnya.

Perawatan ini tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi tetapi juga dimaksudkan untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kedekatan terhadap air, ketahanan terhadap aus, serta stabilitas dari dimensi struktur.

Perawatan benda uji dilakukan dengan merendam benda uji di dalam bak perendaman di laboratorium selama 28 hari.

### 3.7 Pengujian Sampel

Pengujian yang dilakukan pada beton segar adalah pengujian *slump* dan berat isi beton segar. Sedangkan untuk pengujian beton keras adalah pengujian kuat tekan beton dan pengujian kuat tarik belah beton.

#### 3.7.1 Pengujian *Slump* (SNI 03-1972-1990)

*Slump* beton ialah besaran kekentalan (*viscosity*) / plastisitas dan kohesif dari beton segar. Pengambilan benda uji harus dari contoh beton segar yang mewakili campuran beton. Untuk melaksanakan pengujian *slump* beton harus diikuti beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Basahi cetakan dan pelat;
2. Letakkan cetakan di atas pelat dengan kokoh;
3. Isilah cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis tiap lapis berisi kira-kira 1/3 isi cetakan. Setiap lapis ditusuk dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata; tongkat harus masuk sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan;
4. Segera setelah selesai penusukan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat dan semua sisa benda uji yang jatuh di sekitar cetakan harus disingkirkan. Kemudian cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas;
5. Balikkan cetakan dan letakkan perlahan-lahan disamping benda uji, ukurlah *slump* yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.



### 3.7.2 Pengujian Berat Isi Beton Segar (SNI 03-1973-1990)

Untuk melaksanakan pengujian berat isi beton segar harus diikuti tahapan sebagai berikut :

1. Isilah takaran dengan benda uji dalam 3 lapis;
2. Tiap-tiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata;
3. Setelah selesai pemadatan, ketuklah sisi takaran perlahan-lahan sampai tidak tampak gelembung-gelembung udara pada permukaan serta rongga-rongga bekas tusukan tertutup;
4. Ratakan permukaan benda uji dan tentukan beratnya.

### 3.7.3 Pengujian Kuat Tekan Beton (SNI 03-1974-1990)

Pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari untuk tiap variasi beton sebanyak 10 buah. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin kompres elektrik berkapasitas 200 ton yang digerakkan secara manual. Adapun prosedur pengujian kuat tekan beton:

1. Dari masing-masing variasi, jumlah sampel yang akan dicoba untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

**Tabel 3.4** Tabel sampel dan variasi

<b>Pengujian</b>	<b>Variasi</b>	<b>Umur (hari)</b>	<b>Jumlah Sample</b>
<b>Kuat tekan</b>	Serbuk kayu 0%	28	10
	Serbuk kayu 5%	28	10
	Serbuk kayu 10%	28	10
	Serbuk kayu 15%	28	10

	<b>Total benda uji</b>		40
<b>Kuat tarik belah</b>	Serbuk kayu 0%	28	10
	Serbuk kayu 5%	28	10
	Serbuk kayu 10%	28	10
	Serbuk kayu 15%	28	10
	<b>Total benda uji</b>		40

1. Sehari sebelum pengujian sesuai umur rencana, silinder beton dikeluarkan dari bak perendaman. Sebelum dilakukan uji kuat tekan, benda uji ditimbang beratnya;
2. Kemudian letakkan benda uji pada *compressor machine* sedemikian hingga berada di tengah-tengah alat penekannya;
3. Secara perlahan-lahan beban tekan diberikan pada benda uji dengan cara mengoperasikan tuas pompa sampai benda uji runtuh;
4. Pada saat jarum penunjuk skala tidak naik lagi atau bertambah, maka catat skala yang ditunjukkan oleh jarum tersebut yang merupakan beban maksimum yang dapat dipikul oleh benda uji.

Kekuatan tekan benda uji beton dihitung dengan rumus (2.1), yaitu

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

Dimana:

$\sigma_b$  = Kekuatan tekan ( $\text{kg/cm}^2$ )

P = Beban tekan (kg)

A = Luas permukaan benda uji ( $\text{cm}^2$ )

### 3.7.4 Pengujian Kuat Tarik Beton (SNI 03-2491-2002)

Pengujian kuat tarik belah dilakukan dengan menggunakan *Tensile Splitting Test* (TST) yaitu suatu pembelahan silinder oleh suatu desakan kearah diameternya untuk mendapatkan kuat tarik belah. Pada mesin penguji ditambahkan suatu batangan agar dapat membagi beban merata pada panjang silinder. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari. Dari beban maksimal yang diberikan kekuatan tarik belah dihitung menggunakan rumus (2.4), yaitu:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$$

Dimana:

$f_{ct}$  = Kuat tarik beton ( $\text{kg/cm}^2$ )

$P$  = Beban uji maksimum (kg) yang ditunjukkan mesin uji tekan

$L$  = Panjang benda uji (cm)

$D$  = Diameter benda uji (cm)

### 3.8 Analisa dan Kesimpulan

Setelah tahap-tahap di atas telah dilakukan maka selanjutnya dilakukan analisa, perhitungan dan pengamatan terhadap kuat tekan dan pola retak beton. Hasil analisa, perhitungan dan pengamatan dapat dilihat pada Bab 4.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton diperoleh hasil penurunan sejalan penambahan serbuk kayu dengan variasi 5%, 10% dan 15%, dimana kuat tekan dan kuat tarik belah tertinggi pada campuran serbuk kayu dengan kadar 5% yaitu 25.48 MPa untuk kuat tekan dan 4.43 Mpa untuk kuat tarik belah.
2. Pada penelitian ini didapat kuat tekan beton maksimal sebesar 25.48 MPa untuk kadar serbuk kayu 5% dimana beton tersebut tergolong dalam beton mutu sedang yang pemanfaatan umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan.

#### 5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian pengaruh serbuk kayu terhadap kuat lentur (*flexure test*) beton.
2. Diperlukan suatu cara atau metode yang khusus untuk mengolah serbuk gergaji sehingga bisa digunakan untuk bahan campuran pembuatan beton.

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen PU Republik Indonesia. 1971. Peraturan Beton Bertulang Indonesia. Bandung: Yayasan Lembaga Penyidikan Masalah Bangunan
- Delisma, Kusumadi. 2006. Teknologi Bahan III. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- Dumanauw, J. F. 1993. *Mengenal Kayu*. Pendidikan Industri Kayu Atas, Semarang.
- Fadli, MT. 2002. Panduan Praktikum Pengujian Bahan II. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- Fauzi, Indra, Drs. 2008. Bahan Bangunan 3. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- Kusumadi, Drs, MT. 2007. Teknologi Bahan I. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- Kusumadi, Drs, MT. 2005. Panduan Praktikum Pengujian Bahan I. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- Mulyono, Try. 2003. Teknologi Beton. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Murdock, L. J dan Brook, K. M. 1986. *Bahan dan Praktik Beton*. Edisi Keempat Terjemahan Stephanus Hindarko. Jakarta: Erlangga.
- Nugraha, Paul. 2007. Teknologi Beton. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standar Nasional.