

**PENGARUH PENAMBAHAN SERAT SABUT KELAPA  
(COCOFIBER) TERHADAP CAMPURAN BETON  
SEBAGAI PEREDAM SUARA  
(Penelitian)**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Universitas Medan Area**

**Oleh :**

**PINTER SUSANTO ZALUKHU**

**12 811 0013**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
2016**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

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

Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

## ABSTRAK

Kepedulian terhadap lingkungan dapat diwujudkan dengan penggunaan material yang berasal dari serat alam sebagai bentuk konservasi energi dan perlindungan lingkungan. Contohnya serat sabut kelapa (cocofiber), Serat Sabut Kelapa adalah salah satu limbah yang belum begitu dimanfaatkan secara maksimal di Indonesia. Padahal jumlah kapasitas serat sabut kelapa yang dihasilkan dari panen kelapa setiap tahunnya di Indonesia cukup besar.

Dengan alasan di atas maka perlu dikembangkan penggunaan serat alam yang banyak tersedia di Indonesia ini, agar tidak menjadi limbah yang dibuang begitu saja. Salah satu teknologi dalam memanfaatkan limbah sabut kelapa ini adalah dengan menjadikan serat sabut kelapa menjadi bahan komposit yaitu dengan membuat beton berserat sabut kelapa.

Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian mengenai parameter-parameter yang berpengaruh terhadap karakteristik dari beton serat ini.

Kajian terhadap karakteristik akustik beton serat ini memang sudah pernah dilakukan, tetapi merujuk dari pada penelitian-penelitian sebelumnya, menyarankan untuk meneliti serat sabut kelapa untuk campuran beton dengan persentase serat yang digunakan tidak sama dengan persentase yang pernah digunakan sebelumnya, maka perlu dilakukan penelitian ulang/lanjutan.

Karakteristik akustik diperoleh dengan cara pengujian akustik dengan menggunakan alat impedance tube. Pada pengujian ini dapat diperoleh nilai koefisien absorpsi dengan menggunakan software pendukung impedance tube yaitu DAQ vactory dan HQ control.

Kata kunci : beton komposit serat kelapa, akustik, absorpsi, cocofiber.

## ABSTRAK

*Kepedulian terhadap lingkungan dapat diwujudkan dengan penggunaan material yang berasal dari serat alam sebagai bentuk konservasi energi dan perlindungan lingkungan. Contohnya serat sabut kelapa (cocofiber), Serat Sabut Kelapa adalah salah satu limbah yang belum begitu dimanfaatkan secara maksimal di Indonesia. Padahal jumlah kapasitas serat sabut kelapa yang dihasilkan dari panen kelapa setiap tahunnya di Indonesia cukup besar.*

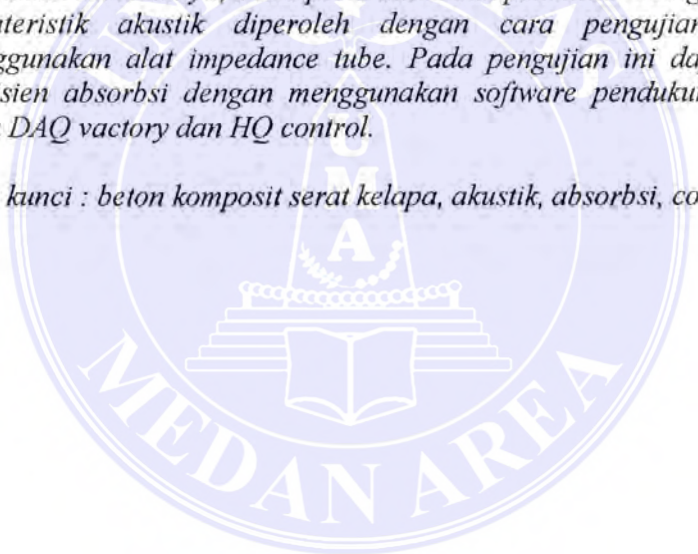
*Dengan alasan di atas maka perlu dikembangkan penggunaan serat alam yang banyak tersedia di Indonesia ini, agar tidak menjadi limbah yang dibuang begitu saja. Salah satu teknologi dalam memanfaatkan limbah sabut kelapa ini adalah dengan menjadikan serat sabut kelapa menjadi bahan komposit yaitu dengan membuat beton berserat sabut kelapa.*

*Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian mengenai parameter-parameter yang berpengaruh terhadap karakteristik dari beton serat ini.*

*kajian terhadap karakteristik akustik beton serat ini memang sudah pernah dilakukan, tetapi merujuk dari pada penelitian-penelitian sebelumnya, menyarankan untuk meneliti serat sabut kelapa untuk campuran beton dengan persentase serat yang digunakan tidak sama dengan persentase yang pernah digunakan sebelumnya, maka perlu dilakukan penelitian ulang/lanjutan.*

*Karakteristik akustik diperoleh dengan cara pengujian akustik dengan menggunakan alat impedance tube. Pada pengujian ini dapat diperoleh nilai koefisien absorpsi dengan menggunakan software pendukung impedance tube yaitu DAQ vactory dan HQ control.*

*Kata kunci : beton komposit serat kelapa, akustik, absorpsi, cocofiber.*



## ABSTRACT

*Concern for the environment can be realized with the use of materials derived from natural fibers as a form of energy conservation and environmental protection. For example, coconut coir fiber (cocofiber), Fiber Coconut is one of the waste that has not been fully utilized so in Indonesia. Though the amount of capacity coco fiber produced from coconut harvest each year in Indonesia is quite large.*

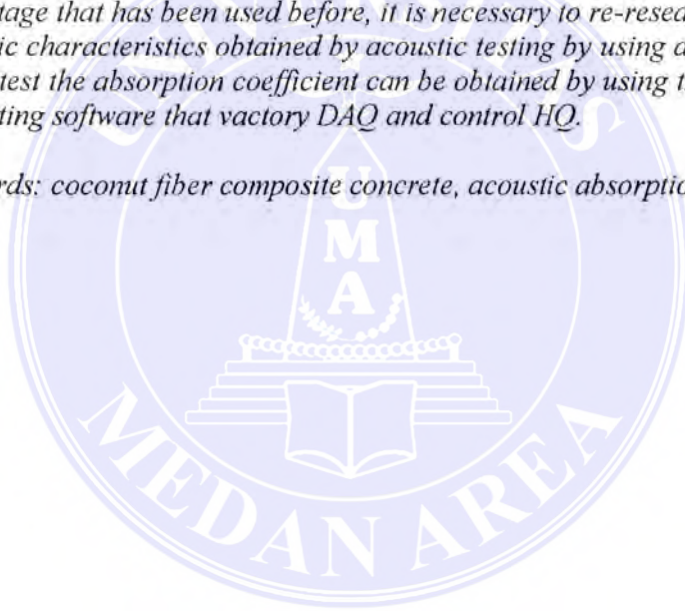
*With the above reasons it is necessary to develop the use of natural fibers are widely available in Indonesia, in order not to waste that is thrown away. One of the technologies in use waste coconut husks are to be made of coco fiber composite materials is to make fibrous concrete coco.*

*Therefore, it is necessary to do research on the parameters which affect the characteristics of this fiber-reinforced concrete.*

*Study of the acoustic characteristics of the fiber-reinforced concrete have already been done, but it refers from the previous studies, suggest researching coco fiber for concrete mixes with the percentage of fiber that is used is not the same as the percentage that has been used before, it is necessary to re-research / advanced.*

*Acoustic characteristics obtained by acoustic testing by using an impedance tube. In this test the absorption coefficient can be obtained by using the impedance tube supporting software that vactory DAQ and control HQ.*

*Keywords: coconut fiber composite concrete, acoustic absorption, cocofiber.*



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Maksud dan Tujuan.....	3
1.5. Metode Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1. Umum.....	6
2.2. Pengertian Komposit Secara umum.....	7
2.2.1 Bahan Komposit.....	8
2.2.2 Proses manufaktur Komposit.....	10
2.3 Kelapa dan Serat Kelapa.....	11
2.4 Bahan Penyusun Beton.....	18
2.4.1 Semen.....	18
2.4.2 Pasir.....	25

2.4.3. Air.....	28
2.4.4. Serat.....	29
2.5. Dasar Teori Peneletian.....	33
2.5.1. Bunyi.....	33
2.5.2. Karakteristik Gelombang Bunyi.....	36
2.5.3. Pengukuran Bunyi.....	37
2.5.4. Akustika dalam Ruangan.....	40
2.5.5. Koefisien Serapan Kebisingan.....	42
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>44</b>
3.1. Kerangka Penelitian.....	44
3.2. Metode Penelitian.....	44
3.3. Bahan- bahan penelitian.....	46
3.4. Tempat penelitian.....	47
3.4.1. Lokasi Penelitian.....	47
3.5. Pengerjaan spesimen.....	51
3.5.1. Bahan Penelitian.....	51
3.5.2. Pembuatan cetakan.....	52
3.5.3. Pengadukan (Job mix).....	52
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>53</b>
4.1 Hasil Pengujian.....	53
Benda uji A.....	54
Benda Uji B.....	57

<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>63</b>
5.1.	Kesimpulan.....	63
5.2.	Saran.....	64
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>65</b>
	<b>LAMPIRAN 1. Foto Dokumentasi</b>	



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Kemajuan dan perkembangan teknologi dalam bidang industri konstruksi semakin pesat memacu peningkatan pembangunan di segala sektor kehidupan. Kebutuhan fasilitas perumahan, perhubungan dan industri juga berdampak pada peningkatan kebutuhan bahan-bahan pendukungnya. Salah satu produk yang meningkat tajam adalah beton.

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan dalam pelaksanaan struktur bangunan modern. Seiring dengan pesatnya pembangunan di Indonesia, dimana aspek lingkungan harus diperhatikan dengan baik kelestariannya termasuk dalam hal penggunaan pasir dan split yang juga merupakan sumber daya alam yang sebaiknya dibatasi penggunaannya. Teknologi beton yang modern saat ini memungkinkan penggunaan bahan-bahan yang berasal dari alam dapat dibatasi, dan disisi lain bahan limbah dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin untuk bahan dasar pembentukan beton.

Kelebihan beton yang lain adalah, ekonomis (dalam pembuatannya menggunakan bahan dasar yang mudah diperoleh), dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan yang dikehendaki, mampu menerima kuat tekan dengan baik, beton tahan api, tidak busuk atau berkarat, tahan aus, rapat air, awet dan mudah perawatannya. Beton sangat populer banyak dipakai baik untuk struktur-struktur besar maupun kecil. Untuk itu bahan konstruksi ini dianggap sangat penting untuk terus dikembangkan. Salah satu cara untuk mendapatkan material bangunan yang



dimaksud diatas adalah dengan cara membuat campuran beton yang ringan, misalnya dengan mencampur limbah serabut kelapa (serat coco fiber).

Berbagai penelitian dan percobaan di bidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton. Peningkatan mutu beton dapat dilakukan dengan memberikan bahan tambah. Dari beberapa bahan tambah yang ada diantaranya adalah serat coco fiber .

Penelitian ini mencoba mengaplikasikan konsep penggunaan limbah serat coco fiber dalam campuran beton dan juga pengaruhnya terhadap kuat tekan beton serta mampu meredam suara. Pemilihan limbah cocofiber sebagai bahan campuran beton dikarenakan bahan ini mudah didapat , awet, berat massa jenis yang ringan serta mempunyai nilai ekonomis.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berbagai penelitian dan percobaan di bidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton. Peningkatan mutu beton dapat dilakukan dengan memberikan bahan tambah. Dari beberapa bahan tambah yang ada diantaranya adalah serat cocofiber.

Permasalahan utama yang akan diangkat pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penambahan serat coco fiber sebagai bahan tambahan pada campuran beton yang mampu meredam suara.

### 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini akan dibuat benda uji dengan :

- a. Karakteristik yang diteliti adalah Beton yang telah ditambahkan dengan cocofiber mampu meredam suara.
- b. Bahan tambahan pada penelitian ini adalah serat cocofiber atau yang kita kenal serat sabut kelapa.
- c. Persentase penggunaan serat cocofiber divariasikan dalam beberapa macam, yaitu 0%, 1.5%, 3%, 6% dari Berat campuran beton yang akan di buat.
- d. Untuk pengujian beton peredam suara akan dibuat benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10,16 cm dan tebal 5 cm sebanyak 2 benda uji/variasi.
- e. Untuk serabut cocofibernya sendiri kita dapatkan dari pabrik pengolah serabut kelapa yang merupakan bahan dasar jok mobil, kesek kaki dan spring bed.

### 1.4 Maksud dan Tujuan

Beton dengan bahan tambahan serat cocofiber bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan serat cocofiber terhadap kekuatan beton mampu meredam suara.

## 1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk penelahan karakteristik akustik serat kelapa ini adalah pendekatan kuantitatif dan kualitatif dari proses *learning by doing* yang dilakukan terhadap beberapa beton. Pendekatan kuantitatif dilakukan melalui pengujian dan pengukuran akustik terhadap beberapa jenis matrik yaitu semen. Kemudian dari data-data hasil pengujian dan pengukuran tersebut akan dilakukan analisis kualitatif sebagai usaha untuk menyimpulkan karakter spesifik hingga ditemukan peluang pemanfaatannya sebagai bahan atau konstruksi dasar dari berbagai jenis peralatan. Dalam penelitian ini, menggunakan campuran beton 1 : 2 : 3 : 1 (semen: batupecah: pasir: air), yang dicetak pada cetakan pipa PVC berdiameter 10,16cm (4 inchi), dan dipotong dengan tinggi 5cm.

## 1.6 Manfaat Penelitian

Dengan melakukan kaji eksperimen mengenai karakteristik akustik dari beton ini dapat memperkaya penggunaan atau fungsi dari beton serat sabut kelapa ini.

Beberapa target dari penelitian antara lain

1. Sebagai alternatif baru pembuatan beton dengan menggunakan serat coco fiber sebagai bahan tambahan pada campuran beton dan mampu menghasilkan beton yang ringan serta kedap suara.
2. Mengetahui parameter yang paling tepat terhadap pengaruh akustik pada beton serat ini, terutama terhadap panjang serat, rasio campuran (serat dan matrik), kepadatan beton dan kondisi permukaan bahan.

3. Mengetahui kemampuan dari beton serat kelapa untuk menyerap suara (*coefficient of sound absorption*) dan mengetahui kemampuannya untuk mereduksi suara (*Sound transmission loss*).
4. Membuat beton serat sesuai dengan hasil penelitian yang merupakan acuan untuk industri massa.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Dalam konstruksi, beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air. Kata beton dalam bahasa Inggris berasal dari bahasa Latin *concretus* yang berarti tumbuh bersama atau menggabungkan menjadi satu. Dalam bahasa Jepang digunakan kata *kotau-zai*, yang arti harafiahnya material-material seperti tulang; mungkin karena agregat mirip tulang-tulang hewan. (Teknologi Beton, 2007).

Beton merupakan pencampuran dari semen, agregat halus, agregat kasar dan air dengan suatu perbandingan tertentu. Perbandingan ini tentu saja tidak sembarangan dikarenakan kekuatannya yang diinginkan, karakteristik bahan dan fungsi bangunan menjadi salah satu faktor yang dipertimbangkan dalam pembuatan beton.

Sifat –sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang dibuat. Kinerja dari beton tersebut berdampak pada kekuatan yang diinginkan, kemudahan dalam pengerjaannya dan keawetannya dalam jangka waktu tertentu. Jika ingin membuat beton berkualitas baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan seksama cara-cara memperoleh adukan beton (beton segar/fresh concrete) yang baik dan beton (beton keras /hardened

concrete) yang dihasilkan juga baik. Beton yang baik ialah beton yang kuat, tahan lama/awet, kedap air, tahan aus, dan sedikit mengalami perubahan volume (kembang susutnya kecil).

Sebagai bahan konstruksi beton mempunyai kelebihan dan kekurangan, kelebihan beton antara lain :

1. Harganya relatif murah.
2. Mampu memikul beban yang berat.
3. Mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
4. Biaya pemeliharaan/perawatannya kecil.

Kekurangan beton antara lain :

1. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan, atau tulangan kasa (meshes).
2. Beton sulit untuk dapat kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak beton.
3. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah.
4. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.

## 2.2 Pengertian Komposit secara umum

Merujuk pada pengertian material komposit, dikatakan bahwa komposit terdiri dari dua atau lebih bahan atau unsur yang dicampur secara makroskopis. Pada bahan komposit, sifat-sifat bahan pembentuknya masih terlihat dengan jelas, tidak seperti pada paduan atau alloy yang dicampur secara mikroskopis sifat-sifat unsur pembentuknya sudah tidak tampak secara nyata. Disini dapat dilihat bahwa keuntungan material komposit adalah kita dapat menggabungkan beberapa unsur

yang mempunyai sifat-sifat material baik itu mekanik, kimia fisika dan sifat teknologi yang terbaik, sehingga didapatkan material komposit yang sangat bagus.

Pada umumnya bahan komposit terdiri dari dua kelompok, yaitu serat (*fibre*) sebagai bahan penguatnya dan bahan pengikat serat tersebut disebut matriks. Sifat serat menentukan karakteristik bahan komposit seperti: kekakuan, kekuatan, dan sifat mekanik lainnya, karena seratlh yang menahan sebagian besar gaya-gaya yang bekerja pada bahan komposit. Sedangkan matriks berfungsi melindungi dan mengikat serat. Oleh karena itu sifat sifat serat yang digunakan sangat berpengaruh terhadap sifat akhir komposit keseluruhan.

Keuntungan dari penggunaan bahan komposit adalah sifat yang di inginkan dapat diarahkan seperti, kuat dan kaku dalam arah tertentu dan lemah dalam arah-arah yang tidak dikehendaki, jadi dengan kata lain bahan komposit mempunyai sifat tidak homogen. Kemampuan ini jelas tidak dipunyai oleh bahan isotropik, yang mempunyai kekuatan dan kekakuan yang sama dalam segala arah. Karena sifatnya yang tidak homogen tersebut, bahan komposit sering dipelajari dari dua sudut pandang yang berbeda, yaitu mikromekanik dan makromekanik.

### 2.2.1 Bahan Komposit

Bahan komposit terdiri dari beberapa jenis, berdasarkan geometri dan jenis seratnya. Sifat-sifat mekanik bahan komposit, seperti kekakuan, keuletan, ketangguhan, dan kekuatannya tergantung dari geometri dan sifat-sifat seratnya.

Secara garis besar, bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (*particulate composite*) dan bahan komposit serat (*fibre composite*).

Bahan komposit serat dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu serat panjang (*continuous fibre*) dan serat pendek (*short fibre*).

Pada bidang industri, bahan komposit serat merupakan bahan komposit yang paling sering dan paling banyak digunakan. Sehingga jika dikatakan bahan komposit, pasti asumsi yang muncul adalah bahan komposit serat.

Serat merupakan bagian yang paling utama dalam hal menahan beban, oleh karena itu bahan komposit sangat kuat dan kaku bila dibebani searah serat, sebaliknya lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat.

Dari pernyataan di atas, ada dua hal yang membuat serat dapat menahan gaya dengan efektif, yaitu bila:

1. Perekatan (*bonding*) antara serat dan matriks (disebut pula *interfacial bonding*) sangat baik dan kuat, sehingga serat tidak mudah lepas dari matriks (*debonding*).
2. Kelangsingan (*aspect ratio*), yaitu perbandingan antara panjang dan diameter serat harus cukup besar. Hal ini diisyaratkan agar tegangan geser yang terjadi pada permukaan antara serat dan matriks kecil.

Kekuatan serat terletak pada ukurannya yang sangat kecil, kadang-kadang dalam orde mikron. Ukuran yang kecil menghilangkan cacat dan ketidaksempurnaan kristal yang biasa terdapat pada bahan berbentuk padatan besar. Sehingga serat mempunyai kristal tunggal yang tanpa cacat dan kekuatannya sangat besar.

Hal yang sama terjadi bila serat dibuat dari bahan polymer. Dengan mengatur arah molekulnya, akan didapat serat dengan kekuatan yang besar. Ini terjadi pada serat Kevlar (*aramid*) dan karbon.



Serat-serat yang disebutkan diatas termasuk dalam serat pabrik yang banyak di pasaran dan harganya cukup mahal, disamping itu ada pula serat alam (*natural*) yang mudah didapat dan lebih murah. Serat *natural* selama ini masih jarang digunakan.

Material komposit juga terbentuk dari matriks sebagai bahan dasar. Tugas utama matriks adalah mengikat serat bersama-sama. Supaya terjadi perekatan yang sempurna, karena sekumpulan serat tanpa matriks tidak dapat menahan gaya dalam arah tekan dan transversal. Matriks juga berguna untuk meneruskan gaya ke serat-serat lainnya dan melindungi serat dari pengaruh lingkungan yang merusak. Bahan matriks biasanya dipilih dari bahan yang lunak dan liat agar mampu meneruskan tegangan geser

### 2.2.2 Proses Manufaktur Komposit

Dalam pembuatan material komposit kita mengenal beberapa cara, semua itu tergantung dari kebutuhan kualitas dari material komposit itu sendiri. Adapun cara-cara tersebut adalah:

#### 1. *Hand Lay-Up*

Pada proses *hand lay-up* material komposit yang dihasilkan mempunyai kualitas sedang, homogenitas kurang dan porositas cenderung besar. Material dari hasil *hand lay-up* ini biasanya digunakan di industri kapal kecil dan rumah tangga yang tidak membutuhkan kekuatan yang cukup besar. Fiber volume yang dihasilkan oleh proses *hand lay-up* ini adalah 15%-20%.

#### 2. *Spray-Up*

Pada proses *spray-up* dilakukan secara otomatis oleh mesin dan hanya bisa menggunakan serat pendek, biasanya dipakai untuk membuat benda cukup besar.

### 3. *Vacum Forming*

Proses pembuatan dengan cara *vacum forming* kualitasnya lebih bagus dari pada kedua cara diatas, karena porositas yang terjadi rendah, sebab pada proses ini udara yang menyebabkan porositas disedot oleh pompa *vacum*. *Fiber volume* yang dihasilkan cukup tinggi yaitu 40% sampai 50%, karena kelebihan resin diserap oleh *bleeder*. Proses ini dapat menggunakan serat panjang atau pendek.

### 4. *Autoclave*

Proses pembuatan dengan cara *autoclave* mempunyai kualitas yang lebih bagus dari ketiga cara diatas. Produk dari cara *autoclave* ini biasanya digunakan pada pesawat terbang (*aero space product*), Proses ini menggunakan bahan *pre-impregnated* artinya suatu bahan dimana serat dan resin sudah dicampur terlebih dahulu dan resin dalam keadaan setengah matang (*B-satge*), bahan *pre-impregnated* harus disimpan dalam *cold storage* dengan temperatur 20°C sampai dengan -10°C agar tidak matang.

### 5. *Pressure Bag Moulding*

Proses ini mirip dengan *autoclave* tetapi menggunakan karet untuk menampung udara panasnya.

### 6. *moulding compound*

### 7. *Countinuous pultrusion*

## 2.3 Kelapa dan serat Kelapa

Kelapa merupakan tanaman perkebunan/industri berupa pohon batang lurus dari famili *Palmae*. Ada dua pendapat mengenai asal usul kelapa yaitu dari Amerika Selatan menurut D.F. Cook, Van Martius Beccari dan Thor Herjerdahl dan dari Asia atau Indo Pasific menurut Berry, Werth, Mearil, Mayurathan,

Lepesma, dan Pureseglove. Kata *coco* pertama kali digunakan oleh Vasco da Gama, atau dapat juga disebut *Nux Indica*, *al djanz al kindi*, *ganz-ganz*, *nargil*, *narlie*, *tenga*, *temuai*, *coconut*, dan pohon kehidupan.

Kelapa banyak terdapat di negara-negara Asia dan Pasifik yang menghasilkan 5.276.000 ton (82%) produksi dunia dengan luas  $\pm$  8.875.000 ha (1984) yang meliputi 12 negara, sedangkan sisanya oleh negara di Afrika dan Amerika Selatan. Indonesia merupakan negara perkelapaan terluas (3.334.000 ha tahun 1990) yang tersebar di Riau, Jateng, Jabar, Jatim, Jambi, Aceh, Sumut, Sulut, NTT, Sulteng, Sulsel dan Maluku, tapi produksi dibawah Philipina (2.472.000 ton dengan areal 3.112.000 ha), yaitu sebesar 2.346.000 ton. Kelapa (*cocos nucifera*) termasuk familia Palmae dibagi tiga:

1. Kelapa dalam dengan varietas *viridis* (kelapa hijau), *rubescens* (kelapa merah), *Macrocorpu* (kelapa kelabu), *Sakarina* (kelapa manis)
2. Kelapa genjah dengan varietas *Eburnea* (kelapa gading), varietas *regia* (kelapa raja), *pumila* (kelapa puyuh), *pretiosa* (kelapa raja malabar)
3. Kelapa hibrida.

Kelapa dijuluki pohon kehidupan, karena setiap bagian tanaman dapat dimanfaatkan seperti berikut:

1. sabut: coir fiber, keset, sapu, matras, bahan pembuat spring bed
2. tempurung: charcoal, carbon aktif dan kerajinan tangan
3. daging buah: kopra, minyak kelapa, *coconut cream*, santan, kelapa parutan kering (*desiccated coconut*)
4. air kelapa: cuka, nata de coco

5. batang kelapa: bahan bangunan untuk kerangka atau atap
6. daun kelapa: lidi untuk sapu, barang anyaman (dekorasi pesta atau mayang)
7. nira kelapa: gula merah (kelapa).

Kelapa merupakan tumbuhan produktif, Kondisi ini juga yang menyebabkan banyak penduduk lokal yang bergantung pada sektor industri kecil yang bergerak pada pengelolaan kelapa. Selama ini serat kelapa hasil industri kecil tersebut hanya dipergunakan untuk keperluan rumah tangga saja. Fokus penelitian ini adalah untuk meningkatkan daya guna dan fungsi serat kelapa dalam bentuk lain, yaitu mencampurkannya dengan berbagai matrik.

Pohon kelapa termasuk keluarga Palmae yang merupakan tanaman tropis yang penyebarannya di pantai (habitat asli). Namun dalam pengembangan budidaya akhirnya manusia dapat menemukannya sampai jauh di pedalaman. Ini menandakan pohon kelapa sangat toleran terhadap iklim mikro (tanah, air, udara, angin kencang dan sinar matahari dan terlebih hara tanah). Oleh karena kelapa sangat toleran terhadap iklim yang berubah-ubah, kelapa memiliki ketahanan terhadap lingkungan besar sekali. Keadaan pohon kelapa yang mampu bertahan hidup dengan perubahan iklim yang dapat terjadi sewaktu, dan pohon kelapa adalah jenis pohon yang tahan terhadap hama/penyakit merupakan keistimewaan dari pohon kelapa. Dan bisa dibayangkan, sebuah pabrik minyak berupa minyak kelapa sedang berlangsung dengan sangat canggih di sebuah pohon kelapa. Pohon kelapa memiliki cadangan energi yang luar biasa di tangki-tangki berupa buah

kelapa muda dan tua. Sewaktu-waktu, apabila pohon ini dalam keadaan ekstrim, energi minyaknya dapat disalurkan

kembali untuk kehidupannya (statement/pernyataan terakhir ini hanyalah secara filosofi dan bukan hasil penelitian). Demikian pula, makin tinggi pohon kelapa atau makin tua pohonnya, kandungan senyawa kimianya makin sempurna.

Meskipun kelapa dapat tumbuh dengan mudah namun ada kriteria iklim yang dapat menyebabkan kelapa tumbuh dengan baik. Faktor iklim tersebut itu adalah:

### 1. Sinar Matahari

Pertumbuhan kelapa akan terhambat jika kekurangan sinar matahari. Lama penyinaran yang dikehendaki adalah 2.000 jam/tahun atau minimal 120 jam/bulan.

### 2. Temperatur

Tanaman kelapa dapat tumbuh pada ketinggian 0-900 m, temperatur optimum yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya adalah 27-28<sup>0</sup>C. bila temperature udara rata-ratanya 15<sup>0</sup>C, maka akan menyebabkan perubahan-perubahan fisiologis dan morfologis tanaman.

### 3. Kelembaban

Udara yang terlalu lembab tidak baik untuk tanaman kelapa karena akan mengurangi penguapan dan penyerapan unsur hara.

#### 4. Curah Hujan

Lokasi yang sangat cocok untuk pertumbuhan tanaman kelapa adalah daerah yang memiliki curah hujan yang rendah, karena temperatur yang dibutuhkan untuk pertumbuhan pohon kelapa yang baik adalah 27-28<sup>0</sup>C.

#### 5. Tanah

Tanaman kelapa dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah, baik tanah alluvial, laterit, vulkanis, berpasir, tanah liat, maupun tanah berbatu. Namun yang terbaik adalah tanah alluvial, karena tanah tersebut memiliki tingkat keasaman tinggi yang dapat membantu pertumbuhan kelapa dengan baik.

Karena kelapa begitu berlimpah, dan merupakan sumberdaya terbarukan di semua negara maka peneliti berlomba-lomba untuk menciptakan bermacam produk yang dapat dimanufaktur dari serat kelapa untuk menjadi sebuah teknologi yang simpel dan murah. Para peneliti juga mengatakan bahwa sifat mekanik dari serat kelapa memiliki kualitas yang sama baik atau bahkan lebih baik dari serat sintetik dan poliester dalam penggunaannya di bidang *parts* otomotif. Bradley mengatakann bahwa serat kelapa lebih murah dibandingkan serat lain dan ramah lingkungan. Buah kelapa berbentuk bulat panjang, Buah kelapa terdiri dari sabut (ekskrap dan mesokrap), tempurung (endokrap), daging buah (endosperm) dan air buah. Tebal sabut kelapa kurang lebih 5 cm dan tebal daging buah 1 cm atau lebih.

**Tabel 2.1** Komposisi bagian buah kelapa

	<b>Jumlah</b>
<b>Daging buah</b>	<b>berat (%)</b>
Sabut	35
Tempurung	12
Daging buah	28
Air buah	25

Sabut kelapa merupakan bagian terbesar dari buah kelapa yaitu 35% dari bobot buah kelapa. Sabut kelapa jika diolah dengan baik akan menghasilkan serat sabut kelapa. Karena sifat fisik dan kimia serat yang dimiliki oleh sabut kelapa ini, sehingga membuat bahan baku alamiah ini mulai dimanfaatkan sebagai bahan baku industri karpet, jok, *dashboard* kendaraan, kasur, bantal, dan *campuran lainnya (sebagai bahan komposit)*. Serabut kelapa terdiri dari dua bagian yaitu sel-sel serat dan sel-sel non serat atau debu yang lazim disebut *Pith*. Sebagai bahan tambah pada campuran *Hot Rolled Sheet (HRS)-Wearing Course*, bagian debu harus dipisahkan terlebih dahulu dari seratnya. Serat serabut kelapa sangat tahan lama di bawah kondisi cuaca normal. Publikasi mengenai pemanfaatan serat serabut kelapa sangat jarang dikarenakan serat serabut kelapa memiliki kerugian sebagaimana serat tumbuhan lainnya dan peka terhadap kelembaban.

Serat coir (serat sabut kelapa) telah lama digunakan di India semenjak 3000 tahun yang lalu. Serat coir diperoleh dari buah tanaman kelapa (*Cocos nucifera*), yaitu serat yang terdapat di antara kulit ari dan kulit biji (batok) dari buah kelapa. Terdapat tiga tipe dari serat coir, yaitu: serat panjang dan halus yang disebut dengan serat putih (*white fibre*), serat kasar yang disebut dengan serat (*brittle*

*fibre*), dan serat serabut terpendek yang disebut sebagai *mattress*. Serat *brittle* dan *mattress* selalu direferensikan sebagai serat coklat (*brown fibre*)

Perbedaan serat putih dan coklat sangat bergantung kepada kondisi kulit dari kelapa yang digunakan dan metode ekstraksi serat. Coir diperoleh dari buah kelapa hijau yang belum matang/tua, yang umumnya diketahui sebagai serat putih dan lebih baik dibanding serat coklat yang didapat dari kelapa yang telah menua (umur buah >12 bulan). Kedua tipe serat tersebut telah digunakan secara luas dan masing-masing memiliki keunikan tersendiri dalam penggunaannya. Dari hasil penelitian di peroleh sifat mekanik dari beberapa serat, seperti pada tabel 2.2

**Tabel 2.2** Sifat-sifat beberapa serat dan asal serat.

Sifat-Sifat Mekanik						
No	Tipe Serat	Nama Botanical	Asal Serat	Kekuatan Tarik (MPa)	Modulus Young (GPa)	Regangan (%)
1	2	3	4	5	6	7
1	Abaca	<i>Musa textilis</i>	Daun	12	41	3,4
2	Pisang	<i>Musa ulugurensis</i>	Daun	529-914	27-32	1-3
3	Nenas	<i>Ananas cosmosus</i>	Daun	413-1627	60-82	0-1,6
4	Sisal	<i>Agave sisilana</i>	Daun	80-840	9-22	2-14
5	Bambu	<i>Gigantochloa scortechinii</i>	Batang	575	27	-



<i>Linum</i>						
6	Flax	<i>usitatissimum</i>	Batang	500-900	50-70	1,3-3,3
7	Hemp	<i>Cannabis sativa</i>	Batang	310-750	30-60	2-4
<i>Corchorus</i>						
8	Jute	<i>capsularis</i>	Batang	200-450	20-55	2-3
<i>Hibiscus</i>						
9	Kenaf	<i>cannabinus</i>	Batang	295-1191	22-60	-
10	Ramie	<i>Boehmeria nivea</i>	Batang	915	23	3,7
11	kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	Buah	106-175	6	15-40
12	Cotton	<i>Gossypium spp.</i>	Biji	300-700	6-10	6-8
13	Kapok	<i>Ceiba pentandra</i>	Biji	93,3	4	1,2

## 2.4 Bahan Penyusun Beton

### 2.4.1 Semen

Dalam perkembangan peradaban manusia khususnya dalam hal bangunan, sering di dengar cerita tentang kemampuan nenek moyang merekatkan batu-batu raksasa hanya dengan mengandalkan zat putih telur, ketan atau lainnya. Alhasil, berdirilah bangunan fenomenal, seperti Candi Borobudur atau Candi Prambanan di Indonesia ataupun jembatan di China yang menurut legenda menggunakan ketan sebagai perekat. Ataupun menggunakan aspal alam sebagaimana peradaban di Mahenjo Daro dan Harappa di India ataupun bangunan kuno yang dijumpai di Pulau Buton

Benar atau tidak, cerita, legenda tadi menunjukkan dikenalnya fungsi semen sejak zaman dahulu. Sebelum mencapai bentuk seperti sekarang, perekat dan penguat

bangunan ini awalnya merupakan hasil percampuran batu kapur dan abu vulkanis. Pertama kali ditemukan di zaman Kerajaan Romawi, tepatnya di Pozzuoli, dekat teluk Napoli, Italia. Bubuk itu lantas dinamai *pozzuolana*.

Sedangkan kata semen sendiri berasal dari *caementum* (bahasa Latin), yang artinya kira-kira "memotong menjadi bagian-bagian kecil tak beraturan". Meski sempat populer di zamannya, nenek moyang semen *made in* Napoli ini tak berumur panjang.

Menyusul runtuhnya Kerajaan Romawi, sekitar abad pertengahan (tahun 1100 - 1500 M) resep ramuan *pozzuolana* sempat menghilang dari peredaran.

Baru pada abad ke-18 (ada juga sumber yang menyebut sekitar tahun 1700-an M), John Smeaton - insinyur asal Inggris - menemukan kembali ramuan kuno berkhasiat luar biasa ini.

Dia membuat adonan dengan memanfaatkan campuran batu kapur dan tanah liat saat membangun menara suar Eddystone di lepas pantai Cornwall, Inggris.

Ironisnya, bukan Smeaton yang akhirnya mematenkan proses pembuatan cikal bakal semen ini. Adalah Joseph Aspdin, juga insinyur berkebangsaan Inggris, pada 1824 mengurus hak paten ramuan yang kemudian dia sebut semen portland. Dinamai begitu karena warna hasil akhir olahannya mirip tanah liat Pulau Portland, Inggris. Hasil rekayasa Aspdin inilah yang sekarang banyak dipajang di toko-toko bangunan. Sebenarnya, adonan Aspdin tak beda jauh dengan Smeaton. Dia tetap mengandalkan dua bahan utama, batu kapur (kaya akan kalsium karbonat) dan tanah lempung yang banyak mengandung silika (sejenis mineral berbentuk pasir), aluminium oksida (alumina) serta oksida besi. Bahan-bahan itu

kemudian dihaluskan dan dipanaskan pada suhu tinggi sampai terbentuk campuran baru.

Selama proses pemanasan, terbentuklah campuran padat yang mengandung zat besi, agar tak mengeras seperti batu, ramuan diberi bubuk gips dan dihaluskan hingga berbentuk partikel-partikel kecil mirip bedak. Lazimnya, untuk mencapai kekuatan tertentu, semen portland berkolaborasi dengan bahan lain. Jika bertemu air (minus bahan-bahan lain), misalnya, memunculkan reaksi kimia yang sanggup mengubah ramuan jadi sekeras batu. Jika ditambah pasir, terciptalah perekat tembok yang kokoh. Namun untuk membuat pondasi bangunan, campuran tadi biasanya masih ditambah dengan bongkahan batu atau kerikil, biasa disebut *concrete* atau *beton*.

Beton bisa disebut sebagai mahakarya semen yang tiada duanya di dunia. Nama asingnya, *concrete* - dicomot dari gabungan prefiks bahasa Latin *com*, yang artinya bersama-sama, dan *crescere* (tumbuh). Maksudnya kira-kira, kekuatan yang tumbuh karena adanya campuran zat tertentu. Dewasa ini, nyaris tak ada gedung pencakar langit berdiri tanpa bantuan beton. Meski bahan bakunya sama, "dosis" semen sebenarnya bisa disesuaikan dengan beragam kebutuhan. Misalnya, jika kadar aluminyanya diperbanyak, kolaborasi dengan bahan bangunan lainnya bisa menghasilkan bahan tahan api. Ini karena sifat alumi.

Dalam perkembangan peradaban manusia khususnya dalam hal bangunan, sering di dengar cerita tentang kemampuan nenek moyang merekatkan batu-batu raksasa hanya dengan mengandalkan zat putih telur, ketan atau lainnya. Alhasil, berdirilah bangunan fenomenal, seperti Candi Borobudur atau Candi Prambanan di Indonesia ataupun jembatan di China yang menurut legenda menggunakan ketan

sebagai perekat. Ataupun menggunakan aspal alam sebagaimana peradaban di Mahenjo Daro dan Harappa di India ataupun bangunan kuno yang dijumpai di Pulau Buton. Benar atau tidak, cerita, legenda tadi menunjukkan dikenalnya fungsi semen sejak zaman dahulu. Sebelum mencapai bentuk seperti sekarang, perekat dan penguat bangunan ini awalnya merupakan hasil percampuran batu kapur dan abu vulkanis. Pertama kali ditemukan di zaman Kerajaan Romawi, tepatnya di Pozzuoli, dekat teluk Napoli, Italia. Bubuk itu lantas dinamai *pozzuolana*.

Sedangkan kata semen sendiri berasal dari *caementum* (bahasa Latin), yang artinya kira-kira "memotong menjadi bagian-bagian kecil tak beraturan". Meski sempat populer di zamannya, nenek moyang semen *made in* Napoli ini tak berumur panjang.

Menyusul runtuhnya Kerajaan Romawi, sekitar abad pertengahan (tahun 1100 - 1500 M) resep ramuan *pozzuolana* sempat menghilang dari peredaran.

Baru pada abad ke-18 (ada juga sumber yang menyebut sekitar tahun 1700-an M), John Smeaton - insinyur asal Inggris - menemukan kembali ramuan kuno berkhasiat luar biasa ini. Dia membuat adonan dengan memanfaatkan campuran batu kapur dan tanah liat saat membangun menara suar Eddystone di lepas pantai Cornwall, Inggris.

Ironisnya, bukan Smeaton yang akhirnya mematenkan proses pembuatan cikal bakal semen ini. Adalah Joseph Aspdin, juga insinyur berkebangsaan Inggris, pada 1824 mengurus hak paten ramuan yang kemudian dia sebut semen portland. Dinamai begitu karena warna hasil akhir olahannya mirip tanah liat Pulau Portland, Inggris. Hasil rekayasa Aspdin inilah yang sekarang banyak

dipajang di toko-toko bangunan. Sebenarnya, adonan Aspdin tak beda jauh dengan Smeaton. Dia tetap mengandalkan dua bahan utama, batu kapur (kaya akan kalsium karbonat) dan tanah lempung yang banyak mengandung silika (sejenis mineral berbentuk pasir), aluminium oksida (alumina) serta oksida besi. Bahan-bahan itu kemudian dihaluskan dan dipanaskan pada suhu tinggi sampai terbentuk campuran baru.

Selama proses pemanasan, terbentuklah campuran padat yang mengandung zat besi, agar tak mengeras seperti batu, ramuan diberi bubuk gips dan dihaluskan hingga berbentuk partikel-partikel kecil mirip bedak. Lazimnya, untuk mencapai kekuatan tertentu, semen portland berkolaborasi dengan bahan lain. Jika bertemu air (minus bahan-bahan lain), misalnya, memunculkan reaksi kimia yang sanggup mengubah ramuan jadi sekeras batu. Jika ditambah pasir, terciptalah perekat tembok yang kokoh. Namun untuk membuat pondasi bangunan, campuran tadi biasanya masih ditambah dengan bongkahan batu atau kerikil, biasa disebut *concrete* atau *beton*.

Beton bisa disebut sebagai mahakarya semen yang tiada duanya di dunia. Nama asingnya, *concrete* - dicomot dari gabungan prefiks bahasa Latin *com*, yang artinya bersama-sama, dan *crescere* (tumbuh). Maksudnya kira-kira, kekuatan yang tumbuh karena adanya campuran zat tertentu. Dewasa ini, nyaris tak ada gedung pencakar langit berdiri tanpa bantuan beton.

Meski bahan bakunya sama, "dosis" semen sebenarnya bisa disesuaikan dengan beragam kebutuhan. Misalnya, jika kadar aluminya diperbanyak, kolaborasi dengan bahan bangunan lainnya bisa menghasilkan bahan tahan api. Ini karena sifat alumina.

yang tahan terhadap suhu tinggi. Ada juga semen yang cocok buat mengecor karena campurannya bisa mengisi pori-pori bagian yang hendak diperkuat.

### **Pengertian Semen**

Semen (*cement*) adalah hasil industri dari paduan bahan baku : batu kapur/gamping sebagai bahan utama dan lempung / tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk/*bulk*, tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air. Batu kapur/gamping adalah bahan alam yang mengandung senyawa Calcium Oksida ( $\text{CaO}$ ), sedangkan lempung/tanah liat adalah bahan alam yang mengandung senyawa : Silika Oksida ( $\text{SiO}_2$ ), Alumunium Oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Besi Oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan Magnesium Oksida ( $\text{MgO}$ ). Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk *clinkernya*, yang kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gips (*gypsum*) dalam jumlah yang sesuai. Hasil akhir dari proses produksi dikemas dalam kantong/zak dengan berat rata-rata 40 kg atau 50 kg.

### **Jenis-jenis semen adalah :**

Adapun jenis-jenis semen adalah sebagai berikut :

1. **semen abu** atau semen *portland* adalah bubuk/*bulk* berwarna abu kebiru-biruan, dibentuk dari bahan utama batu kapur/gamping berkadar kalsium tinggi yang diolah dalam tanur yang bersuhu dan bertekanan tinggi. Semen ini biasa digunakan sebagai perekat untuk memplester. Semen ini berdasarkan prosentase kandungannya terdiri dari 5 (lima) tipe, yaitu tipe I sd V

2. **semen putih** (*gray cement*) adalah semen yang lebih murni dari semen abu dan digunakan untuk pekerjaan penyelesaian (*finishing*), seperti sebagai *filler* atau pengisi. Semen jenis ini dibuat dari bahan utama kalsit (*calcite*) *limestone* murni.
3. **oil well cement** atau semen sumur minyak adalah semen khusus yang digunakan dalam proses pengeboran minyak bumi atau gas alam, baik di darat maupun di lepas pantai.
4. **mixed & fly ash cement** adalah campuran semen abu dengan *Pozzolan* buatan (*fly ash*). *Pozzolan* buatan (*fly ash*) merupakan hasil sampingan dari pembakaran batubara yang mengandung *amorphous* silika, aluminium oksida, besi oksida dan oksida lainnya dalam berbagai variasi jumlah. Semen ini digunakan sebagai campuran untuk membuat beton, sehingga menjadi lebih keras. Semakin baik mutu semen maka semakin lama mengeras atau membatunya jika dicampur dengan air, dengan angka-angka hidrolitas yang dapat dihitung dengan rumus :

$$(\% \text{SiO}_2 + \% \text{Al}_2\text{O}_3 + \% \text{Fe}_2\text{O}_3) : (\% \text{CaO} + \% \text{MgO})$$

Angka hidrolitas ini berkisar antara  $<1/1,5$  (lemah) hingga  $>1/2$  (keras sekali). Namun demikian dalam industri semen angka hidrolitas ini harus dijaga secara teliti untuk mendapatkan mutu yang baik dan tetap, yaitu antara  $1/1,9$  dan  $1/2,15$

## 2.4.2 Pasir

### Macam-macam pasir

1. Pasir yang diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan menggali dari dalam tanah. Pasir jenis ini pada umumnya berbutir tajam, bersudut, berpori dan bebas kandungan garam yang membahayakan. Namun karena pasir jenis ini diperoleh dengan cara menggali maka pasir ini sering bercampur dengan kotoran atau tanah, sehingga sering harus dicuci dulu sebelum digunakan.
2. Pasir sungai diperoleh langsung dari dasar sungai. Pasir sungai pada umumnya berbutir halus dan berbentuk bulat, karena akibat proses gesekan. Karena butirannya halus, maka baik untuk plesteran tembok. Namun karena bentuk yang bulat itu, daya rekat antar butir menjadi agak kurang baik.
3. Pasir laut adalah pasir yang diambil dari pantai. Bentuk butirannya halus dan bulat karena gesekan. Pasir jenis ini banyak mengandung garam, oleh karena itu kurang baik untuk bahan bangunan. Garam yang ada di dalam pasir ini menyerap kandungan air dari udara, sehingga mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan setelah bangunan selesai dibangun. Oleh karena itu, sebaiknya pasir jenis ini tidak digunakan untuk bahan bangunan.  
*(Wuryati S dan Candra R, 2001 : 16).*



## Pengujian pasir

Pasir adalah butiran halus yang terdiri dari butiran menembus ayakan dengan lubang 4,8 mm. Adapun pengujian yang dilakukan pada pasir yaitu:

Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam pasir. Kadar air dapat dibedakan menjadi empat jenis : kadar air kering tungku, yaitu keadaan yang benar-benar tidak berair; kadar air kering udara, yaitu kondisi permukaannya keringtetapi sedikit mengandung air dalam porinya dan masih dapat menyerap air; jenuh kering muka (saturated and surface-dry, SSD), yaitu keadaan dimana tidak ada air pada kondisi ini, air dalam agregat tidak akan menambah atau mengurangi air pada campuran beton; kondisi basah, yaitu kondisi dimana butir-butir agregat banyak mengandung air, sehingga akan menyebabkan penambahan kadar air campuran beton. Dari keempat kondisi beton hanya dua kondisi yang sering dipakai yaitu kering tungku dan kondisi SSD (Tri Mulyono, 2003 : 89).

Gradasi pasir adalah distribusi ukuran butir pasir. Bila butir-butir pasir mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butirannya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi lebih sedikit, dengan kata lain kemampatannya tinggi. Untuk menyatakan gradasi pasir, dipakai nilai persentase berat butiran yang tertinggal atau lewat dalam susunan ayakan. Susunan ayakan pasir yang dipakai adalah : 9,60; 4,80; 2,40; 1,20; 0,60; 0,30 dan 0,15 mm. Hasil yang diperoleh dari pemeriksaan gradasi pasir berupa modulus halus butir (mhb) dan tingkat

kekasaran pasir. Mhb menunjukkan ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat yang dihitung dari jumlah persen kumulatif tertahan dibagi 100. Makin besar nilai mhb menunjukkan semakin besar butir-butir agregatnya. Pada umumnya nilai mhb pasir berkisar antara 1,5-3,8 (Tjokrodinuljo, 1998 dalam Warih Pambudi). SNI 03-2834-1992 mengklasifikasikan distribusi ukuran butiran pasir dapat dibagi menjadi empat daerah atau zone, yaitu zone I (kasar), zone II (agak kasar), zone III (agak halus) dan zone IV (halus), sebagaimana tampak pada Tabel 2.3 Batas Gradasi Agregat Halus. (Ir. Tri mulyono : 91)

**Tabel 2.3** Batas-Batas Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan (mm)	Persentase Berat Butir yang Lolos Saringan			
	Zone I	Zone II	Zone III	Zone IV
10	100	100	100	100
4.80	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2.40	60 - 95	95 - 75	85 - 100	95 - 100
1.20	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0.60	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0.30	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0.15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

Keterangan : Daerah I = Pasir Kasar

Daerah II = Pasir agak kasar

Daerah III = Pasir agak halus

Daerah IV = Pasir halus

Berat jenis digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat.

Berat jenis dari agregat pada akhirnya akan menentukan berat jenis dari beton

sehingga secara langsung menentukan banyaknya campuran agregat dalam campuran beton. Hubungan antara berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap air agregat tersebut. (Ir., Tri mulyono: 90)

### 2.4.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat beton yang dihasilkan (Tri Mulyono, 2003 : 51).

Persyaratan air yang digunakan adalah air 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 digunakan dalam pembuatan beton pra –tekan dan beton yang akan ditanami logam alumunium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan (ACI 318-89:2 – 2). Untuk perlindungan terhadap korosi, konsentrasi ion klorida maksimum yang terdapat dalam beton yang telah mengeras pada umur 28 hari yang dihasilkan dari bahan campuran termasuk air, agregat, bahan bersemen dan bahancampuran tambahan tidak boleh melampaui nilai bahas diberikan. (Tri Mulyono, 2003 : 53).

#### 2.4.4 Serat

Serat merupakan bahan tambah yang berupa asbestos, gelas/kaca, plastic, baja atau serat tumbuh-tumbuhan (rami, ijuk). Penambahan serat ini dimaksudkan untuk meningkatkan kuat tarik, menambah ketahanan terhadap retak, meningkatkan ketahanan beton terhadap beban kejutan (impact load) sehingga dapat meningkatkan keawetan beton, misalnya pada perkerasan jalan raya atau lapangan udara, spillway serta pada bagian struktur beton yang tipis untuk mencegah timbulnya keretakan (Slamet Widodo, 2007 : 7).

##### 1. Serat asbestos

Serat asbestos dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

**Chrysotile asbestos** (serat asbestos putih) mempunyai rumus kimia  $3MgO.2SiO_2.H_2O$  dan merupakan mineral yang tersedia cukup banyak di alam. Serat ini mempunyai diameter minimum 0,001 m. Ditinjau dari segi kekuatannya cukup baik, tetapi serat ini jarang tersedia dipasaran umum sehingga menjadikan kurang banyak digunakan sebagai bahan tambah beton.

**Crocidolite asbestos** mempunyai rumus kimia  $Na_2O.Fe_2O_3.3FeO.8SiO_2.H_2O$ . Serat ini mempunyai kuat tarik yang cukup tinggi sekitar 3500 MPa dan cukup banyak terdapat di Kanada, Afrika Selatan dan Rusia. Hambatan jarang dipakainya serat ini adalah sulit didapatkan di setiap negara sehingga harganya relatif mahal, disamping itu beberapa tahun belakangan ini banyak pendapat tentang bahaya serat ini terhadap beton

2. **Serat kaca (glass fiber)** ini mempunyai kuat tarik yang cukup tinggi, sehingga penambahan serat kaca pada beton akan meningkatkan kuat lentur beton. Tetapi permukaan serat kaca yang licin mengakibatkan daya lekat terhadap bahan ikatnya menjadi lemah dan serat ini kurang tahan terhadap sifat alkali semen sehingga dalam jangka waktu lama serat akan rusak. Disamping itu serat kaca ini jarang sekali ditemukan dipasaran Indonesia sehingga serat ini hampir tidak pernah dipakai untuk campuran beton di Indonesia.

3. **Serat baja (steel fiber)** mempunyai banyak kelebihan, diantaranya : mempunyai kuat tarik dan modulus elastisitas yang cukup tinggi, tidak mengalami perubahan bentuk akibat pengaruh sifat alkali semen. Penambahan serat baja pada beton akan menaikkan kuat tarik, kuat lentur dan kuat impak beton. Kelemahan serat baja adalah : apabila serat baja tidak terlindung dalam beton akan mudah terjadi karat (korosi), adanya kecenderungan serat baja tidak menyebar secara merata dalam adukan dan serat baja hasil produksi pabrik harganya cukup mahal.

3. **Serat karbon** mempunyai beberapa kelebihan yaitu : stabil pada suhu yang tinggi, relatif kaku dan lebih tahan lama. Tetapi penyebaran serat karbon dalam adukan beton lebih sulit dibandingkan dengan serat jenis lain.

4. **Serat polypropylene** dalam kehidupan sehari-hari dikenal sebagai tali rafia. Serat polypropylene mempunyai sifat tahan terhadap serangan kimia, permukaannya tidak basah sehingga mencegah terjadinya penggumpalan serat selama pengadukan. Serat polypropylene mempunyai titik leleh  $165^{\circ}\text{C}$  dan mampu digunakan pada suhu lebih dari  $100^{\circ}\text{C}$  untuk jangka waktu pendek.

**5. Serat Styrofoam ( Polystyrene )** ,Styrofoam yang memiliki nama lain polystyrene, begitu banyak digunakan oleh manusia dalam kehidupannya sehari hari. Begitu Styrofoam diciptakan pun langsung marak digunakan di Indonesia. Banyak keunggulan pada styrofoam yang akan sangat menguntungkan bagi para penjual makanan seperti tidak mudah bocor, praktis dan ringan sudah pasti lebih disukai sebagai pembungkus makanan mereka. Bahkan kita tidak dapat dalam satu hari saja tidak menggunakan bahan polimer sintetik.

**6. Polistirena** merupakan salah satu polimer yang ditemukan pada sekitar tahun 1930, dibuat melalui proses polimerisasi adisi dengan cara suspensi. Stirena dapat diperoleh dari sumber alam yaitu petroleum. Stirena merupakan cairan yang tidak berwarna menyerupai minyak dengan bau seperti benzena dan memiliki rumus kimia  $C_6H_5CH=CH_2$  atau ditulis sebagai  $C_8H_8$ .

### **7.Serat alami**

Ada bermacam-macam serat alami antara lain : abaca, sisal, ramie, ijuk, serat serabut kelapa dan lain-lain. Dari bermacam-macam serat alami hanya akan kami uraikan mengenai serat ijuk.

Serat ijuk yaitu serabut berwarna hitam dan liat, Ijuk merupakan bahan alami yang dihasilkan oleh pangkal pelepah enau (arenga pinnata) yaitu sejenis tumbuhan bangsa palma. Pohon aren menghasilkan ijuk pada 4-5 tahun terakhir. Serat ijuk yang memuaskan diperoleh dari pohon yang sudah tua, tetapi sebelum tandan (bakal) buah muncul (sekitar umur 4 tahun), karena saat tandan (bakal) buah muncul ijuk menjadi kecil-kecil dan jelek. Ijuk yang dihasilkan pohon aren mempunyai sifat fisik diantaranya : berupa helaian benang berwarna hitam,

berdiameter kurang dari 0,5 mm, bersifat kaku dan ulet sehingga tidak mudah putus. Serabut ijuk biasa dipintal menjadi tali (tali ijuk), sapu atau dijadikan atap, selain itu dalam konstruksi bangunan ijuk digunakan sebagai lapisan penyaring pada sumur resapan. Ijuk mempunyai sifat awet dan tidak mudah busuk baik dalam keadaan terbuka (tahan terhadap cuaca) maupun tertanam dalam tanah. Ijuk bersifat lentur dan tidak mudah rapuh, sangat tahan terhadap genangan asam termasuk genangan air laut yang mengandung garam (<http://www.ijukaren.com>, 3/5/2016, 19:36). Dengan karakteristik ijuk seperti ini maka diharapkan dapat memperbaiki sifat kurang baik beton, baik secara kimia maupun fisika. Salah satunya yaitu sebagai bahan campuran pembuatan dinding beton akustik.



**Gambar 2.1** Serat sabut kelapa (cocofiber)  
Sumber : Dok. Penelitian

Serat Sabut kelapa merupakan hasil samping dan merupakan bagian yang terbesar dari buah kelapa, yaitu sekitar 35% dari bobot buah kelapa. Dengan demikian, apabila secara rata – rata produksi buah kelapa per tahun adalah sebesar 5,6 juta ton. Maka 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. Serat sabut kelapa atau dalam perdagangan dikenal sebagai coco fiber, coir fiber

coir yarn, coir mats dan rugs merupakan produk hasil pengolahan sabut kelapa. Secara tradisional serat sabut kelapa hanya dimanfaatkan untuk bahan pembuatan sapu, keset, tali, dan alat – alat rumah tangga lain.

Alasan peneliti menggunakan serat sabut kelapa adalah agar kita mampu mengurangi sedikit limbah yang terdapat disekitar kita, selain memanfaatkan limbah tersebut peneliti mampu menciptakan beton inovasi baru yang ramah lingkungan serta ringan. dan diharapkan setelah penelitian ini dilakukan atau dilaksanakan peneliti mampu menciptakan beton yang ringan karna penambahan serat sabut kelapa bahan ini adalah bahan yang ringan serta ekonomis karna memanfaatkan limbah yang berserakan dilingkungan kita.

## 2.5 Dasar Teori Penelitian

### 2.5.1 Bunyi

Bunyi mempunyai dua definisi, yaitu secara fisis dan secara fisiologis. Secara fisis bunyi adalah penyimpangan tekanan, pergeseran partikel dalam medium elastik seperti udara. Secara fisiologis bunyi adalah sensasi pendengaran yang disebabkan secara fisis. Penyimpangan ini biasanya disebabkan oleh beberapa benda yang bergetar, misalnya dawai gitar yang di petik, atau garpu tala yang di pukul.

Dari uraian diatas maka untuk mendengar bunyi dibutuhkan tiga hal berikut, yaitu: sumber atau obyek yang bergetar, medium perambatan, dan indera pendengaran. Medium perambatan harus ada antara obyek dan telinga agar perambatan dapat terjadi. Rambatan gelombang bunyi disebabkan oleh lapisan perapatan dan perenggangan partikel-partikel udara yang bergerak ke arah luar,



yaitu karena penyimpangan tekanan. Penyimpangan tekanan ditambahkan pada tekanan atmosfer yang kira-kira tunak (*steady*) dan ditangkap oleh telinga.

Partikel-partikel udara yang meneruskan gelombang bunyi tidak berubah posisi normalnya, mereka hanya bergetar sekitar posisi kesetimbangannya, yaitu posisi partikel jika tidak ada gelombang bunyi yang diteruskan.

## 1. Sumber Bunyi

Sumber bunyi adalah sesuatu yang bergetar. Kemudian getaran ini merambat dalam bentuk gelombang bunyi. Frekuensi getaran yang dapat didegar oleh telinga orang normal mempunyai batasbatas antara 16 Hz sampai 20.000 Hz, diluar batas-batas frekuensi dibawah 16 Hz dinamakan *infrasonic* sedangkan diatas 20.000 Hz dinamakan *ultrasonic*. Untuk daerah batas-batas pendengaran orang normal disebut bunyi *audio*. Bunyi dapat didengar telinga jika memiliki frekuensi 20 Hz s.d 20.000 Hz. Batas pendengaran manusia adalah pada frekuensi tersebut bahkan pada saat dewasa terjadi pengurangan interval tersebut karena faktor kebisingan atau sakit. Berdasarkan batasan pendengaran manusia itu gelombang dapat dibagi menjadi tiga yaitu *audiosonik* (20-20.000 Hz), *infrasonik* (di bawah 20 Hz) dan *ultrasonik* (di atas 20.000 Hz). Binatang-binatang banyak yang dapat mendengar di luar audio sonik. Contohnya : jangkerik dapat mendengar infrasonik (di bawah 20 Hz), anjing dapat mendengar ultrasonik (hingga 25.000 Hz).

## 2. Cepat rambat bunyi

Bunyi merupakan getaran yang dapat ditransmisikan oleh air, atau material lain sebagai medium (perantara). Bunyi merupakan gelombang longitudinal dan ditandai dengan frekuensi, intensitas (*loudness*), dan kualitas. Kecepatan bunyi bergantung pada transmisi oleh mediumnya. Bunyi berjalan pada kecepatan yang berbeda tergantung

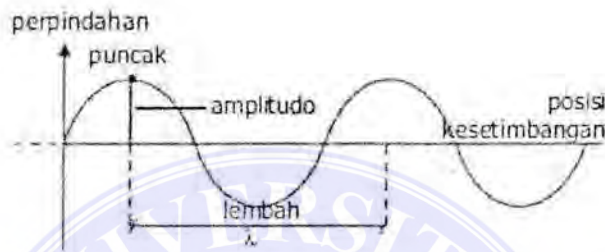
## 3. Cepat rambat gelombang bunyi pada gas

Kita bisa mendengar suara radio, televisi, bahkan orang yang berteriak-teriak di kejauhan. Besarnya cepat rambat bunyi pada zat gas tergantung pada sifat-sifat kinetikgas. Dalam kasus gas terjadi perubahan volum, dan yang berkaitan dengan modulus elastik bahan adalah modulus bulk.

Kecepatan bunyi tergantung pada sifat medium itu lewat. Ketika kita melihat sifat gas, kita melihat bahwa hanya ketika molekul-molekul saling bertabrakan dapat dengan Kondensasi dan rarefactions dari gerakan gelombang bunyi sekitar. Jadi, masuk akal bahwa kecepatan bunyi memiliki urutan yang sama besarnya dengan kecepatan rata-rata antara tumbukan molekul. Dalam gas, sangat penting untuk mengetahui suhu. Hal ini karena pada suhu rendah, molekul lebih sering berbenturan, memberikan gelombang bunyi lebih banyak kesempatan untuk bergerak cepat. Pada titik beku ( $0^{\circ}$  Celcius), perjalanan bunyi melalui udara pada 331 meter per detik (sekitar 740 mph). Tapi, pada  $20^{\circ}$  C, suhu kamar, perjalanan suara di 343 meter per detik (767 mph).

## 2.5.2 Karakteristik Gelombang Bunyi

Karakteristik dari gelombang bunyi ditunjukkan oleh besaran-besaran yang penting yang mendiskripsikan gelombang sinusoidal seperti dijelaskan pada gambar di bawah ini:



**Gambar 2.2** Karakteristik gelombang bunyi  
Sumber:drajat 2009

### a. Frekuensi dan Periode

Frekuensi adalah jumlah atau banyaknya getaran yang terjadi dalam setiap detik dinotasikan dengan ( $f$ ) dan dinyatakan Hertz (Hz) sesuai nama penemunya. Dalam penggambaran kurva gunung dan lembah, frekuensi adalah banyaknya gelombang sinus (satu set kurva sinus terdiri dari satu gunung dan satu lembah) setiap detik. Periode adalah waktu yang diperlukan untuk satu gelombang penuh, dinotasikan dengan ( $T$ ).

### b. Amplitudo

Ketika frekuensi dan panjang gelombang tidak menunjukkan keras atau pelannya bunyi, maka yang berpengaruh terhadap hal ini adalah amplitudo atau simpangan gelombang yang dinotasikan dengan ( $A$ ). Amplitudo adalah ketinggian maksimum puncak gelombang atau kedalaman maksimum lembah gelombang

adalah relatif terhadap posisi kesetimbangan. Amplitudo tidak bergantung pada panjang gelombang, gelombang pendek atau panjang dapat menghasilkan simpangan besar dan kecil. Semakin besar simpangannya maka semakin keraslah bunyi yang muncul dari getaran dan begitu sebaliknya.

### c. Panjang Gelombang

Gelombang bunyi dapat diukur dalam satuan panjang gelombang yang dinotasikan dengan lambda ( $\lambda$ ). Kecepatan rambat gelombang bunyi yang umum dipakai adalah sekitar 1.115 ft per sekon (340 m per sekon). Kecepatan rambat gelombang bunyi pada udara normal yang tersusun atas 75% N, 21% O<sub>2</sub>, dan sisanya CO<sub>2</sub> serta gas lain, pada temperatur 51°F (15°C). Untuk iklim di Indonesia kecepatan rambat gelombang bunyi pada suhu 20 °C-30 °C dan pada kecepatan 345 m/s akan lebih sesuai untuk dipergunakan (Mediastika, 2005). Kecepatan rambat gelombang dinotasikan dengan (v), adalah jarak yang mampu ditempuh oleh gelombang bunyi pada arah tertentu dalam waktu detik, satuannya (m/s).

### 2.5.3 Pengukuran Bunyi

Telinga normal tanggap terhadap bunyi diantara jangkauan (*range*) frekuensi audio sekitar 20 Hz - 20.000 Hz. Bunyi pada frekuensi dibawah 20 Hz disebut bunyi infrasonic dan diatas 20.000Hz disebut bunyi ultrasonic. Bunyi masih dibedakan lagi menjadi bunyi-bunyi dengan frekuensi rendah (<1000 Hz), frekuensi sedang (1000Hz - 4000 Hz) dan frekuensi tinggi (>4000Hz). Menurut penelitian telinga manusia lebih nyaman mendengarkan bunyi-bunyi dalam frekuensi rendah.

Kekuatan bunyi secara umum dapat diukur melalui tingkat bunyi (*sound*

*levels*). Cara pengukuran kekuatan bunyi berdasarkan jumlah energi yang diproduksi oleh sumber bunyi disebut *sound power*, yang dilambangkan dengan (P) dalam satuan Watt (W). Pengukuran kekerasan bunyi juga dapat dilakukan dengan *sound intensity* (I), satuan dalam Watt/m<sup>2</sup>. Intensitas bunyi (I) adalah jumlah energi bunyi yang menembus tegak lurus bidang per detik. Ketika sebuah objek sumber bunyi bergetar dan getarannya menyebar kesegala arah, sebaran ini akan menghasilkan ruang berbentuk seperti bola.

Pengukuran selanjutnya dengan *sound pressure*, yang dinyatakan dalam Pascal (Pa), dikarenakan dengan *sound intensity* hasil pengukuran nilainya terlalu kecil. Yang dimaksud *sound pressure* adalah rata-rata variasi tekanan udara di atmosfer yang disebabkan oleh karena adanya objek yang bergetar yang menekan partikel udara. Pengukuran *sound pressure* pun tidak mudah dilakukan karena menggunakan nilai yang sangat kecil, (bunyi yang sangat keras hanya menghasilkan tekanan di udara sebesar-besarnya 0,707 Pa).

Pada pengukuran intensitas bunyi dengan menggunakan tekanan, dikenal dengan istilah *sound pressure level* (SPL), yaitu nilai yang menunjukkan perubahan tekanan di dalam udara karena adanya perambatan gelombang bunyi. SPL diukur dalam skala dB (decibel) dengan mengacu pada standar tekanan tertentu (20  $\mu$ Pa).

Telinga manusia normal dapat merasakan perbedaan suatu bunyi dengan selisih terkecil 1 dB. Namun demikian, perbedaan yang dapat dirasakan secara normal baru terjadi ketika ada selisih 3 dB. Dengan menggunakan model perbandingan logaritmik, apabila ada dua bunyi yang berbeda 10 dB, maka telinga manusia akan mendengarkan bunyi kedua yang sesungguhnya dua kali lebih keras

atau setengah kali lebih pelan dari bunyi pertama. Berikut tabel 2.4. menjelaskan tentang ambang batas pendengaran manusia.

**Tabel 2.4** Ambang batas pendengaran manusia

Sound Pressure (Pa)	Sound Level (dB)	Contoh keadaan
200	140	Ambang batas atas pendengaran
	130	Pesawat terbang tinggal landas
20	120	Diskotik yang amat gaduh
	110	Diskotik yang gaduh
2	100	Pabrik yang gaduh
	90	Kereta api berjalan
0.2	80	Pojok perempatan jalan
0.2	70	Mesin penyedot debu umumnya
0.02	60	Percakapan dengan berteriak
0.002	30 s/d 50	Percakapan normal
0.0002	20	Desa yang tenang, angin berdesir
0.00002	0 s/d 10	Ambang batas bawah pendengaran

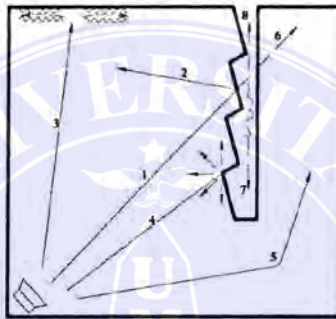
Sumber: Mediastika 2005

### 2.5.4 Akustika Dalam Ruang

Akustik adalah gejala perubahan suara karena menumbuk suatu benda. Dasar inilah yang kemudian dikembangkan untuk menjadikan perubahan suara tersebut tidak mengganggu pendengaran manusia (nyaman di dengar).

Meningkatnya kebisingan di sekitar tempat tinggal atau bangunan, sebaiknya diperhatikan serius dari pemiliknya, diantaranya dengan membuat rancangan-rancangan yang dapat mengurangi kebisingan di dalam bangunan. Menciptakan sifat akustik yang baik dalam ruang tertutup lebih sulit daripada ruang terbuka, hal ini di karenakan sifat dan arah perambatan gelombang bunyi yang hanya dari satu titik.

Karena itu dipakai prinsip kelakuan sinar cahaya Leslie L. Doelle., M. Arch, yang dalam akustik arsitektur disebut dengan akustik geometrik.



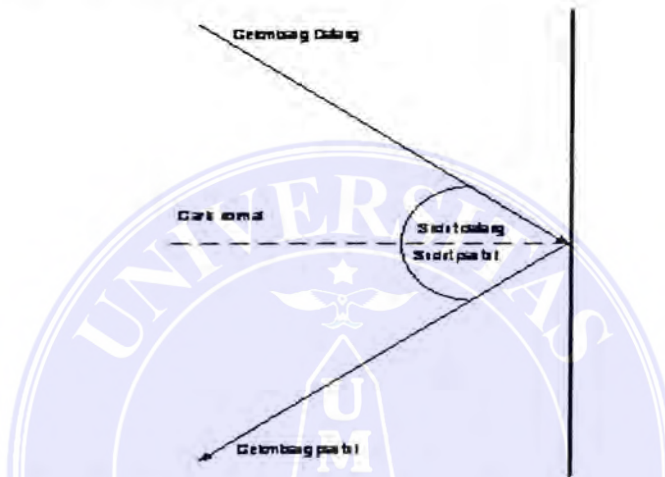
Gambar 2.3 Kelakuan bunyi dalam ruang.

#### Jenis-jenis bunyi:

- 1). Bunyi datang atau bunyi langsung;
- 2). Bunyi pantul;
- 3). Bunyi yang di serap oleh lapisan permukaan;
- 4). Bunyi *diffus* atau bunyi yang disebar;
- 5). Bunyi *difraksi* atau bunyi yang dibelokkan;
- 6). Bunyi yang ditransmisi;
- 7). Bunyi yang hilang dalam struktur bangunan;
- 8). Bunyi yang dirambatkan oleh struktur bangunan.

**a. Pemantulan (*Reflection*) Bunyi**

Permukaan yang keras, licin dan rata memantulkan hampir semua energi bunyi yang jatuh padanya. Gejala pemantulan bunyi ini hampir sama dengan pemantulan cahaya yang terkenal, karena sinar bunyi datang dan pantul terletak dalam satu bidang datar yang sama dan sudut gelombang bunyi datang sama dengan sudut gelombang bunyi pantul

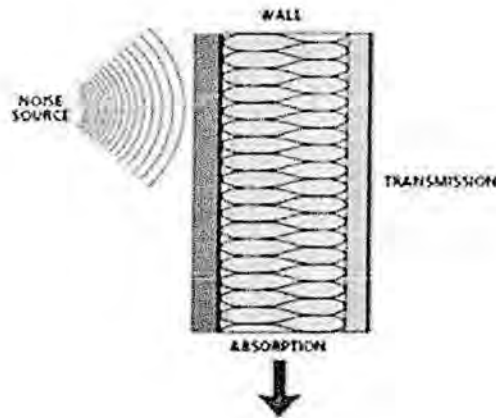


**Gambar 2.4** Pemantulan gelombang bunyi pada permukaan datar.

**b. Penyerapan (*Absorption*) Bunyi**

Bahan lembut, berpori, kain dan juga manusia, menyerap sebagian besar gelombang bunyi yang menumbuk jenis-jenis tersebut, dengan kata lain jenis-jenis itu adalah penyerap bunyi. Hal yang menunjang penyerapan bunyi antara lain, lapisan permukaan dinding, lantai, atap, isi ruangan dan udara dalam ruang. Akan tetapi lebih efektif penyerapan jika panel ditambahkan pada dinding seperti ditunjukkan pada gambar 2.4. Besarnya penyerapan bunyi sangat dipengaruhi berapa besar nilai kerapatan dari material penyerap bunyi yang digunakan. Besar nilai kerapatan adalah perbandingan berat dan volume dari material peredam bunyi.





**Gambar 2.5** Penyerapan bunyi pada peredam atau dinding

### 2.5.5 Koefisien serapan kebisingan (Noise absorption coefficient)

Untuk mengetahui berapa besar serapan bising dari material perlu adanya pengujian, misalnya dengan alat *Tube Impedance*. Alat uji yang berbentuk pipa sebagai pengisolasi suara dan dengan beberapa perangkat lain yang membantu. Prinsip kerja *Tube Impedance* yaitu, bunyi dari speaker dialirkan dalam pipa, yang didalam pipa tersebut terdapat material peredam yang akan menyerap bunyi dari speaker.

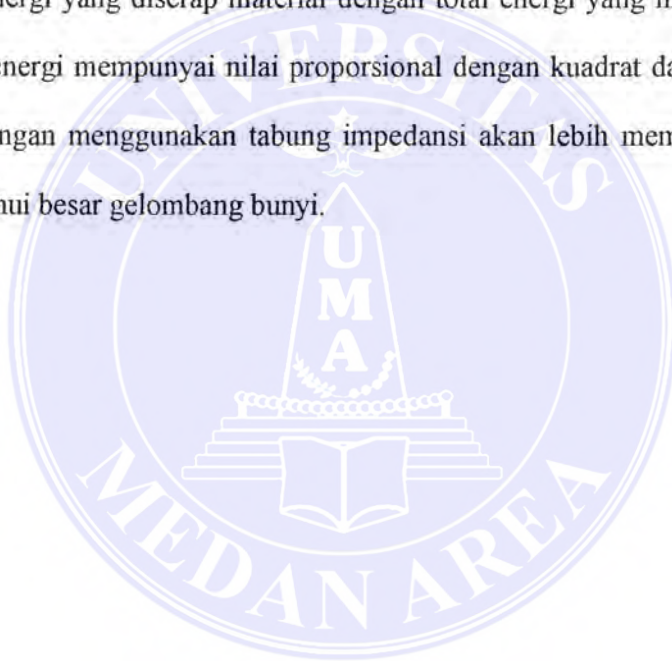
Bagus tidaknya serapan dari suatu material ditentukan oleh (*noise absorption coefficient*) material tersebut. Meskipun karakteristik material tidak berubah, koefisien serap suatu material dapat berubah menyesuaikan dengan frekuensi bunyi yang datang. Jadi besar nilai serapan bising persamaannya seperti berikut:

$$NAC (\alpha) = \frac{\text{jumlah suara yang di serap}}{\text{total energi suara datang}}$$

Efisiensi penyerapan bunyi suatu bahan pada suatu frekuensi tertentu dinyatakan oleh koefisien penyerapan bunyi ( $\alpha$ ). Koefisien penyerapan bunyi

suatu permukaan adalah bagian energi bunyi datang yang diserap atau tidak dipantulkan. Nilai koefisien berada antara 0 dan 1, bila nilai serapan bunyi 0 maka gelombang bunyi dipantulkan semuanya, bila nilainya 1 maka gelombang bunyi diserap semua.

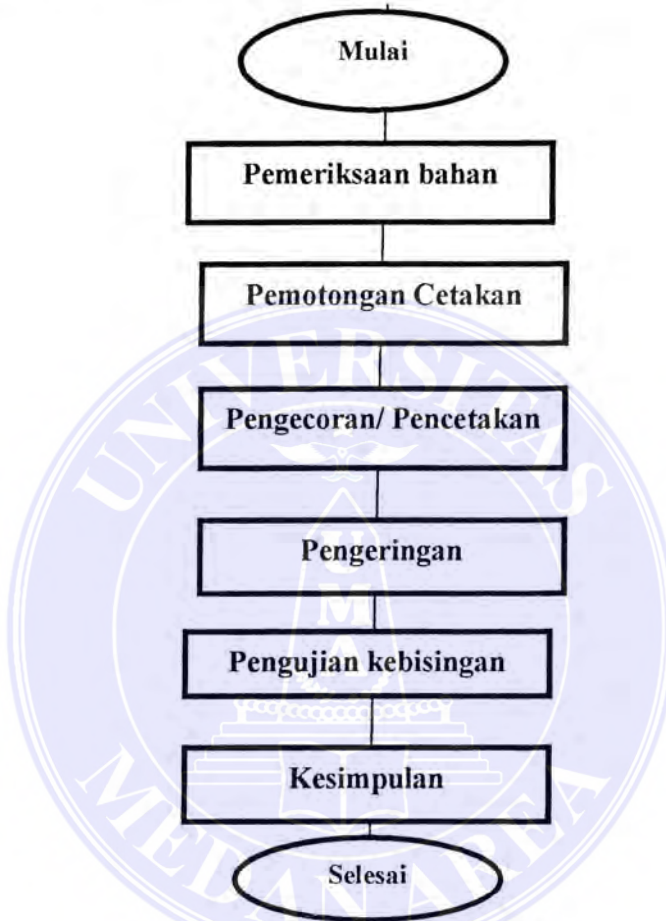
Ketika gelombang bunyi datang dan mengenai suatu material maka sebagian dari energi bunyi akan diserap dan sebagian lagi akan dipantulkan. Penyerapan dan pemantulan gelombang bunyi ini dapat dinyatakan dalam Koefisien serap ( $\alpha$ ) suatu material, yang didefinisikan sebagai perbandingan antara energi yang diserap material dengan total energi yang mengenai material. Karena energi mempunyai nilai proporsional dengan kuadrat dari tekanan bunyi, maka dengan menggunakan tabung impedansi akan lebih mempermudah dalam mengetahui besar gelombang bunyi.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Kerangka Penelitian



Gambar 3.1 diagram alir

#### 3.2 Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental di laboratorium Dinas Binamarga Provsu khusus untuk pembuatan job mix, sedangkan untuk pengujian kebisingan suara (*Noise absorbtion coefficient*) dilakukan di Laboratorium Noise & Vibration Control, Teknik Mesin Universitas Sumatera utara (USU).

Serabut Kelapa yang digunakan adalah serabut kelapa yang di cacah sepanjang 3 cm. Serabut Yang digunakan adalah serabut dalam keadaan kering. Proporsi bahan-bahan penyusun beton ditentukan melalui sebuah perancangan beton. Hal ini dilakukan agar proporsi campuran dapat memenuhi syarat teknis secara ekonomis. Dalam menentukan proporsi campuran dalam penelitian ini berdasarkan pada SK SNI 03-2834-2000 *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal* dan diperoleh komposisi campuran yaitu 1: 3: 1 : 1 (semen : pasir : batupecah : air) dalam perbandingan berat, yang didasarkan Oleh perhitungan Volume benda uji yang mengikuti besar cetakan Yaitu:

$$V = \pi r^2 t$$

$$V = 3,14. 5,08^2. 5$$

$$V = 400,16 \text{ cm}^3$$

Sedangkan berat isi keseluruhan campuran beton dalam satu cetakan benda uji adalah

Semen	: 500 gr
Pasir	: 1500 gr
Batu pecah	: 500 gr
Air	: 500 gr
	<hr/>
	: 3000 gr

Variasi persentase serabut kelapa yang digunakan adalah 0%, 1,5%, 3% dan 6% . Untuk mengetahui nilai serap bising beton maka dibuat benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10,16 (4 inchi) cm dan tinggi 5 cm masing-masing sebanyak 2 buah untuk benda uji beton normal dan untuk beton dengan penambahan serabut kelapa. Setelah umur beton 24 jam, cetakan silinder dibuka

dan mulai dilakukan perendaman selama 28 hari yang didasarkan pada SNI 1972:2008.

Metode pengujian pada agregat, yaitu pada agregat kasar dan agregat halus dilakukan sesuai dengan standart pengujian yaitu sebagai berikut :

- a. Berat jenis dan penyerapan air sesuai dengan SK SNI M 09 -1989 - F (agregat kasar ) dan SK SNI M 10-1989-F ( agregat halus).
- b. Berat isi sesuai dengan ASTM C-91A-78
- c. Analisa ayakan sesuai dengan SK SNI M 08-1989-F
- d. Kadar lumpur sesuai dengan ASTM C 117-95
- e. Organik impuritis sesuai dengan ASTM C 40-92
- f. Kadar air sesuai dengan SK SNI M 11-1989-F

Setelah didapat sifat fisik agregat dan sifat fisik agregat tambahan dengan persyaratan yang sesuai dengan beton menurut SII No.0052-80. Persyaratan tersebut dapat dianalisa apakah agregat memenuhi syarat atau tidak .

### 3.3 Bahan-bahan penelitian

Penelitian ini bahan – bahan material yang digunakan adalah :

- a. Semen yang digunakan semen portland type 1.
- b. Air yang digunakan adalah air mineral atau setara dengan air suling.
- c. Agregat halus yang digunakan dari toko material yang diambil dari daerah Jl.Katamso Medan
- d. Agregat kasar yang digunakan dari toko material dengan ukuran  $\leq 30$  mm di Jl.Katamso Medan.

- e. Sabut kelapa (cocofiber) yang digunakan diambil dari Pabrik sabut kelapa di Batang Kuis Kabupaten Deli serdang.

### 3.4 Tempat penelitian

#### 3.4.1 Lokasi laboratorium

Semua pengujian yang dimulai dari pengujian agregat sampai pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium beton Dinas Binamarga Provsu Jl. Sakti Lubis NO.7R. Dan uji kebisingan yang dapat diserap beton dilakukan Laboratorium Noise & vibration control, Teknik Mesin dalam agregat halus yang akan digunakan untuk campuran beton. keadaan kering, semu, jenuh kering permukaan (SSD) dan daya serap (absorpsi) pasir.

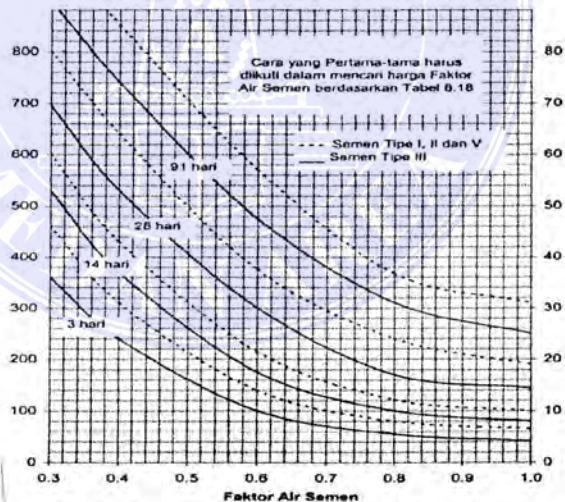
#### 1. Penetapan faktor air semen

Berdasarkan jenis semen yang dipakai sehingga kuat tekan rata-rata silinder dan kubus yang direncanakan pada umur tertentu ditetapkan faktor air semen.

**Tabel 3.1** Perkiraan Kuat Tekan Beton dengan FAS 0.5 dan Jenis Semen Serta Agregat Kasar yang Biasa Dipakai di Indonesia

Jenis semen	Jenis agregat kasar	Kekuatan tekan (Mpa) pada umur (hari)				Bentuk benda uji
		3	7	28	91	
Semen Portland Tipe I	Batu tak pecah (alami)	17	23	33	40	Silinder
	Batu Pecah	19	27	37	40	Kubus
Semen tahan Sulfat Tipe II, V	Batu tak pecah (alami)	20	28	40	48	Silinder
	Batu Pecah	23	32	45	54	Kubus
Semen portland Tipe II	Batu tak pecah (alami)	21	28	38	44	Silinder
	Batu Pecah	25	33	44	48	Kubus
	Batu tak pecah (alami)	25	31	46	53	Silinder
	Batu Pecah	30	40	53	60	Kubus

Sumber : Teknologi beton, Tri Mulyono, 2005.



**Gambar 3.2** Hubungan Antara Kuat Tekan dan FAS untuk Benda Uji Kubus (150 x 150 x 150 mm)

Sumber : Teknologi beton, Tri Mulyono, 2005

## 2. Penetapan faktor air semen maksimum

Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen maksimum untuk berbagai Pembetonan dalam Lingkungan Khusus.

**Tabel 3.2** Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan FAS Maksimum untuk Berbagai Pembetonan dalam Lingkungan Khusus

Konstruksi	Jumlah semen min dalam 1 m <sup>3</sup> beton (kg)	FAS
Beton dalam ruangan bangunan :		
a.Keadaan keliling non korosif	275	0.62
b.Keadaan keliling korosif	325	0.52
Beton di luar bangunan		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari	325	0.6
b.Terlindung dari hujan dan terik matahari	275	0.6
Beton yang masuk kedalam tanah		
a.Mengalami keadaan basah dan kering bergantian	325	0.55
b.Mendapatkan pengaruh sulfat alkali		
Beton yang terus menerus berhubungan dengan air :		
a.Air tawar		
b.Air laut		

Sumber : SNI-T-15-1991-03:7

## 3. Menetapkan kadar air yang diperlukan

Perkiraan kadar air bebas (kg/m<sup>3</sup>) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pekerjaan adukan



**Tabel 3.3** Perkiraan Kadar Air Bebas ( $\text{kg/m}^3$ ) yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pekerjaan Adukan

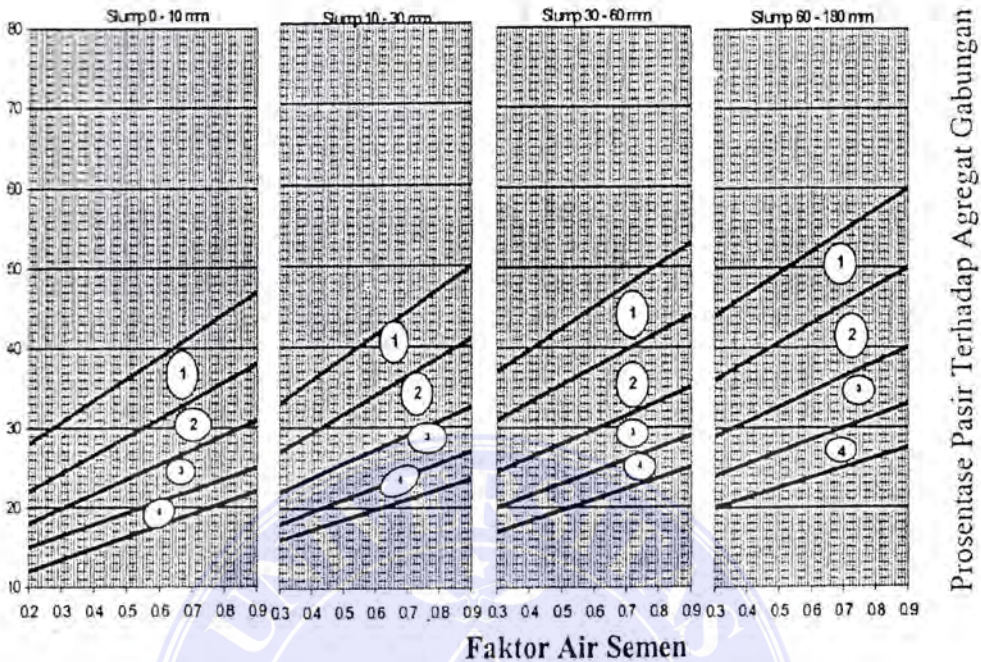
Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	Slump (mm)			
		0 – 10	10 – 30	30 – 60	60 – 100
10 mm	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20 mm	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
30 mm	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber : Wuryati Samekto, 2001

#### 4. Susunan butir agregat halus

Jika besar butir agregat halus yang digunakan sudah dianalisis menurut standar SI susunan butir pasir dapat dibandingkan dengan syarat-syarat besar susunan butir pasir dalam table, termasuk daerah (zone) dimana zone1, zone2, zone3 dan zone 4.

5. Berat jenis relatif agregat



**Gambar 3.3** Persentasi Jumlah Pasir yang Dianjurkan Untuk Daerah Susunan Butir 1,2,3 dan 4 dengan Butir Maksimum Agregat 40 mm.

Sumber : Tri Mulyono, 2004

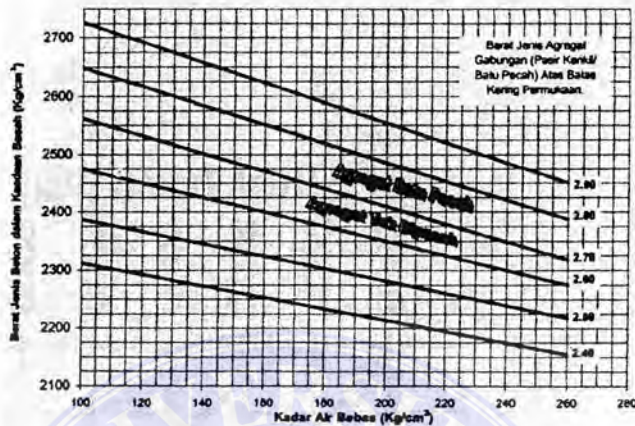
6. Penentuan berat jenis beton

Dengan data berat jenis agregat campuran dari kebutuhan air tiap meter kubik beton maka dengan gambar 3.6 dapat diperkirakan berat jenis betonnya, caranya adalah sebagai berikut :

1. Dari berat jenis agregat campuran dibuat garis miring berat jenis gabungan yang sesuai dengan garis miring yang paling dekat dengan gambar 3.6.
2. Kebutuhan air yang diperoleh pada langkah k dimasukkan kedalam sumbu horizontal gambar 3.6, kemudian dari titik ini ditarik garis vertical keatas sampai mencapai garis miring yang di buat seperti cara sebelumnya diatas.

3. Dari titik potong ini ditarik garis horizontal kekiri sehingga diperoleh nilai berat jenis beton

Gambar 3.7. Perkiraan Berat Jenis Beton Basah yang Dimampatkan Secara Penuh



Gambar 3.4 Persentasi Jumlah Pasir yang Dianjurkan Untuk Daerah Susunan Butir 1,2,3 dan 4 dengan Butir Maksimum Agregat 40 mm. Sumber : Tri Mulyono, 2004

## 7. Koreksi Proporsi Campuran

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan (SSD), proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan dalam agregat.

### 3.5 Pengerjaan Spesimen

#### 3.5.1 Bahan Penelitian

Serabut kelapa adalah bahan utama pada penelitian ini. Pemilihan Serabut kelapa, karena mempunyai kekerasan yang lebih bagus dan ketersediannya melimpah, serabut kelapa dipotong kecil 3-5cm, sehingga lebih mudah untuk membuat spesimen dan terlihat rapi. Sedangkan bahan lainnya adalah Semen portland type 1, pasir, kerikil, dan air.

### 3.5.2 Pembuatan Cetakan Peredam Bunyi

Cetakan peredam suara yang digunakan untuk pembuatan beton yang bisa meredam suara yang digunakan adalah pipa pvc berdiameter  $\pm 4$  inchi , mengikuti alat penggetesan uji kedap suara ( noise absorption) yaitu impedance tube, impedance tube berbentuk silinder berdiameter  $\pm 4$  inchi. Pipa dipotong menggunakan gergaji dengan ukuran tebal 5cm.

### 3.5.3 Job mix

adalah pengerjaan pencampuran bahan-bahan atau dengan kata lain pengecoran, dengan perbandingan semen , sedangkan sabut kelapa diberlakukan dengan cara penambahan persentasi di setiap spesimen benda uji. Pada pembuatan benda uji tersebut digunakan semen: 500gr, pasir: 1000gr, air: 500 ml. Sedangkan *cocofiber* yang digunakan (0%,1,5%,3% dan 6% dari berat campuran beton) akan ditambahkan setiap 1 benda uji.

**Tabel 3.4** Persentase cocofiber.

Spesimen	Persentase <i>Cocofiber</i> (%)
I	0
II	1.5
III	3
IV	6

Sumber: data penelitian

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian pada komposit serabut kelapa (cocofiber) dengan matrik alami diambil beberapa kesimpulan dan dengan adanya perbedaan pada pembuatan spesimen peredam bunyi, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- (a) Nilai koefisien serap bunyi menunjukkan grafik yang semakin meningkat pada setiap penambahan variasi serabut kelapa.
- (b) Nilai koefisien serap bunyi terendah adalah 0,0324, Pada frekuensi 500Hz, sedangkan Nilai koefisien serap bunyi tertinggi adalah 0,93411 pada frekuensi 2000 Hz
- (d) Nilai cepat rambat gelombang bunyi terendah 16,2 m/s, Pada frekuensi 500Hz, sedangkan cepat rambat gelombang bunyi 1868,22 m/s pada frekuensi 2000 Hz
- (e) Dari penelitian ini, disimpulkan bahwa penambahan serat sabut kelapa (cocofiber) dapat mempengaruhi/bertambahnya nilai serap yang semakin baik.

## 5.2. Saran

Saran-saran berikut dapat dijadikan pedoman untuk kedepannya bisa membuat spesimen peredam bunyi komposit serat dengan matrik alami menjadi lebih bagus nilai serapan bunyinya:

1. Penelitian lebih lanjut pada penggunaan *serabut kelapa* di Anjurkan untuk menggunakan persentase yang lebih tinggi, untuk memperoleh hasil serapan bunyi yang lebih tinggi.
2. Disarankan untuk menggunakan serabut kelapa yang dicacah kecil, untuk memudahkan dalam pencampuran bahan pada saat pengecoran
3. Pada pengujian noise absorbtion dengan *Tube Impedance* memerlukan kesabaran dan ketelitian untuk mengetahui nilai serapan yang lebih maksimal.
4. Untuk selanjutnya bisa dilakukan penelitian dari bahan dasar triplek dan Gypsum
5. Harus mempelajari software (DAQ vactory dan HQ control) yang digunakan sebagai alat pendukung *Tube Impedance*.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim , 2002 , SK SNI 03-2847-2002 , *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standar Nasional , Jakarta.

Khuriati, A dkk 2004, "Kajian Kinerja Serapan Bunyi Serabut Kelapa yang dicampur Tepung Kanji dan Serat Sintetik

Khuriati , Ainie , Eko Komaruddin , dan Muhammad Nur. , 2006 , *Disain Peredam Suara Berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Pengukuran koefisien Penyerapan bunyinya*. ( Jurnal BERKALA FISIKA , Vol 9 No.1 Januari 2006, hal 15-25 ).

Mediastika, C.E., 2008, "Kajian Kinerja Serapan Bun yi Komposit Jerami Padiyang dicampur Semen".

[www.encyclopedia2.thefreedictionary.com](http://www.encyclopedia2.thefreedictionary.com), "Absorption Accoustic", pada 2/5/2011.

[www.hseclubIndonesia.wordpress.com](http://www.hseclubIndonesia.wordpress.com), "Kebisingan Serta Pengaruhnya Terhadap Kesehatan dan Lingkungan", pada 4/2/2011.