

**PENGARUH KETEBALAN BETON RINGAN AKUSTIK
SABUT KELAPA TERHADAP KEDAP SUARA**

SKRIPSI

OLEH :

NELVA ANNISA PUTRI

178110186



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

TAHUN 2020

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH KETEBALAN BETON RINGAN AKUSTIK SABUT KELAPA TERHADAP KEDAP SUARA

SKRIPSI

Disusun Oleh :

NELVA ANNISA PUTRI

178110186

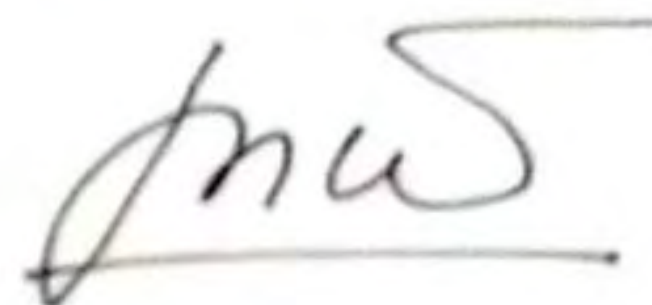
Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I



Ir. Irwan, MT

Dosen Pembimbing II



Ir. Nuril Mahda Rkt, MT

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. Nurmaidah, MT

LEMBAR PERNYATAAN

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


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

Medan, 18 Mei 2020

METERAI
TEMPEL

2B3C4AHF386124737

6000
ENAM RIBU RUPIAH


Nelva Annisa Putri

178110186

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nelva Annisa Putri

NPM : 178110186

Program Studi : Teknik Sipil

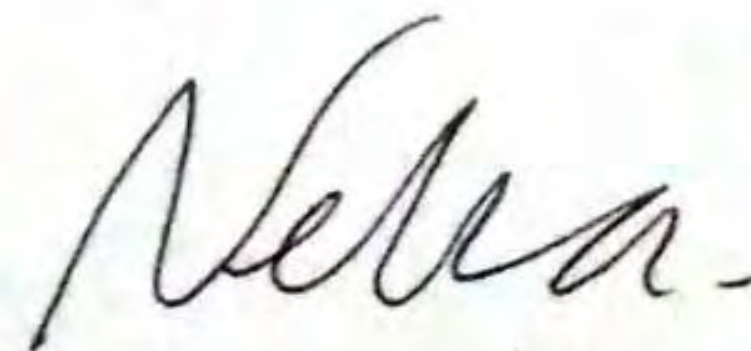
Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul “Pengaruh Ketebalan Beton Ringan Akustik Terhadap Kedap Suara” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan

Pada tanggal: 18 Mei 2020



Nelva Annisa Putri
178110186

ABSTRAK

Pada jaman modern seperti sekarang ini, pembangunan dan perkembangan teknologi maju dengan pesat. Hal ini menyebabkan kebisingan suara suatu ruangan juga meningkat. Kebisingan ini mengakibatkan efektifitas penggunaan ruangan pada bangunan juga menurun. Oleh sebab itu, diperlukan sistem untuk isolation atau absorption suara yaitu dengan menggunakan material kedap suara. Dalam proses pembuatan beton ringan tentunya dibutuhkan material campuran yang memiliki berat jenis rendah. Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan adalah *Serat Serabut Kelapa (cocofyber)*. Sabut kelapa dapat juga digunakan sebagai peredam suara. Kualitas dari bahan peredam suara ditunjukkan dengan harga α (koefisien penyerapan bahan terhadap bunyi). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh ketebalan beton ringan (*cocofyber*) terhadap kekuatan beton mampu meredam suara. Penelitian dilakukan dengan menggunakan pencampuran serat serabut kelapa dengan persentase yang digunakan adalah 0%, 10% dan 20% dan frekuensi suara yang digunakan adalah 500 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz dan 2000 Hz. Didapatkan hasil koefisien serap bunyi terendah ada pada campuran 0% sampel III frekuensi 500 Hz dengan nilai 0,250. Sedangkan hasil koefisien serap bunyi tertinggi ada pada pencampuran 20% sampel V frekuensi 2000 Hz dengan nilai 0,956. dan dengan kecepatan rambat gelombang bunyi terbesar yaitu 1912 m/s .

Kata kunci: *Kedap Suara, Sabut Kelapa, Cepat Rambat Gelombang Bunyi, Beton.*

ABSTRACT

In this modern era ,the recontruction and development of technology is advancing Rapidly. This Causes the noise of a room also rises. This noise causes the effective use of space in building also decreases .Therefore we need a system for sound isolation or absortion by using soundproofing material, in the process of making lightweight concrete ,Mix material with low specific gravity are certainly needed. One alternative material that can be used is Coconut Fiber . Coconut Fiber can also by used as silencer .The quality of the sound dampening material is shown by the value α (Coefficient of absorption of the material sound). This research was conducted with the aim to determine the effect of thickness of lightweight concrete (cocofiber) on the strength of concrete to reduce sound. The study was conducted using a mixing of coconut fiber fibers with the percentages used were 0%, 10% and 20% and the sound frequency used was 500 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz and 2000 Hz. The lowest sound absorbing results obtained in the mixture of 0% of sample III frequency 500 Hz with a value of 0.250. While the highest sound absorption coefficient results in the mixing of 20% of sample V frequency of 2000 Hz with a value of 0.956. with a biggest sound wave velocity Of 1912 m/sec.

Kata kunci: *coconut fiber composite concrete, acoustic, absorption, Sound Wave velocity, concrete.*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat dan berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik. Adapun judul dari penelitian ini adalah **“Pengaruh Ketebalan Beton Ringan Akustik Sabut Kelapa Terhadap Kedap Suara”**. Adapun tujuan dan maksud penulis dalam penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi tugas akhir dan melengkapi salah satu syarat kelulusan pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Dalam usaha menyelesaikan skripsi ini, penulis menyadari sepenuhnya akan keterbatasan waktu, pengetahuan, dan biaya sehingga tanpa bantuan dan bimbingan dari semua pihak tidaklah mungkin berhasil dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Orang tua tercinta atas dukungan dan doa dalam penyusunan skripsi ini dan dalam studi yang saya tempuh. Dan kepada saudara-saudari serta keluargaku semuanya yang telah mendukung dan memberi doa untuk saya dalam penyusunan skripsi ini. Kemudian tidaklah berlebihan apabila penulis menghaturkan banyak terimakasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Raman, M Eng. M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Grace Yuswita Harahap, ST,MT selaku Dekan Universitas Medan Area.
3. Ibu Ir.Nurmaidah Lubis, MT, selaku Ketua Program Studi Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan area

4. Bapak Ir Irwan MT, selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya membimbing penulis dan banyak memberikan bimbingan dan masukan-masukan yang berharga dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Ibu Ir Nuril Mahda, MT, selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya membimbing penulis dan banyak memberikan bimbingan dan masukan-masukan yang berharga dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Seluruh Staff Pengajar dan Karyawan di jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.
7. Rekan Saya di Laboratorium Noise & Vibration control Teknik Mesin Magister Universitas Sumatera Utara, Bona Fahma Nadra, Risca Apricilia, Ririn Vironica, yang telah menemani dan membantu saya dalam penelitian.
8. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa teknik sipil angkatan 2017 Universitas Medan Area

Mengingat keterbatasan kemampuan yang penulis miliki, maka penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, walaupun demikian penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkannya.

Medan, 18 Mei 2020

Penulis

Nelva Annisa Putri

178110186

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metodologi Penelitian	3
1.6. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Beton	5
2.1.1 Beton Ringan.....	6
2.1.2 Beton Ringan Struktural.....	9
2.1.3 Beton Ringan Ringan.....	10
2.2. Bahan Penyusun Beton.....	10
2.2.1 Semen.....	10
2.2.2 Semen Portland.....	12
2.2.3 Air	15
2.3. Sifat-Sifat Beton Segar.....	16

2.3.1	Agregat	18
2.4	Sifat-Sifat Beton Segar (<i>fresh concrete</i>)	24
2.4.1	Kemudahan Pengerjaan (<i>Workability</i>)	25
2.4.2	Pemisahan Air (<i>Bleeding</i>).....	27
2.5	Sifat Beton Keras	27
2.6	Uji Peredam Suara	32
2.6.1	Karakteristik Gelombang Bunyi.....	35
2.7	Bahan Tambahan	39
2.7.1	Umum	39
2.7.2	Alasan Penggunaan Bahan Tambahan.....	40
2.7.3	Perhatian Penting dalam Penggunaan Bahan Tambahan.....	41
2.7.4	Bahan Tambah Lainnya	42
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	46
3.1.	Lokasi Penelitian	46
3.2.	Bahan-bahan Penelitian	48
3.2.1.	Pembuatan Cetakan Peredam Bunyi	49
3.3.	Metode Penelitian	49
3.3.1	Prosedur Pembuatan Benda Uji Beton Ringan.....	50
3.3.2	Prosedur Pengujian Kedap Suara.....	50
3.3.3	Job Mix.....	51
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	57
4.1	Hasil Pemeriksaan Benda Uji	57
4.2	Hasil Pengujian Peredaman Suara	59
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1.	Kesimpulan.....	69
5.2.	Saran.....	69

DAFTAR PUSTAKA..... 70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perkiraan Kuat Tekan Beton dengan FAS 0,5 dan jenis semen serta Agregat Kasar yang biasa dipakai di Indonesia	16
Tabel 2.2 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan FAS Maksimum untuk.....	17
Tabel 2.3 Pengaruh sifat agregat pada sifat beton	19
Tabel 2.4 Batasan Gradasi untuk Agregat Halus	21
Tabel 2.5 Susunan Besar Butiran Agregat Kasar (ASTM, 1991).....	23
Tabel 2.6 Perkembangan Kekuatan Beton dengan bahan pengikat PC type.....	31
Tabel 2.7 komposisi serat sabut kelapa	43
Tabel 3.1 Variasi campuran material pada benda uji percobaan kedap suara.....	51
Tabel 3.2 Hasil Variasi campuran material pada benda uji percobaan kedap suara	55
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir	57
Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan penyerapan air pasir	58
Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir	59
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kedap Suara Sampel 0% Frekuensi 500 Hz	60
Tabel 4.5 Nilai Koefisien absorsi Bunyi pada campuran 0%.....	63
Tabel 4.6 Nilai cepat rambat bunyi campuran 0%.....	64
Tabel 4.7 Pengujian kedap suara pada campuran beton dengan serabut kelapa 10 %	65
Tabel 4.8 Nilai cepat rambat bunyi campuran 10%.....	66

Tabel 4.9 Nilai absorsi penambahan serabut kelapa 20 %	66
Tabel 4.10 Nilai Cepat Rambat bunyi pada campuran 20%.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan Antara Kuat Tekan dan FAS untuk Benda Uji Kubus	17
Gambar 2.2 Kerucut Abrams	26
Gambar 2.3 Hubungan antara faktor air semen dengan kekuatan beton selama masa perkembangannya (Tri Mulyono, 2003)	28
Gambar 2.4 Perkiraan Kuat tekan beton pada berbagai umur	29
Gambar 2.5 Karakteristik gelombang bunyi.....	30
Gambar 2.6 Perkembangan Kekuatan beton dengan bahan pengikat PC Type I	36
Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Beton.....	47
Gambar 3.2 Contoh sampel penelitian	48
Gambar 4.1 Grafik Gradasi Pasir	58
Gambar 4.2 Tabung impedansi untuk pengukuran koefisien serat bunyi	59
Gambar 4.3 Grafik Frekuensi campuran 0 %	64
Gambar 4.4 Grafik Frekuensi campuran 10 %	65
Gambar 4.5 Grafik Frekuensi campuran 20 %	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 . Foto Dokumentasi

Lampiran 2 . Lampiran perhitungan lanjutan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada jaman modern seperti sekarang ini, pembangunan dan perkembangan teknologi maju dengan pesat. Hal ini menyebabkan kebisingan suara suatu ruangan juga meningkat. Kebisingan ini mengakibatkan efektifitas penggunaan ruangan pada bangunan juga menurun. Oleh sebab itu, diperlukan sistem untuk isolation atau absorption suara yaitu dengan menggunakan material kedap suara.

Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan dari beton pada umumnya. Membuat beton ringan bisa dengan berbagai cara. Salah satunya dengan mengganti agregat kasar (kerikil atau batu pecah) dengan batu apung (*pumice*). Pada umumnya berat beton ringan berkisar antara 600 – 1600 kg/m³. Keuntungan lain dari memakai beton ringan sebagai salah satu elemen bangunan adalah beton ringan memiliki tahanan suara (peredam) yang baik, tahan api, dapat mengurangi kebutuhan perancah (*formwork*).

Dalam proses pembuatan beton ringan tentunya dibutuhkan material campuran yang memiliki berat jenis rendah. Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan adalah *Serat Serabut Kelapa (cocofiber)*. Sabut kelapa dapat juga digunakan sebagai peredam suara. Kualitas dari bahan peredam suara ditunjukkan dengan harga α (koefisien penyerapan bahan terhadap bunyi), semakin besar α maka semakin baik digunakan sebagai peredam suara. Nilai berkisar dari 0 sampai 1. Jika α bernilai 0, artinya tidak ada bunyi yang diserap. Sedangkan jika α bernilai 1, artinya 100% bunyi yang datang diserap oleh bahan.

Pada penelitian Tahun 2017 telah dilakukan proses desain dan pembuatan cetakan beton ringan (campuran cocofyber) dengan menggunakan pipa paralon dengan tebal 5 cm diameter 11 cm , yang berbentuk silinder sebanyak 20 pcs benda uji tiap variasi. Kesimpulannya nilai koefisien serap bunyi menunjukkan grafik yang semakin meningkat pada setiap penambahan variasi serat serabut kelapa.

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka dilakukan penelitian yang bersifat eksperimental terhadap “ **PENGARUH KETEBALAN BETON RINGAN (CAMPURAN COCOFYBER) TERHADAP KEDAP SUARA** ” untuk mengevaluasi seberapa besar pengaruh tebal dinding beton ringan terhadap kedap suara dengan tebal 4 cm berbentuk silinder sebanyak 5 pcs benda uji tiap variasi.

1.2 Rumusan Masalah

1. Permasalahan utama yang akan diangkat pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh ketebalan beton ringan akustik dengan penambahan serat serabut kelapa sebagai bahan tambahan pada campuran beton yang mampu meredam suara.

1.3 Tujuan Penelitian

1. mengetahui seberapa besar pengaruh ketebalan beton ringan dengan campuran sabut kelapa terhadap kemampuan dalam meredam suara.
2. Mengetahui variasi serabut kelapa yang memiliki kemampuan dalam meredam suara

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini akan dibuat benda uji dengan :

1. Studi yang dilakukan terbatas pada pengujian laboratorium dan tidak melakukan pengujian lapangan.

2. Karakteristik yang diteliti adalah Beton yang telah ditambahkan dengan cocofiber mampu meredam suara. Bahan tambahan pada penelitian ini adalah serat cocofiber atau yang kita kenal serat sabut kelapa.
3. Persentase penggunaan serat cocofiber divariasikan dalam beberapa macam, yaitu 0%, 10%, 20% (volum)
4. Untuk pengujian beton peredam suara akan dibuat benda uji berbentuk silinder dengan diameter 11 cm dan tebal 4 cm sebanyak 5 benda uji/variasi.. Penelitian ini dilakukan berdasarkan penelitian sebelumnya pada tahun 2017 oleh Lambok Simajuntak yang judulnya “Pemanfaatan Serat Serabut Kelapa Sebagai Dinding Akustik Partisi” dengan variasi 0%, 7% dan 15% dimana mendapat hasil optimum sekitar 15% dengan $\alpha = 0,9756$ pada frekuensi 4000.
5. Pengujian hanya sebatas uji kedap suara beton terhadap frekuensi.

1.5 Metodologi Penelitian

Metode yang akan digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah uji eksperimental di laboratorium. Adapun karakteristik material yang digunakan adalah sebagai berikut :

a. Sabut kelapa

Sabut kelapa yang digunakan adalah sabut kelapa yang dikeringkan terlebih dahulu. Kemudian di cacah sembarang.

- b. Dalam penelitian ini yang akan diuji adalah Benda uji yang dicetak pada cetakan pipa PVC berdiameter 11 cm (4 inchi), dan dipotong dengan tebal 4 cm dengan variasi 0%, 10% dan 20% masing sebanyak 5 benda uji per variasi. Untuk penelitian ini dilakukan di Laboratorium Magister Teknik Mesin Universitas Sumatra Utara.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Dengan melakukan kaji ekperimen mengenai karakteristik akustik dari beton ini dapat memperkaya penggunaan atau fungsi dari beton serat sabut kelapa ini
2. Mengetahui kemampuan dari beton serat kelapa untuk menyerap suara (coefficient of sound absorption)
3. memberi nilai ekonomis dari limbah yang tidak bermanfaat, dan diharapkan dapat menjadi tambahan referensi serta masukan bagi pekerja jasa konstruksi dan masyarakat pada umumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

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*)

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 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.

2.1.1 Beton Ringan

Beton ringan didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu kerikil (batu apung) atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu, guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar disebut sebagai bahan susun kasar campuran merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan *finishing*, temperature, dan kondisi perawatan pengerasannya. Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9%-15% saja dari kuat tekannya (Dipohusodo, Istimawan 1994). Menurut SNI.T-08-1991-03 kuat tekan beton minimal adalah 17,5 MPa.

Teknologi material bahan bangunan berkembang terus, salah satunya beton ringan aerasi (*Aerated Lightweight Concrete/ALC*) atau sering disebut juga (*Autoclaved Aerated Concrete/ AAC*). Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Tujuan penggunaan beton ringan adalah untuk mengurangi berat sendiri dari struktur sehingga komponen struktur pendukungnya seperti pondasinya akan menjadi lebih hemat.

Beton ringan AAC ini pertama kali dikembangkan di Swedia pada tahun 1923 sebagai alternatif material bangunan untuk mengurangi penggundulan hutan. Beton ringan AAC ini kemudian dikembangkan lagi oleh **Joseph Hebel** di Jerman di tahun 1943. Hasilnya, beton ringan aerasi ini dianggap sempurna, termasuk material bangunan yang ramah lingkungan, karena dibuat dari sumber daya alam yang berlimpah. Sifatnya kuat, tahan lama, mudah dibentuk, efisien, dan berdaya guna tinggi. Di Indonesia sendiri beton ringan mulai dikenal sejak tahun 1995, saat didirikannya PT Hebel Indonesia di Karawang Timur, Jawa Barat.

Pada umumnya berat beton ringan berkisar antara 800 kg/m^3 s/d 2000 kg/m^3 . Karena itu keunggulan beton ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi (*high rise building*) akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi.

Keuntungan lain dari beton ringan antara lain : memiliki nilai tahanan panas (*thermal insulation*) yang baik, memiliki tahanan suara (*peredaman*) yang baik, tahan api (*fire resistant*), transportasi mudah dan dapat mengurangi kebutuhan bekisting (*formwok*) dan perancah (*scaffolding*). Sedangkan kelemahan beton ringan

adalah nilai kuat tekannya (*compressive strength*), sehingga sangat tidak dianjurkan penggunaan untuk perkuatan (struktural).

- Kemampuan meredam suara

Material peredam suara umumnya dapat diartikan sebagai material yang dapat memblokir suara dari luar ruangan ke dalam ruangan atau sebaliknya. Jadi material peredam suara berfungsi menahan suara agar tidak bocor keluar ruangan atau masuk ke dalam ruangan.

Material peredam suara dapat dibedakan dengan material penyerap suara yang umumnya dapat dikenal sebagai peredam gema ruangan. Jika material tersebut dipasang untuk memblokir suara dari atau ke dalam ruangan, maka material peredam gema ruangan adalah material yang menyerap kelebihan suara dalam ruangan yang mampu menahan suara dengan frekuensi tinggi, sedang dan rendah seperti suara pesawat terbang, mesin genset, mesin produksi, kendaraan bermotor, ruang musik dan lain sebagainya. Oleh karena itu material peredam suara memiliki banyak jenis dan macamnya.

Ciri utama bahan ini tentu saja tidak boleh menjadi penghantar energy suara (mekanik) yang baik atau dengan kata lain tidak mudah bergetar bila terpapar suara atas dengan kata lain sedikit meloloskan suara apapun yang melewatinya. Ada beberapa factor yang mempengaruhi material peredam suara, yaitu :

1. Tingkat densitas (masa jenis) permukaan

Material kedap suara yang memiliki densitas permukaan yang lebih besar memiliki nilai kedap suara yang besar pula. Densitas adalah berat material dibagi dengan luas permukaan (kg/m^2)

2. Tingkat Tahanan Udara (Flow Resistivity)

Material dengan tingkat tahanan udara yang tinggi memiliki nilai kedap suara yang lebih baik. Material dengan tingkat tahanan udara yang kecil umumnya memiliki rongga udara yang renggang sehingga kurang baik dalam meredam suara.

3. Dapat Meredam Getaran

Material kedap suara yang baik tidak akan mudah bergetar dan meneruskan getaran. Material tersebut harus mampu meredam getaran dengan baik

4. Memantulkan suara

Ciri lain material kedap suara yang baik adalah memantulkan suara. Material yang memantulkan suara lebih besar cenderung memiliki nilai kedap suara yang lebih besar, karena semakin besar energi suara yang dipantulkan maka akan semakin sedikit suara tersebut diteruskan.

2.1.2 Beton Ringan Struktural

Beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir sebagai pengganti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 kg/m³ kondisi kering permukaan jenuh dan harus memenuhi persyaratan kuat tekan dan kuat tarik belah beton ringan untuk tujuan struktural.

Beton ringan yang penggunaannya sebagai struktural, agregat kasar yang digunakan :

1. Agregat yang dibuat melalui proses pemanasan dari batu.
2. Serpih, Batu Lempung, Batu Sabak, Terak Besi Atau Terak Abu produk
3. Kuat Tekan : Minimum 17.24 MPa, Maksimum 41.36 MPa.

4. Berat isi : Minimum 1400 Kg/m³, Maksimum 1850 Kg/m³

2.1.3 Beton Ringan Non Struktural

Beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir sebagai pengganti agregat halus ringan agregat kasar yang digunakan : Perlit Atau Vermikulit Dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 800 kg/m³ dan aplikasi/penggunaan berfungsi sebagai isolasi/partisi, beton ringan berupa batu beton (hebel) dan panel dinding.

2.2 Bahan Penyusun Beton

2.2.1 Semen

A. Umum

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar, sedangkan jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*hardened concrete*). Admixture ini adalah bahan selain semen yang ditambahkan pada tahap pencampuran terhadap agregat halus maupun kasar dengan air (sesuai SNI 2847 acuan ASTM C494).

Fungsi semen ialah untuk mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butiran agregat. Adapun sifat-sifat fisik semen yaitu :

- a. Kehalusan Butir

Kehalusan semen mempengaruhi waktu pengerasan pada semen. Secara umum, semen berbutir halus meningkatkan kohesi pada beton segar dan dapat mengurangi bleeding (kelebihan air yang bersama dengan semen bergerak ke permukaan adukan beton segar), akan tetapi menambah kecenderungan beton untuk menyusut lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut.

Waktu ikatan adalah waktu yang dibutuhkan untuk mencapai satu tahap dimana pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan. Waktu tersebut terhitung sejak air tercampur dengan semen. Waktu dari pencampuran semen dengan air sampai saat kehilangan sifat keplastisannya disebut waktu ikat awal, dan pada waktu sampai pastinya menjadi massa yang keras disebut waktu ikat akhir. Pada semen portland biasanya batasan waktu ikatan semen adalah :

Waktu ikat awal > 60 menit

Waktu ikat akhir > 480 menit

Waktu ikatan awal yang cukup awal diperlukan untuk pekerjaan beton, yaitu waktu transportasi, penuangan, pemadatan, dan perataan permukaan.

b. Pengembangan volume (*lechatelier*)

Pengembangan semen dapat menyebabkan kerusakan dari suatu beton, karena itu pengembangan beton dibatasi sebesar $\pm 0,8 \%$ (A.M Neville, 1995). Akibat perbesaran volume tersebut, ruang antar partikel terdesak dan akan timbul retak – retak.

c. Panas hidrasi

Silikat dan aluminat pada semen bereaksi dengan air menjadi media perekat yang memadat lalu membentuk massa yang keras. Reaksi membentuk media perekat ini disebut hidrasi.

2.2.2 Sement Portland

Menurut Standar Industri Indonesia (SII 0013-1981), definisi Semen Portland adalah suatu bahan pengikat hidrolis (*hydraulic binder*) yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

A. Sifat-Sifat Semen Portland

Sifat-sifat semen portland dapat dibedakan menjadi dua, yaitu sifat fisika dan sifat kimia. sifat fisika semen portland sifat-sifat fisika semen meliputi:

- Kehalusan Butir (*finesess*)

Proses hidrasi sangat dipengaruhi oleh kehalusan butir semen. Jika butir semen lebih kasar maka waktu pengikatan (*setting time*) menjadi semakin lama. Sebaliknya jika semakin halus butiran semen, proses hidrasinya semakin cepat, sehingga kekuatan awal tinggi dan kekuatan akhir akan berkurang. Kehalusan butir semen yang tinggi dapat mengurangi terjadinya bleeding atau kenaikan air. permukaan, tetapi menambah kecenderungan beton untuk menyusut lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut.

- Kepadatan (*density*)

Berat jenis semen yang disyaratkan oleh ASTM adalah 3.15 Mg/m^3 . Pada kenyataannya, berat jenis semen yang diproduksi berkisar antara $3,05 \text{ Mg/m}^3$ sampai $3,25 \text{ Mg/m}^3$. Variasi ini akan berpengaruh pada proporsi campuran semen dalam campuran.

- Konsistensi

Konsistensi semen portland lebih banyak pengaruhnya pada saat pencampuran awal, yaitu pada saat terjadi pengikatan sampai pada saat beton mengeras. Konsistensi yang terjadi bergantung pada rasio antara semen dan air serta aspek-aspek bahan semen seperti kehalusan dan kecepatan hidrasi. Konsistensi semen mortar bergantung pada konsistensi semen dan agregate pencampurnya.

- Waktu pengikatan

Waktu ikat adalah waktu yang diperlukan semen untuk mengeras, dihitung dari mulai bereaksi dengan air dan menjadi pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan. Waktu ikat semen dibagi menjadi dua :

➤ Waktu ikat awal (*initial setting time*) yaitu waktu dari pencampuran semen dengan air menjadi pasta semen hingga hilangnya sifat keplastisan.

➤ Waktu ikat akhir (*final setting time*) yaitu waktu antara terbentuknya pasta semen hingga beton mengeras. Pada semen portland *initial setting time* berkisar 1,0-2,0 jam, tetapi tidak boleh kurang dari 1,0 jam, sedangkan *initial setting time* tidak boleh lebih dari 8,0 jam.

- Panas hidrasi

Panas hidrasi adalah panas yang terjadi pada saat semen bereaksi dengan air. Dalam pelaksanaannya, perkembangan panas ini dapat mengakibatkan masalah yakni timbulnya retakan pada saat pendinginan.

- Perubahan volume (*kekalan*)

Kekalan pasta semen yang telah mengeras merupakan suatu ukuran yang menyatakan kemampuan pengembangan bahan-bahan capurannya dan kemampuan untuk mempertahankan volume setelah pengikatan terjadinya. Ketidakkekalan semen disebabkan oleh terlalu banyaknya jumlah kapur bebas yang pembakarannya tidak sempurna serta yang terdapat dalam campuran tersebut

B. Jenis-Jenis Semen Portland

Semen Portland menurut Peraturan Beton 1989 (SKBI.4.53.1989) dibagi menjadi 5 jenis (SK.SNI T-15-1990-03:2) yaitu :

- Tipe I, semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya. Semen ini digunakan untuk bangunan-bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus.
- Tipe II, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang. Semen ini digunakan untuk konstruksi bangunan dan beton yang terus-menerus berhubungan dengan air kotor atau air□tanah atau untuk pondasi yang tertahan di dalam tanah yang mengandung air agresif (garam-garam sulfat) dan saluran air buangan atau bangunan yang berhubungan langsung dengan rawa.
- Tipe III, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi. Semen jenis ini digunakan pada daerah yang bertemperatur rendah, terutama pada daerah yang mempunyai musim dingin (*winter season*).
- Tipe IV, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah. Semen ini digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang

besar dan masif,umpamanya untuk pekerjaan bendung, pondasi berukuran besar atau pekerjaan besar lainnya.

- Tipe V, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Semen ini digunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan air laut, air buangan industri, bangunan yang terkena pengaruh gas atau uap kimia yang agresif serta untuk bangunan yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat dalam persentase yang tinggi.

2.2.3 Air

Air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta sebagai bahan pelumas antar butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Kandungan air yang rendah menyebabkan beton sulit dikerjakan (tidak mudah mengalir), dan kandungan air yang tinggi menyebabkan kekuatan beton akan rendah serta betonnya porous.

Air yang digunakan sebagai campuran harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, zat organis atau bahan lainnya yang dapat merusak beton. Dalam pemakaian air untuk beton sebaiknya air memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
- b. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- d. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Untuk air perawatan, dapat dipakai juga air yang dipakai untuk pengadukan, tetapi harus yang tidak menimbulkan noda atau endapan yang merusak warna permukaan beton. Besi dan zat organis dalam air umumnya sebagai penyebab utama pengotoran atau perubahan warna, terutama jika perawatan cukup lama.

2.3 Penetapan Faktor Air Semen

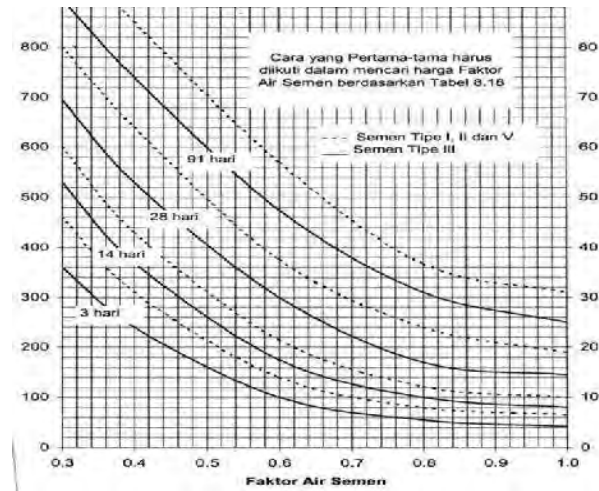
Penetapan faktor air semen

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

Tabel 2.1 Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan Faktor Air Semen, dan agregat kasar yang dipakai di Indonesia.

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (MPa)				Bentuk Uji
		Pada umur (hari)				
		3	7	28	29	
Semen Portland Tipe I	Batu tidak pecah	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tidak pecah	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tidak pecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tidak pecah	25	31	46	53	Kubus
Batu pecah	30	40	53	60		

Sumber: Tekologi Beton Tri Mulyono, 2000



Gambar 2.1 Hubungan Antara Kuat Tekan dan FAS untuk Benda Uji Kubus
 Sumber : Teknologi beton, Tri Mulyono, 2005

1. Penetapan faktor air semen maksimum

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

Tabel 2.2 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan FAS Maksimum untuk Berbagai Pembetonan dalam Lingkungan Khusus

Lokasi	Jumlah Semen Minimum per m ³ beton (kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0.60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0.52

Beton diluar ruangan bangunan:		
a. Tidak terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung	325	0.60
b. Terlindungi dari hujan dan terik matahari langsung	275	0.60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0.55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 5
Beton yang kontinu berhubungan:		
a. Air tawar		
b. Air laut		Lihat Tabel 6

Sumber : SNI-2834-2000 Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal

2.3.1 Agregat

A. Umum

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Kandungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi, yaitu berkisar 60%-70% dari volume beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar sehingga karakteristik dan sifat agregat memiliki pengaruh langsung terhadap sifat-sifat beton.

Tabel 2.3 Pengaruh sifat agregat pada sifat beton

Sifat Agregat	Pengaruh pada	Sifat Beton
Bentuk, tekstur, gradasi	Beton cair	Kelecekan Pengikatan dan Pengerasan
Sifat fisik, sifat kimia, Mineral	Beton keras	Kekuatan, Kekerasan, ketahanan (durability)

Sumber : SNI-2834-2000 Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal

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. Ukuran antara agregat halus dengan agregat kasar yaitu 4.8mm (*British Standard*) atau 4.75 mm (Standar ASTM). Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirnya lebih besar dari 4.80 mm (4.75 mm) dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4.80 mm (4.75 mm). Agregat yang digunakan dalam campuran beton biasanya berukuran lebih kecil dari 40

B. Jenis Agregat

Agregat dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat alam dan agregat buatan (pecahan). Agregat alam dan pecahan inipun dapat dibedakan berdasarkan beratnya, asalnya, diameter butirnya (gradasi), dan tekstur permukaannya.

Dari ukurannya, agregat dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu agregat kasar dan agregat halus.

- **Agregat Halus**

Agregat halus (pasir) adalah mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang memiliki ukuran butiran kurang dari 5 mm atau lolos saringan no.4 dan tertahan pada saringan no.200. Agregat halus (pasir) berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (*stone crusher*). agregat halus yang akan digunakan harus memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh ASTM. Jika seluruh spesifikasi yang ada telah terpenuhi maka barulah dapat dikatakan agregat tersebut bermutu baik. Adapun spesifikasi tersebut adalah :

A. Susunan Butiran (Gradasi)

Agregat halus yang digunakan harus mempunyai gradasi yang baik, karena akan mengisi ruang-ruang kosong yang tidak dapat diisi oleh material lain sehingga menghasilkan beton yang padat disamping untuk mengurangi penyusutan. Analisa saringan akan memperlihatkan jenis dari agregat halus tersebut. Melalui analisa saringan maka akan diperoleh angka Fine Modulus. Melalui Fine Modulus ini dapat digolongkan 3 jenis pasir yaitu:

digolongkan 3 jenis pasir yaitu :

- Pasir Kasar : $2.9 < FM < 3.2$
- Pasir Sedang : $2.6 < FM < 2.9$
- Pasir Halus : $2.2 < FM < 2.6$

Selain itu ada juga batasan gradasi untuk agregat halus, sesuai dengan ASTM C 33 – 74

- a. Batasan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.4 Batasan Gradasi untuk Agregat

Ukuran Saringan ASTM	Persentase berat yang lolos pada tiap saringan
9.5 mm (3/8 in)	100
4.76 mm (No. 4)	95-100
2.36 mm (No. 8)	80-100
1.19 mm (No. 16)	50-85
0.595 mm (No. 30)	25-60
0.300 mm (No. 50)	10-30
0.150 mm (No. 100)	2-10

Sumber: ASTM C 33 –74

- a. Kadar Lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikron (ayakan no.200), tidak boleh melebihi 5 % (ternadap berat kering). Apabila kadar Lumpur melampaui 5 % maka agragat harus dicuci. Kadar Liat tidak boleh melebihi 1% (terhadap berat kering)
- b. Agregat halus harus bebas dari pengotoran zat organic yang akan merugikan beton, atau kadar organic jika diuji di laboratorium tidak menghasilkan warna yang lebih tua dari standart percobaan Abrams – Harder dengan batas standarnya pada acuan No 3.

- c. Agregat halus yang digunakan untuk pembuatan beton dan akan mengalami basah dan lembab terus menerus atau yang berhubungan dengan tanah basah, tidak boleh mengandung bahan yang bersifat reaktif terhadap alkali dalam semen, yang jumlahnya cukup dapat menimbulkan pemuaihan yang berlebihan di dalam mortar atau beton dengan semen kadar alkalinya tidak lebih dari 0,60% atau dengan penambahan yang bahannya dapat mencegah pemuaihan.

B. Agregat Kasar

Yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat yang berukuran lebih besar dari 5 mm, sifat yang paling penting dari suatu agregat kasar adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi kimia. Serta ketahanan terhadap penyusutan.

Jenis agregat kasar secara umum adalah sebagai berikut :

- Batu pecah alami : Bahan ini diperoleh dari cadas atau batu pecah alami yang digali, yang berasal dari gunung merapi.
- Kerikil alami : kerikil didapat dari proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir.
- Agregat kasar buatan : terutama berupa slag atau shale yang biasa digunakan untuk beton berbobot ringan. Biasanya hasil dari proses lain seperti dari blast - furnace dan lain-lain.
- Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat : dengan adanya tuntutan yang spesifik pada zaman atom yang sekarang ini, juga untuk pelindung dari

radasi nuklir sebagai akibat banyaknya pembangkit atom an stasiun tenaga nuklir, maka perlu ada beton yang melindungi dari sinar X, sinar gamma, dan neutron. Pada beton demikian syarat ekonomis maupun syarat kemudahan pengerjaan tidak begitu menentukan. Agregat yang diklasifikasikan disini misalnya baja pecah, barit, magnetit, dan limonit.

Spesifikasi dari Agregat kasar yang digunakan pada campuran beton harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut :

1. Susunan butiran (gradasi)

Agregat harus mempunyai gradasi yang baik, artinya harus terdiri dari butiran yang beragam besarnya, sehingga dapat mengisi rongga-rongga akibat ukuran yang besar, sehingga akan mengurangi penggunaan semen atau penggunaan semen yang minimal. Agregat kasar harus mempunyai susunan butiran dalam batas-batas seperti yang terlihat pada table

Tabel 2.5 Batasan Gradasi untuk Agregat Halus

ukuran lubang ayakan (mm)	persentase lolos kumulatif (%)
38,1	95 - 100
19,1	35 – 70
9,52	10 - 30
4,75	0 – 5

2. Agregat kasar yang digunakan untuk pembuatan beton dan akan mengalamibasah dan lembab terus menerus atau yang akan berhubungan dengan tanah basah, tidak boleh mengandung bahan yang reaktif terhadap alkali dalam semen, yang jumlahnya cukup dapat menimbulkan pemuaian yang berlebihan di dalam mortar atau beton.
3. Agregat kasar harus terdiri dari butiran-butiran yang keras dan tidak berpori atau tidak akan pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari atau hujan.
4. Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 75 mikron (ayakan no.200), tidak boleh melebihi 1% (terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melebihi 1% maka agregat harus dicuci.
5. Kekerasan butiran agregat diperiksa dengan bejana Rudellof dengan beban penguji 20 ton dimana harus dipenuhi syarat berikut:
6. Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5 - 19,1 mm lebih dari 24% berat.

Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19,1 - 30 mm lebih dari 22% berat.

Kekerasan butiran agregat kasar jika diperiksa dengan mesin Los Angeles dimana tingkat kehilangan berat lebih kecil dari 50%.

2.4 Sifat-sifat Beton Segar (*Fresh Concrete*)

Beton segar merupakan suatu campuran antara air, semen, agregat dan bahan tambahan jika diperlukan setelah selesai pengadukan, usaha-usaha seperti pengangkutan, pengecoran, pemadatan, penyelesaian akhir dan perawatan beton dapat mempengaruhi beton segar itu sendiri setelah mengeras. Beton segar yang baik ialah

beton segar yang dapat diaduk, diangkut, dituang, dipadatkan, tidak ada kecenderungan untuk terjadi segregasi (pemisahan kerikil dari adukan) maupun *bleeding* (pemisahan air dan semen dari adukan). Hal ini karena segregasi maupun *bleeding* mengakibatkan beton yang diperoleh akan jelek.

Tiga hal penting yang perlu diketahui dari sifat-sifat beton segar, yaitu: kemudahan pengerjaan (*workability*), pemisahan kerikil (*segregation*), pemisahan air (*bleeding*)

2.4.1 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*). Ada 3 pengertian disini, yaitu kompaktilitas, mobilitas dan stabilitas.

- a. Kompaktilitas: kemudahan mengeluarkan udara dan pepadatan.
- b. Mobilitas: kemudahan mengisi acuan dan membungkus tulangan.

Beton dengan mobilitas yang baik umumnya mempunyai kompaktilitas yang baik pula. Jadi umumnya cukup mengandalkan mobilitas.

- c. Stabilitas: kemampuan untuk tetap menjadi massa homogen tanpa pemisahan.
- d. pemisahan.

Unsur-unsur yang mempengaruhi *workability* yaitu :

1. Jumlah air pencampur.

Semakin banyak air yang dipakai makin mudah beton segar itu dikerjakan (namun jumlahnya tetap diperhatikan agar tidak terjadi segregasi)

2. 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.

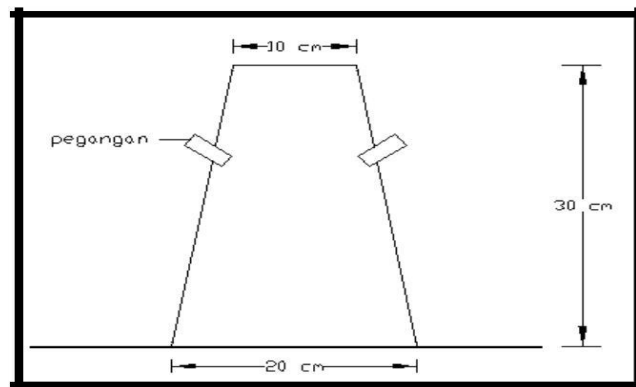
3. Gradasi campuran pasir dan kerikil.

Agregat berbentuk bulat-bulat lebih mudah untuk dikerjakan.

5. 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. Percobaan ini menggunakan corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya, 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 2.2 Kerucut Abrams

2.4.2 Pemisahan Air (*Bleeding*)

Perdarahan sering terjadi setelah beton dituang dalam acuan. Bisa dilihat dengan terbentuknya lapisan air pada permukaan beton. Karena berat jenis semen lebih dari 3 kali berat jenis air maka butir semen dalam pasta, terutama yang cair, cenderung turun. Pada beton yang normal dengan konsistensi yang cukup, bleeding terjadi secara bertahap dengan rembesan seragam pada seluruh permukaan. Namun pada campuran yang kurus (*lean*) dan basah, akan membentuk saluran sehingga air bisa mengalir dengan cukup cepat untuk mengangkut butir semen halus ke atas.

Perdarahan bisa dikurangi dengan menambah semen, memakai semen dengan butir halus, atau menambah pengisi halus (*filler*) seperti pozzolan. Sayangnya semua upaya di atas akan menambah susut pengeringan dan retak. Yang paling efektif adalah dengan mengurangi air sambil mempertahankan kelecakan dengan memakai air entrainment. (Paul Nugraha, Antoni, 2007)

2.5 Sifat-sifat beton keras

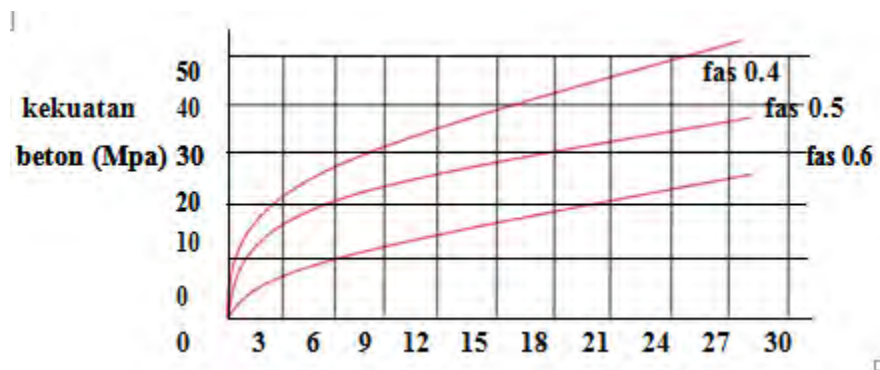
Sifat-sifat beton yang telah mengeras mempunyai arti yang penting selama masa pemakaiannya. Sifat-sifat penting dari beton yang telah mengeras antara lain: kekuatan tekan beton dan kekuatan tarik belah beton.

Perilaku mekanik beton keras merupakan kemampuan beton di dalam memikul beban pada struktur bangunan. Kinerja beton keras yang baik ditunjukkan oleh kuat tekan beton yang tinggi, kuat tarik yang lebih baik, perilaku yang lebih daktail, kekedapan air dan udara, ketahanan terhadap sulfat dan klorida, penyusutan rendah dan keawetan jangka panjang. Faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kekuatan beton ialah :

1. Faktor air semen dan kepadatan

Semakin rendah nilai faktor air semen semakin tinggi kuat tekan betonnya, namun kenyataannya pada suatu nilai faktor air semen tertentu semakin rendah nilai faktor air semen kuat tekan betonnya semakin rendah pula, hal ini karena jika faktor air semen terlalu rendah adukan beton sulit dipadatkan. Dengan demikian ada suatu nilai faktor air semen tertentu (optimum) yang menghasilkan kuat tekan beton maksimum.

Kepadatan adukan beton sangat mempengaruhi kuat tekan betonnya setelah mengeras. Untuk mengatasi kesulitan pemadatan adukan beton dapat dilakukan dengan cara pemadatan dengan alat getar (*vibrator*) atau dengan memberi bahan kimia tambahan (*chemical admixture*) yang bersifat mengencerkan adukan beton sehingga lebih mudah dipadatkan.



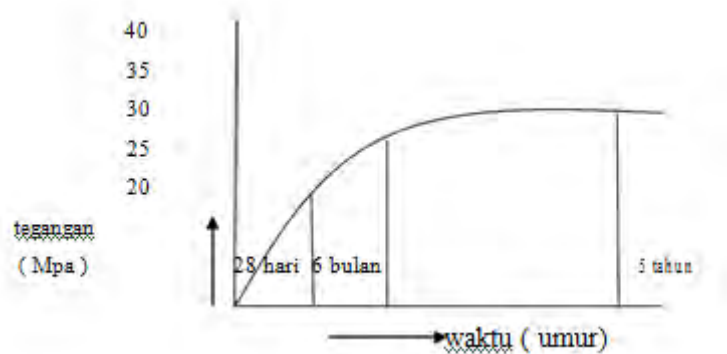
Gambar 2.3 Hubungan antara faktor air semen dengan kekuatan beton selama masa perkembangannya

Sumber : (Tri Mulyono, 2003)

2. Umur beton

Kekuatan tekan beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Biasanya nilai kuat tekan ditentukan pada waktu beton mencapai umur 28 hari. Kekuatan beton akan

naik secara cepat (linear) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya tidak terlalu signifikan (Gambar 2.3). Umumnya pada umur 7 hari kuat tekan mencapai



65% dan pada umur 14 hari mencapai 88% - 90% dari kuat tekan umur 28 hari.

Gambar 2.4 Perkiraan Kuat tekan beton pada berbagai umur

3. Jenis semen

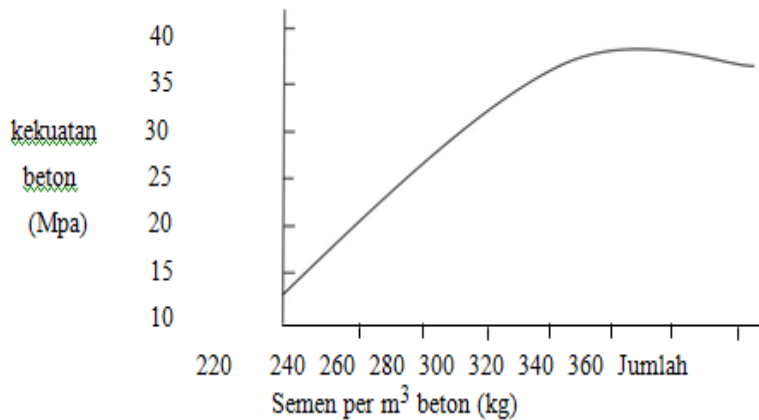
Semen Portland yang dipakai untuk struktur harus mempunyai kualitas tertentu yang telah ditetapkan agar dapat berfungsi secara efektif.

Jenis Portland semen yang digunakan ada 5 jenis yaitu : I, II, III, IV, V. Jenis- jenis semen tersebut mempunyai laju kenaikan kekuatan yang berbeda.

4. Jumlah semen

Jika faktor air semen sama (*slump* berubah), beton dengan jumlah kandungan semen tertentu mempunyai kuat tekan tertinggi sebagaimana tampak pada Gambar 2.5. Pada jumlah semen yang terlalu sedikit berarti jumlah air juga sedikit sehingga adukan beton sulit dipadatkan yang mengakibatkan kuat tekan beton rendah. Namun jika jumlah semen berlebihan berarti jumlah air juga berlebihan sehingga beton mengandung banyak pori yang mengakibatkan kuat tekan beton rendah. Jika nilai

slump sama (fas berubah), beton dengan kandungan semen lebih banyak mempunyai kuat tekan lebih tinggi.



Gambar 2.5 Pengaruh jumlah semen terhadap kuat tekan beton pada faktor air semen sama

Sumber:(Kardiyono, 1998)

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton ialah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya. Permukaan yang halus pada kerikil dan kasar pada batu pecah berpengaruh pada lekatan dan besar tegangan saat retak-retak beton mulai terbentuk. Oleh karena itu kekasaran permukaan ini berpengaruh terhadap bentuk kurva tegangan-regangan tekan dan terhadap kekuatan betonnya. Akan tetapi bila adukan beton nilai *slump* nya sama besar, pengaruh tersebut tidak tampak karena agregat yang permukaannya halus memerlukan air lebih sedikit, berarti fas nya rendah yang menghasilkan kuat tekan beton lebih tinggi.

3. Jenis Campuran

Jenis campuran beton akan mempengaruhi kuat tekan beton. Jumlah pasta semen harus cukup untuk melumasi seluruh permukaan butiran agregat dan mengisi

rongga-rongga diantara agregat sehingga dihasilkan beton dengan kuat tekan yang diinginkan.

4. Perawatan (*curing*)

Untuk memperoleh beton dengan kekuatan seperti yang diinginkan, maka beton yang masih muda perlu dilakukan perawatan dengan tujuan agar proses hidrasi pada semen berjalan dengan sempurna. Pada proses hidrasi semen dibutuhkan kondisi dengan kelembaban tertentu. Apabila beton terlalu cepat mengering, akan timbul retak-retak pada permukaannya. Retak-retak ini akan menyebabkan kekuatan beton turun, juga akibat kegagalan mencapai reaksi hidrasi kimiawi penuh.

5. Umur Beton

Kuat tekan beton mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton. Kuat tekan beton dianggap mencapai 100 % setelah beton berumur 28 hari. Menurut SNI T-15-1991, perkembangan kekuatan beton dengan bahan pengikat PC type 1 berdasarkan umur beton disajikan pada Tabel 2.6 sebagai berikut.

Tabel 2.6 Perkembangan Kekuatan Beton dengan bahan pengikat PC type 1

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
PC Type 1	0.44	0.65	0.88	0.95	1.0	-	-

Sumber : SNI-2834-2000

2.6 Uji peredaman suara

Kebisingan merupakan suara yang tidak dikehendaki, kebisingan yaitu bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan atau semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran. peredam suara adalah *bahan* yang dapat mengurangi kebocoran *suara* di sebuah ruangan.

Uji peredaman suara atau uji kebisingan ini dilakukan dengan menggunakan alat impedance tube dengan ASTM 1050, ISO 10543-2:1998.

Sumber kebisingan dalam pengendalian kebisingan lingkungan dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu:

a) Bising *interior*

Bising yang berasal dari manusia, alat-alat rumah tangga atau mesin mesin gedung yang antara lain disebabkan oleh radio, televisi, alat-alat musik, dan juga bising yang ditimbulkan oleh mesin-mesin yang ada digedung tersebut seperti kipas angin, motor kompresor pendingin, pencuci piring dan lain-lain.

b) Bising *eksterior*,

Bising yang dihasilkan oleh kendaraan transportasi darat, laut, maupun udara, dan alat-alat konstruksi. Sifat suatu kebisingan ditentukan oleh intensitas suara, frekuensi suara, dan waktu terjadinya kebisingan.

Reduksi Faktor-Faktor alami penyebab kebisingan, yakni :

a) Jarak

Gelombang bunyi memerlukan waktu untuk merambat. Dalam kasus di permukaan bumi, gelombang bunyi merambat melalui udara. Dalam perjalanannya, gelombang bunyi akan mengalami penurunan intensitas karena gesekan dengan udara.

b) Serapan Udara

Udara mempunyai massa. Udara mengisi ruang kosong diatas bumi dan digunakan oleh suara untuk merambat. Namun adanya udara juga sebagai penghambat gelombang suara. Gelombang suara akan mengalami gesekan dengan udara. Udara yang kering akan lebih menyerap udara daripada udara lembab, karena adanya uap air akan memperkecil gesekan antara gelombang bunyi dengan massa udara. udara yang bersuhu rendah akan lebih menyerap suara daripada udara bersuhu tinggi, karena suhu rendah membuat udara menjadi lebih rapat sehingga gesekan terhadap gelombang bunyi akan lebih besar.

c) Angin

Arah angin akan mempengaruhi besarnya frekuensi bunyi yang diterima oleh pendengar. Arah angin yang menuju pendengar akan mengakibatkan suara terdengar lebih keras, begitu juga sebaliknya.

d) Permukaan Bumi

Permukaan bumi yang berupa tanah dan rumput, merupakan barrier yang sangat alami. Suara yang datang akan terserap langsung. Sebaliknya, permukaan yang tertutup aspal jalan atau konblok akan langsung memantulkan bunyi.

Bahan peredam suara untuk mengurangi kebisingan dapat menggunakan bahan-bahan jadi yang sudah ada ataupun membuatnya sendiri, diantara bahan-bahan yang sudah ada tersebut antara lain adalah bahan berpori, resonator dan panel (Lee, 2003), sementara material yang sering digunakan adalah *glasswool* dan *rockwool*, namun dapat juga diganti dengan gabus maupun bahan yang berkomposisi serat.

Kualitas dari bahan peredam suara ditunjukkan dengan harga α (koefisien penyerapan bahan terhadap bunyi), semakin besar α maka semakin baik digunakan sebagai peredam suara. Nilai α berkisar antara 0 sampai 1, jika α bernilai 0, artinya tidak ada bunyi yang diserap, sedangkan jika α bernilai 1 artinya 100% bunyi yang datang diserap oleh bahan.

Material komposit alami (*indigenous materials*) seperti serat batang kelapa sawit (*oil palm frond fiber*), sekam padi (*rice husk*), serabut kelapa (*coconut fiber*), eceng gondok (*eichhornia crassipes*), dan serat nenas mempunyai potensi komersial yang sangat baik untuk dimanfaatkan sebagai material pengganti komposit serat kaca (*glass fiber*). Hal ini dikarenakan harga yang relative rendah, proses yang sederhana dan juga jumlahnya yang melimpah di sekitar lingkungan kita

Serat-serat yang telah digunakan dan diteliti untuk meredam kebisingan (bunyi) antara lain serat bamboo, serabut kelapa. Dalam penelitian ini menggunakan serabut kelapa sebagai tambahan di dalam campuran beton sebagai benda uji pada uji peredaman suara atau kebisingan.

Pengurangan kebisingan pada sumber suara dapat dilakukan dengan memodifikasi mesin atau menempatkan peredam pada sumber bising. Pengurangan kebisingan pada media transmisi dapat dilakukan dengan modifikasi ruangan dan

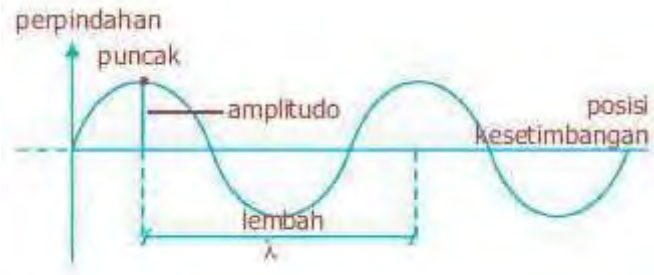
penyusunan panel-panel partisi absorber yang baik antara sumber bising dan manusia. Pengendalian kebisingan pada penerima dilakukan dengan memproteksi telinga.

Salah satu metode reduksi bising seperti yang telah disebutkan di atas adalah dengan menggunakan bahan penyerap suara/absorber. Penggunaan material absorber menjadi solusi paling baik dalam penerapan metode pengendalian bising. Selama ini panel penyerap suara yang dikembangkan menggunakan serat absorber sintetis yang diimpor sehingga harganya menjadi mahal. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengembangkan material absorber yang mempunyai kualitas baik dengan bahan baku yang terbuat dari serat alami dan tersedia melimpah di sekeliling kita. Karakteristik akustik dan mekanis suatu material komposit dapat diketahui dengan melakukan suatu pengujian.

Pengujian akustik suatu material merupakan suatu proses untuk menentukan sifat-sifat akustik, yang berupa koefisien penyerapan, refleksi, impedansi, dan *transmission loss* suara. Untuk menghasilkan produk yang rendah bising maka pengujian karakteristik akustik suatu material menjadi langkah utama dalam menentukan karakteristik akustik suatu bahan. Metode yang dapat digunakan untuk menentukan sifat akustik dari bahan komposit adalah pengujian/penelitian dengan menggunakan tabung impedansi.

2.6.1 Karakteristik Gelombang Bunyi

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



Gambar 2.6 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 penemuannya. 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 (λ). 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% O₂, dan sisanya CO₂ 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).

2.6.2. Akustika

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.

2.6.3. 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 (α). 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 (α) 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.

2.7 Bahan Tambahan

2.7.1 Umum

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama percampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya.

Admixture atau bahan tambah yang didefinisikan dalam *Standard Definitions of terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates* (ASTM C.125-1995:61) dan dalam *Cement and Concrete Terminology* (ACI SP-19) adalah sebagai material selain air, agregat dan semen hidrolik yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, mempercepat pengerasan, menambah kuat tekan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energy.

Bahan tambah biasanya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan harus dengan pengawasan yang ketat agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton.

Di Indonesia bahan tambah telah banyak dipergunakan. Manfaat dari penggunaan bahan tambah ini perlu dibuktikan dengan menggunakan bahan agregat dan jenis semen yang sama dengan bahan yang akan dipakai di lapangan. Dalam hal ini bahan yang dipakai sebagai bahan tambah harus memenuhi ketentuan yang

diberikan oleh SNI. Untuk bahan tambah yang merupakan bahan tambah kimia harus memenuhi syarat yang diberikan dalam ASTM C.494, “*Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete*”.

2.7.2 Alasan Penggunaan Bahan Tambahan

Penggunaan bahan tambahan harus didasarkan pada alasan-alasan yang tepat misalnya untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu pada beton. Pencapaian kekuatan awal yang tinggi, kemudahan pekerjaan, menghemat harga beton, memperpanjang waktu pengerasan dan pengikatan, mencegah retak dan lain sebagainya. Para pemakai harus menyadari hasil yang diperoleh tidak akan sesuai dengan yang diharapkan pada kondisi pembuatan beton dan bahan yang kurang baik.

Keuntungan penggunaan bahan tambah pada sifat beton, antara lain :

- a. Pada beton segar (*fresh concrete*)
 - Memperkecil faktor air semen
 - Mengurangi penggunaan air.
 - Mengurangi penggunaan semen.
 - Memudahkan dalam pengecoran.
 - Memudahkan *finishing*.
- b. Pada beton keras (*hardened concrete*)
 - Meningkatkan mutu beton
 - Kedap terhadap air (*low permeability*).
 - Meningkatkan ketahanan beton (*durability*).
 - Berat jenis beton meningkat.

2.7.3 Perhatian Penting dalam Penggunaan Bahan Tambahan

Penggunaan bahan tambah di lapangan sering menimbulkan masalah-masalah tidak terduga yang tidak menguntungkan, karena kurangnya pengetahuan tentang interaksi antara bahan tambahan dengan beton. Untuk mengurangi dan mencegah hal yang tidak terduga dalam penggunaan bahan tambah tersebut, maka penggunaan bahan tambah dalam sebuah campuran beton harus dikonfirmasi dengan standar yang berlaku dan yang terpenting adalah memperhatikan dan mengikuti petunjuk dalam manualnya jika menggunakan bahan “paten” yang diperdagangkan.

a. Mempergunakan bahan tambahan sesuai dengan spesifikasi ASTM (*American Society for Testing and Materials*) dan ACI (*American Concrete International*).

- Pengaruh pentingnya bahan tambahan pada penampilan beton.
 - Pengaruh samping (*side effect*) yang diakibatkan oleh bahan tambahan. Banyak bahan tambahan mengubah lebih dari satu sifat beton, sehingga kadang-kadang merugikan.
 - Sifat-sifat fisik bahan tambahan.
 - Konsentrasi dari komposisi bahan yang aktif, yaitu ada tidaknya komposisi bahan yang merusak seperti klorida, sulfat, sulfide, fosfat, juga nitrat dan amoniak dalam bahan tambahan.
 - Bahaya yang terjadi terhadap pemakai bahan tambahan.
 - Kondisi penyimpanan dan batas umur kelayakan bahan tambahan.
- misalnya FAS, tipe dan gradasi agregat, tipe dan lama pengadukan.

b. Mengikuti petunjuk yang berhubungan dengan dosis pada brosur dan melakupengujian untuk mengontrol pengaruh yang didapat. Biasanya percampuran bahan tambahan dilakukan pada saat percampuran beton. Karena kompleksnya sifat bahan tambahan beton terhadap beton, maka interaksi pengaruh bahan tambahan pada beton, khususnya interaksi pengaruh bahan tambahan pada semen sulit diprediksi. Sehingga diperlukan percobaan pendahuluan untuk menentukan pengaruhnya terhadap beton secara keseluruhan.

2.7.4 Bahan tambah lainnya

Untuk mencapai hasil ataupun mengetahui pengaruh dari penggunaan material Saat ini mulai dilakukan pengujian penambahan material – material tertentu. Bahan tersebut ditambahkan ke dalam campuran beton dengan berbagai tujuan, antara lain untuk mengurangi pemakaian semen, agregat halus maupun agregat kasar. Cara pemakaiannya pun berbeda-beda, sebagai bahan pengganti sebagian agregat atau sebagai tambahan pada campuran untuk mengurangi pemakaian agregat.

a) Serabut kelapa

Sabut kelapa merupakan bagian yang cukup besar dari buah kelapa, yaitu 35 % dari berat keseluruhan buah. Sabut kelapa terdiri dari serat dan gabus yang menghubungkan satu serat dengan serat lainnya. Serat adalah bagian yang berharga dari sabut. Setiap butir kelapa mengandung serat 525 gram (75 % dari sabut), dan gabus 175 gram (25 % dari sabut). Satu butir buah kelapa menghasilkan 0,4 kg sabut yang mengandung 30% serat. Komposisi kimia sabut kelapa terdiri atas selulosa, lignin, pyroligneous acid, gas, arang, ter, tannin, dan potasium (Rindengan et al.,

1995). Komposisi kimia sabut kelapa terdiri atas selulosa, lignin, pyroligneous acid, gas, arang, tannin, dan potasium.

Tabel 2.7 Komposisi Serat Serabut Kelapa

Parameter	Hasil Uji Komposisi (%)	Metode Uji
Kadar Abu	2.02	SNI 14-1031-1989
Kadar Lignin (Metode Klason)	31.48	SNI 14-0492-1990
Kadar Sari	3.41	SNI 14-1032-1989
Kadar Alfa Selulosa	32.64	SNI 14-0444-1989
Kadar Total Selulosa	55.34	Metoda Internal BBPK
Kadar Pentosan sebagai Hemiselulosa	22.70	SNI 01-1561-1989
Kelarutan dalam NaOH 1 %	20.48	SNI 19-1938-1990

Sumber : Sunario, 2008 dalam (Laboratorium Balai Besar Pulp dan Kertas

Dilihat sifat fisisnya sabut kelapa terdiri dari:

1. Seratnya terdiri dari serat kasar dan halus dan tidak kaku.
2. Mutu serat ditentukan dari warna dan ketebalan.
3. Mengandung unsur kayu seperti lignin, tannin dan zat lilin.

Selama ini pemanfaatan serat sabut kelapa hanya digunakan untuk industri rumah tangga sekala kecil. Misalnya baham pembuatan sapu, tali, keset dan alat-alat rumah tangga lainnya.

b). Limbah Karet

Cacahan karet ban merupakan salah satu bahan tambah ataupun pengganti pada agregat yang akhir –akhir ini mulai diteliti dampak penggunaannya terhadap campuran pada beton. Penggunaan cacahan karet ban ini dapat diperlakukan sebagai pengganti agregat kasar ataupun halus tergantung pada besar butiran cacahan karet yang digunakan.

c). Abu Kulit Gabah (Rice Husk Ash)

Kulit gabah dari penggilingan padi dapat digunakan sebagai bahan bakar dalam proses produksi. Kulit gabah terdiri dari 75% bahan mudah terbakar dan 25% berat akan berubah menjadi abu. Abu ini dikenal dengan dengan *Rice Husk Ash* (RHA) yang mempunyai kandungan silika reaktif sekitar 85 – 90%.

Untuk membuat abu kulit gabah menjadi silika reaktif yang dapat digunakan sebagai material pozzolan dalam beton maka diperlukan kontrol pembakaran yang baik. Temperatur pembakaran tidak boleh melebihi 800°C sehingga dapat dihasilkan RHA yang terdiri dari silika yang tidak terkristalisasi. Jika kulit gabah ini terbakar hingga suhu lebih dari 850°C maka akan menghasilkan abu yang sudah terkristalisasi menjadi arang dan tidak reaktif lagi sehingga tidak mempunyai sifat pozzolan..

d) Bahan serat

Selain limbah dan industri metal, bahan serat (fiber) dapat pula meningkatkan kinerja beton, yang dikenal dengan beton berserat. Disini serat berfungsi sebagai tulangan mikro yang melindungi beton dari keretakan, meningkatkan kuat tarik dan lentur secara tak langsung. Serat juga meningkatkan kekuatan tekan dan daktilitas beton, meningkatkan kekedapan beton, serta meningkatkan daya tahan beton terhadap

beban bertulang dan beban kejut. Sistem tulangan mikro yang terbuat dari serat-serat ini bekerja berdasarkan prinsip-prinsip mekanis, yaitu berdasar pada ikatan (*bond*) anatar serat dan beton, bukan secara kimiawi. Oleh karenanya, material komposit beton berserat akan menjadi bahan yang tak mudah retak.

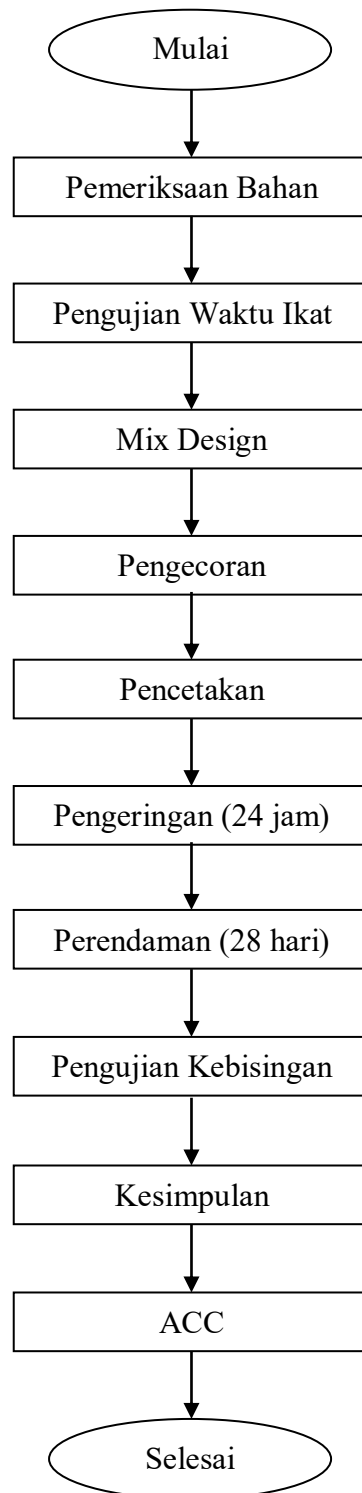
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kajian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Medan Area dan Laboratorium Noise / Vibration Program Magister Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara untuk pengujian kebisingan. Secara umum urutan tahap penelitian ini meliputi :

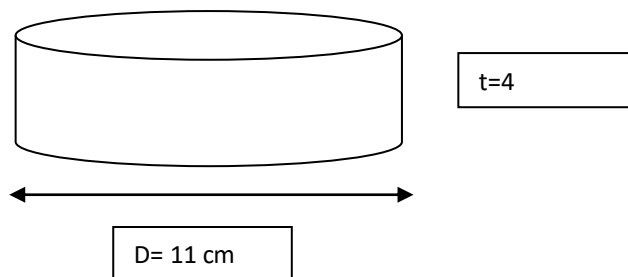
- a. Penyediaan bahan penyusun beton.
- b. Pemeriksaan bahan.
- c. Pengujian waktu ikat semen.
- d. Perencanaan campuran beton (*Mix Design*).
- e. Pembuatan benda uji.
- f. Pencetakan dengan 3 variasi persentase serat serabut kelapa yang telah ditentukan
- g. Pengeringan beton dengan campuran sabut kelapa (selama 24 jam)
- h. Perendaman (28 hari)
- i. Pengujian kebisingan beton setelah 28 hari
- j. Menganalisis hasil data yang di dapat
- k. Selesai



Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Beton

Variasi persentase serabut kelapa yang digunakan adalah 0%, 10%, 20% dan . Untuk mengetahui nilai serap bising beton maka dibuat benda uji berbentuk

silinder diameter 11 cm dan tebal bervariasi mulai dari 4 cm masing-masing sebanyak 5 pcs benda uji . Setelah umur beton 24 jam, cetakan silinder dibuka dan mulai dilakukan pengeringan, Sampai betul- betul kering (24 Jam) , sehingga benda uji siap untuk di uji di Laboratorium Noise & Vibration Control, Teknik Mesin Universitas Sumatera utara (USU).



Gambar 3.2 Contoh sampel penelitian

3.2 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. Serabut yang digunakan diambil dari Pajak sukarama Medan.
- e. .Timbangan.
- f. Pipa Paralon

Serat serabut kelapa adalah bahan utama pada penelitian ini. Pemilihan Serat serabut kelapa, karena mempunyai kekerasan yang lebih bagus dan ketersediannya melimpah, serabut kelapa dipotong kecil 1cm, sehingga lebih

mudah untuk membuat spesimen dan terlihat rapi. Sedangkan bahan lainnya adalah Semen portland type 1, pasir dan air.

3.2.1 Pembuatan Cetakan Peredam Bunyi

Cetakan peredam suara yang digunakan untuk pembuatan beton yang bisa meredam suara yang digunakan adalah pipa pvc berdiameter 11 cm , mengikuti alat pengetesan uji kedap suara (noise absorption) yaitu impedance tube, impedance tube berbentuk silinder berdiameter 11 cm. Pipa dipotong menggunakan gergaji dengan ukuran tebal 4cm.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian ini didasari oleh penelitian sebelumnya oleh Lambok Simanjuntak pada tugas ahirnya “Pemanfaatan Serat Serabut Kelapa Sebagai Dinding Akustik Partisi pada tahun 2017 dimana percobaannya memiliki variasi campuran serat serabut kelapa 0%, 7% dan 15% dari berat material sampel dengan diameter 11 dan tebal 5 cm.

Pada penelitian ini akan dibuat dengan campuran serabut kelapa 0%, 10% dan 20% dengan diameter 11 dan tebal 4 cm. Serat serabut kelapa yang digunakan pada penelitian ini adalah serat kelapa yang di cacah sepanjang 1 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. Dan pemasangan serat pada benda uji adalah dilentangkan memanjang di lapisan tengah dari pada benda uji.

3.3.1 Prosedur Pembuatan Benda Uji Beton Ringan

Prosedur pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Siapkan semua bahan bahan untuk pembuatan benda uji
2. Lalu Pasir, dan serat serabut kelapa yang sudah dikeringkan dan dicacah sembarang di timbang sesuai mix design yang sudah direncanakan
3. Sebelum pengecoran dilakukan pemotongan pipa paralon diameter 11 dan tebal 5 cm
4. Lalu proses pengecoran ke dalam pipa yang sudah dibuat
5. Setelah beton mengering , beton di keluarkan dari pipa kemudian ditimbang
6. Kemudian dilakukan curing (perawatan pada beton) selama 28 hari

3.3.2 Prosedur Pengujian Kedap Suara

Prosedur pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Siapkan semua peralatan uji dengan diatur sesuai gambar set up peralatan pengujian.
2. Masukkan spesimen uji dalam tabung impedansi, yaitu ditengah ruang uji dengan posisi tegak lurus terhadap arah ruang tabung.
3. Hubungkan Arduino ke port USB pada Laptop lalu buka Software PLX-DAQ untuk menganalisis sinyal.
4. Untuk membangkitkan sinyal bunyi dihubungkan dengan USB ke laptop menggunakan alat Function Generator

5. Atur frekuensi pada Function Generator dimulai dari frekuensi 500Hz terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan frekuensi 1000Hz, 1500Hz, dan 2000 Hz.
6. Lalu Klik connect untuk mendapatkan data dari range 1-100
7. Kemudian klik disconnect untuk Logging data. Data grafik akan otomatis tersimpan dalam drive (D:) pada laptop.
8. Hitung nilai koefisien serap bunyi dengan rumus:

$$\alpha = 1 - \frac{p1}{p2}$$

9. Masukkan data yang telah dihitung ke dalam tabel dan di plot ke dalam bentuk grafik agar dapat melihat perbandingan koefisien serap bunyi pada frekuensi yang berbeda dan pada masing-masing sampel.

3.3.3 Job mix

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.

Tabel 3.1 Variasi campuran material pada benda uji percobaan kedad suara

Spesimen	Persentase Cocofyber(%)
I	0
II	10
III	20

Dalam menentukan campuran beton dalam hal ini ditentukan dengan metode pencampuran dengan metode perbandingan volume wadah dengan volume

semen, volume pasir, volume serabut kelapa dan faktor air semen. Sebelum melakukan pencetakan terlebih dahulu dicari massa jenis dari setiap benda yang dicampurnya yaitu berat jenis pasir = 1400 kg/ m³, berat jenis semen = 3100 kg/m³, berat jenis air = 1000 kg/m³ dan berat jenis serabut kelapa adalah 0,034 gr/cm³.

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 dalam perbandingan berat, yang didasarkan Oleh perhitungan Volume benda uji yang mengikuti besar cetakan yaitu:

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

$$V = 3,14 \times 5,5^2 \times 4$$

$$V = 379,95 \text{ m}^3$$

Komposisi campuran beton yang digunakan adalah

1. Variasi I 0% (Semen 20% : Pasir 80% : Serabut kelapa 0%) dengan faktor air semen 0,35 adalah

- Untuk berat semen yang dibutuhkan untuk 1 wadah :

$$\text{Dimana } 20\% \text{ dari Volume Wadah} = 20\% \times 379,95 = 76 \text{ cm}^3$$

$$\text{Jadi berat yang dibutuhkan x berat jenis semen} = 76 \text{ cm}^3 \times 3,1 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 235,6 \text{ gr}$$

- Untuk pasir yang dibutuhkan untuk 1 wadah :

$$\text{Dimana } 80\% \text{ dari volume wadah} = 80\% \times 379,95 \text{ cm}^3$$

$$= 303,96 \text{ cm}^3$$

$$\text{Jadi berat yang dibutuhkan Pasir} = 303,96 \text{ cm}^3 \times \text{Berat jenis}$$

$$= 303,96 \text{ cm}^3 \times 1,4 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 425,54 \text{ gr}$$

- Untuk berat serabut kelapa yang dibutuhkan untuk 1 wadah:

$$\text{Dimana } 0\% \text{ dari volume wadah} = 0\% \times 379,95 \text{ cm}^3$$

$$= 0$$

- Untuk faktor air semen yang dibutuhkan adalah 35 %

$$\text{Dimana } 35\% \text{ dari volume wadah} = 35\% \times 379,95 \text{ cm}^3$$

$$= 132,10 \text{ cm}^3$$

$$\text{Jadi berat yang dibutuhkan} = 132,10 \text{ cm}^3 \times \text{berat jenis air}$$

$$= 132,10 \text{ cm}^3 \times 1 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 132,10 \text{ gr}$$

Jadi jumlah total berat campuran untuk variasi 0% (semen + Pasir

$$\text{+ serabut) = } 235,60 \text{ gr} + 425,24 \text{ gr} + 0 \text{ gr} + 132,10 = 792,94 \text{ gr}$$

2. Variasi II 10% (Semen 20% : Pasir 73% : Serabut kelapa 10%) dengan faktor air semen 0,35 adalah

- Untuk berat semen yang dibutuhkan untuk 1 wadah :

$$\text{Dimana } 20\% \text{ dari Volume Wadah} = 20\% \times 379,95 = 76 \text{ cm}^3$$

$$\text{Jadi berat yang dibutuhkan x berat jenis semen} = 76 \text{ cm}^3 \times 3,1 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 235,6 \text{ gr}$$

- Untuk pasir yang dibutuhkan untuk 1 wadah :

$$\text{Dimana } 73\% \text{ dari volume wadah} = 73\% \times 379,95 \text{ cm}^3$$

$$= 277,36 \text{ cm}^3$$

$$\text{Jadi berat yang dibutuhkan Pasir} = 277,36 \text{ cm}^3 \times \text{Berat jenis}$$

$$= 277,36 \text{ cm}^3 \times 1,4 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 388,30 \text{ gr}$$

- Untuk berat serabut kelapa yang dibutuhkan untuk 1 wadah:

$$\begin{aligned} \text{Dimana 10\% dari volume wadah} &= 10 \% \times 379,95 \text{ cm}^3 \\ &= 38 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi berat yang dibutuhkan} &= 38 \text{ cm}^3 \times \text{berat jenis} \\ &= 36,57 \text{ cm}^3 \times 0,034 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 1,29 \text{ gr} \end{aligned}$$

- Untuk faktor air semen yang dibutuhkan adalah 35 %

$$\begin{aligned} \text{Dimana 35\% dari volume wadah} &= 35\% \times 379,95 \text{ cm}^3 \\ &= 132,10 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi berat yang dibutuhkan} &= 132,10 \text{ cm}^3 \times \text{berat jenis air} \\ &= 132,10 \text{ cm}^3 \times 1 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 132,10 \text{ gr} \end{aligned}$$

Jadi jumlah total berat campuran untuk variasi 10% (semen + Pasir

$$\text{+ serabut) = 235,60 gr + 388,30 gr + 38 gr + 132,10 gr = 794 gr}$$

3. Variasi III 20% (Semen 20% : Pasir 60% : Serabut kelapa 20%) dengan faktor air semen 0,35 adalah

- Untuk berat semen yang dibutuhkan untuk 1 wadah :

$$\text{Dimana 20\% dari Volume Wadah} = 20\% \times 379,95 = 76 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi berat yang dibutuhkan x berat jenis semen} &= 76 \text{ cm}^3 \times 3,1 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 235,6 \text{ gr} \end{aligned}$$

- Untuk pasir yang dibutuhkan untuk 1 wadah :

$$\text{Dimana 60\% dari volume wadah} = 60\% \times 379,95 \text{ cm}^3$$

$$= 227,97 \text{ cm}^3$$

$$\text{Jadi berat yang dibutuhkan Pasir} = 227,97 \text{ cm}^3 \times \text{Berat jenis}$$

$$= 227,97 \text{ cm}^3 \times 1,4 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 319,15 \text{ gr}$$

- Untuk berat serabut kelapa yang dibutuhkan untuk 1 wadah:

$$\text{Dimana } 20\% \text{ dari volume wadah} = 20\% \times 379,95 \text{ cm}^3$$

$$= 78$$

$$\text{Jadi berat yang dibuthkan} = 78 \text{ cm}^3 \times \text{berat jenis}$$

$$= 78 \text{ cm}^3 \times 0,034 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 2,65 \text{ gr}$$

- Untuk faktor air semen yang dibutuhkan adalah 35 %

$$\text{Dimana } 35\% \text{ dari volume wadah} = 35\% \times 379,95 \text{ cm}^3$$

$$= 132,10 \text{ cm}^3$$

$$\text{Jadi berat yang dibutuhklan} = 132,10 \text{ cm}^3 \times \text{berat jenis air}$$

$$= 132,10 \text{ cm}^3 \times 1 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 132,10 \text{ gr}$$

Jadi jumlah total berat campuran untuk variasi 20% (semen + Pasir

$$\text{+ serabut) = } 235,60 \text{ gr} + 319,15 \text{ gr} + 78 \text{ gr} + 132,10 \text{ gr} = 765 \text{ gr}$$

Tabel 3.2 Hasil Variasi campuran material pada uji percobaan kedap suara

No	Variasi	Semen	Pasir	Serabut	Air	Total
	Campuran	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)
1	Campuran 0 %	235,6	425,24	0	1322	1089,01
2	Campuran 10 %	235,6	388,30	1,29	1322	1041,05

3	Campuran 20 %	235,6	319,15	2,65	1322	983,96
---	---------------	-------	--------	------	------	--------

Sumber: Hasil penelitian, 2020

Jumlah air untuk campuran beton pada umumnya dihitung berdasarkan nilai perbandingan antara berat air dan berat semen portland pada campuran adukan, dan pada peraturan beton Indonesia (PBI 1971) dikenal dengan istilah faktor air semen yang disingkat fas, sedangkan peraturan pengganti(SNI 03-2847-2002) disebut rasio air semen yang disingkat ras atau water cement ratio(wcr), dalam buku Ali Asroni.2010, Balok dan Pelat Beton Bertulang mencari fas dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{fas atau ras} &= \frac{\text{Berat air pada campuran beton}}{\text{Berat semen pada campuran beton}} \\
 &= \frac{132}{235,6} = 0,560
 \end{aligned}$$

Dimana dalam penentuan fas dalam penelitian ini memenuhi syarat standarisasi yang tercantum dalam PBI 197 hlm 36, pada sub bab 4.4 kekentalan adukan beton, pada tabel 4.3.4 menyatakan beton diluar ruangan bangunan terlindung dari hujan dan terik matahari langsung, jumlah air semen minimum per m³ beton (kg) adalah 275 dengan nilai faktor air semen maksimum 0,60 adalah direncanakan dalam penelitian ini 0,62 gr/cm³ jumlah semen > 0,275 gr/cm³ semen minimum dengan fas adalah 0,56.

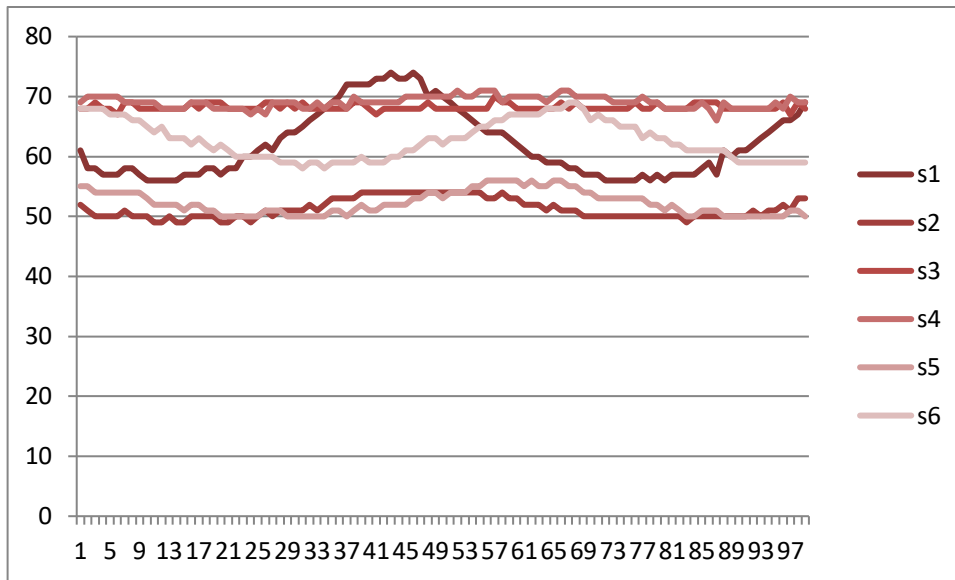
DAFTAR PUSTAKA

- Anonim , 2002 , SK SNI 03-2847-2002 , *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standar Nasional , Jakarta.
- Dipohusodo , Istimawan , 1999 , *Struktur Beton Bertulang*, PT.Gramedia Pustaka Utama , Jakarta.
- Habudin, Christine Mayavani , 2006 , *Pengaruh Perawatan Terhadap Kuat Tekan dan Absorpsi beton K-300*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro , Semarang.
- 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).
- Lambok Simanjuntak,Nuril Mahda Rangkuti, 2018 , *Pemanfaatan Serat Serabut Kelapa Sebagai Dinding Akustik Partisi (Journal of Civil Engineering, Building and Transportation) (JCEBT, 2 (1) Maret 2018)*
- Leslie L Doelle dan Lea Prasetio. 1993. *Akustik Lingkungan*.Jakarta : Penerbit erlangga.
- Muklis dan Alexander Hendra , 2011 , *Kajian Kuat Tekan Beton (Compressive Strenght) pada beton dengan Campuran abu serabut kelapa* , Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang , Padang.
- Mulyono , Tri , 2003 , *Teknologi Beton* , Penerbit ANDI , Yogyakarta.
- Ph.D,Christina E. Mediastika.2005.*Akustik Bangunan(Prinsip-prinsip dan penerapannya Di Indonesia)*.Jakarta:Penerbit Erlangga.
- Setyawan , Adib , 2009, “ *Studi Pemanfaatan Pencampuran Jerami dan sabut Kelapa Sebagai Bahan dasar Sekat Absorsi Bunyi Antar Ruang di Kapal*”, Skripsi Program Sarjana Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh November , Surabaya.

Tabel 4.1 Nilai Absorsi Penambahan Serabut Kelapa 0 % Frekuensi 500 Hz

Computer Time	imer	Date	S1	S2	S3	S4	S5	S6			
11:29:09	5.70	23/11/2019	61	52	68	69	55	68	373	0.746	0.254
11:29:10	5.77	23/11/2019	58	51	68	70	55	68	370	0.74	0.26
11:29:10	5.80	23/11/2019	58	50	69	70	54	68	369	0.738	0.262
11:29:10	5.83	23/11/2019	57	50	68	70	54	68	367	0.734	0.266
11:29:10	5.87	23/11/2019	57	50	68	70	54	67	366	0.732	0.268
11:29:10	5.94	23/11/2019	57	50	67	70	54	67	365	0.73	0.27
11:29:10	5.97	23/11/2019	58	51	69	69	54	67	368	0.736	0.264
11:29:10	6.00	23/11/2019	58	50	69	69	54	66	366	0.732	0.268
11:29:10	6.04	23/11/2019	57	50	68	69	54	66	364	0.728	0.272
11:29:10	6.10	23/11/2019	56	50	68	69	53	65	361	0.722	0.278
11:29:10	6.14	23/11/2019	56	49	68	69	52	64	358	0.716	0.284
11:29:10	6.17	23/11/2019	56	49	68	68	52	65	358	0.716	0.284
11:29:10	6.20	23/11/2019	56	50	68	68	52	63	357	0.714	0.286
11:29:10	6.27	23/11/2019	56	49	68	68	52	63	356	0.712	0.288
11:29:10	6.30	23/11/2019	57	49	68	68	51	63	356	0.712	0.288
11:29:10	6.34	23/11/2019	57	50	69	69	52	62	359	0.718	0.282
11:29:10	6.37	23/11/2019	57	50	68	69	52	63	359	0.718	0.282
11:29:10	6.44	23/11/2019	58	50	69	69	51	62	359	0.718	0.282
11:29:10	6.47	23/11/2019	58	50	69	68	51	61	357	0.714	0.286
11:29:10	6.51	23/11/2019	57	49	69	68	50	62	355	0.71	0.29
11:29:10	6.54	23/11/2019	58	49	68	68	50	61	354	0.708	0.292
11:29:10	6.61	23/11/2019	58	50	68	68	50	60	354	0.708	0.292
11:29:10	6.64	23/11/2019	60	50	68	68	50	60	356	0.712	0.288
11:29:10	6.67	23/11/2019	60	49	68	67	50	60	354	0.708	0.292
11:29:10	6.71	23/11/2019	61	50	68	68	50	60	357	0.714	0.286
11:29:11	6.77	23/11/2019	62	51	69	67	51	60	360	0.72	0.28
11:29:11	6.81	23/11/2019	61	50	69	69	51	60	360	0.72	0.28
11:29:11	6.84	23/11/2019	63	51	68	69	51	59	361	0.722	0.278
11:29:11	6.88	23/11/2019	64	51	69	69	50	59	362	0.724	0.276
11:29:11	6.94	23/11/2019	64	51	68	69	50	59	361	0.722	0.278
11:29:11	6.98	23/11/2019	65	51	69	68	50	58	361	0.722	0.278
11:29:11	7.01	23/11/2019	66	52	68	68	50	59	363	0.726	0.274
11:29:11	7.04	23/11/2019	67	51	68	69	50	59	364	0.728	0.272
11:29:11	7.11	23/11/2019	68	52	68	68	50	58	364	0.728	0.272
11:29:11	7.14	23/11/2019	69	53	68	69	51	59	369	0.738	0.262
11:29:11	7.18	23/11/2019	70	53	68	69	51	59	370	0.74	0.26
11:29:11	7.21	23/11/2019	72	53	68	68	50	59	370	0.74	0.26
11:29:11	7.28	23/11/2019	72	53	69	70	51	59	374	0.748	0.252
11:29:11	7.31	23/11/2019	72	54	69	69	52	60	376	0.752	0.248
11:29:11	7.35	23/11/2019	72	54	68	69	51	59	373	0.746	0.254
11:29:11	7.38	23/11/2019	73	54	67	69	51	59	373	0.746	0.254
11:29:11	7.45	23/11/2019	73	54	68	69	52	59	375	0.75	0.25
11:29:11	7.48	23/11/2019	74	54	68	69	52	60	377	0.754	0.246
11:29:11	7.51	23/11/2019	73	54	68	69	52	60	376	0.752	0.248
11:29:11	7.55	23/11/2019	73	54	68	70	52	61	378	0.756	0.244
11:29:11	7.61	23/11/2019	74	54	68	70	53	61	380	0.76	0.24
11:29:11	7.65	23/11/2019	73	54	68	70	53	62	380	0.76	0.24
11:29:11	7.68	23/11/2019	70	54	69	70	54	63	380	0.76	0.24
11:29:11	7.71	23/11/2019	71	54	68	70	54	63	380	0.76	0.24
11:29:12	7.78	23/11/2019	70	54	68	70	53	62	377	0.754	0.246
11:29:12	7.82	23/11/2019	69	54	68	70	54	63	378	0.756	0.244

11:29:12	7.85	23/11/2019	68	54	68	71	54	63	378	0.756	0.244
11:29:12	7.88	23/11/2019	67	54	68	70	54	63	376	0.752	0.248
11:29:12	7.95	23/11/2019	66	54	68	70	55	64	377	0.754	0.246
11:29:12	7.98	23/11/2019	65	54	68	71	55	65	378	0.756	0.244
11:29:12	8.02	23/11/2019	64	53	68	71	56	65	377	0.754	0.246
11:29:12	8.05	23/11/2019	64	53	70	71	56	66	380	0.76	0.24
11:29:12	8.12	23/11/2019	64	54	69	69	56	66	378	0.756	0.244
11:29:12	8.15	23/11/2019	63	53	69	70	56	67	378	0.756	0.244
11:29:12	8.18	23/11/2019	62	53	68	70	56	67	376	0.752	0.248
11:29:12	8.22	23/11/2019	61	52	68	70	55	67	373	0.746	0.254
11:29:12	8.29	23/11/2019	60	52	68	70	56	67	373	0.746	0.254
11:29:12	8.32	23/11/2019	60	52	68	70	55	67	372	0.744	0.256
11:29:12	8.35	23/11/2019	59	51	68	69	55	68	370	0.74	0.26
11:29:12	8.39	23/11/2019	59	52	68	70	56	68	373	0.746	0.254
11:29:12	8.45	23/11/2019	59	51	69	71	56	68	374	0.748	0.252
11:29:12	8.49	23/11/2019	58	51	68	71	55	69	372	0.744	0.256
11:29:12	8.52	23/11/2019	58	51	69	70	55	69	372	0.744	0.256
11:29:12	8.55	23/11/2019	57	50	68	70	54	68	367	0.734	0.266
11:29:12	8.62	23/11/2019	57	50	68	70	54	66	365	0.73	0.27
11:29:12	8.65	23/11/2019	57	50	68	70	53	67	365	0.73	0.27
11:29:12	8.69	23/11/2019	56	50	68	70	53	66	363	0.726	0.274
11:29:13	8.72	23/11/2019	56	50	68	69	53	66	362	0.724	0.276
11:29:13	8.79	23/11/2019	56	50	68	69	53	65	361	0.722	0.278
11:29:13	8.82	23/11/2019	56	50	68	69	53	65	361	0.722	0.278
11:29:13	8.86	23/11/2019	56	50	69	69	53	65	362	0.724	0.276
11:29:13	8.89	23/11/2019	57	50	68	70	53	63	361	0.722	0.278
11:29:13	8.96	23/11/2019	56	50	68	69	52	64	359	0.718	0.282
11:29:13	8.99	23/11/2019	57	50	69	69	52	63	360	0.72	0.28
11:29:13	9.02	23/11/2019	56	50	68	68	51	63	356	0.712	0.288
11:29:13	9.06	23/11/2019	57	50	68	68	52	62	357	0.714	0.286
11:29:13	9.12	23/11/2019	57	50	68	68	51	62	356	0.712	0.288
11:29:13	9.16	23/11/2019	57	49	68	68	50	61	353	0.706	0.294
11:29:13	9.19	23/11/2019	57	50	69	68	50	61	355	0.71	0.29
11:29:13	9.23	23/11/2019	58	50	69	69	51	61	358	0.716	0.284
11:29:13	9.29	23/11/2019	59	50	69	68	51	61	358	0.716	0.284
11:29:13	9.33	23/11/2019	57	50	69	66	51	61	354	0.708	0.292
11:29:13	9.36	23/11/2019	61	50	68	69	50	61	359	0.718	0.282
11:29:13	9.39	23/11/2019	60	50	68	68	50	60	356	0.712	0.288
11:29:13	9.46	23/11/2019	61	50	68	68	50	59	356	0.712	0.288
11:29:13	9.49	23/11/2019	61	50	68	68	50	59	356	0.712	0.288
11:29:13	9.53	23/11/2019	62	51	68	68	50	59	358	0.716	0.284
11:29:13	9.56	23/11/2019	63	50	68	68	50	59	358	0.716	0.284
11:29:13	9.63	23/11/2019	64	51	68	68	50	59	360	0.72	0.28
11:29:13	9.66	23/11/2019	65	51	68	69	50	59	362	0.724	0.276
11:29:13	9.70	23/11/2019	66	52	69	68	50	59	364	0.728	0.272
11:29:14	9.73	23/11/2019	66	51	67	70	51	59	364	0.728	0.272
11:29:14	9.80	23/11/2019	67	53	69	69	51	59	368	0.736	0.264
11:29:14	9.83	23/11/2019	69	53	68	69	50	59	368	0.736	0.264
12:29:14	0.83	23/11/2020	69	53	68	69	50	59	368	0.736	0.264

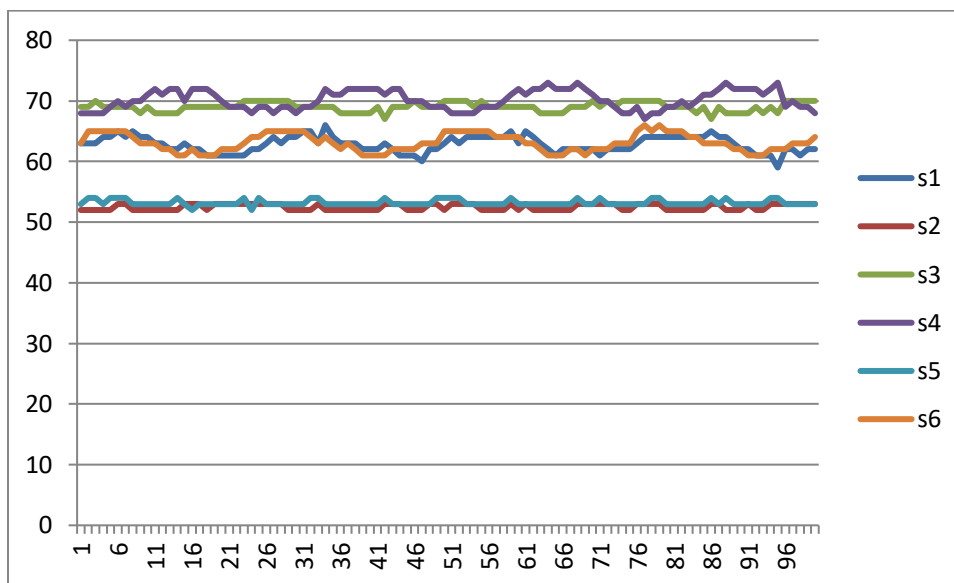


Tabel 4.2 Nilai Absorsi Penambahan Serabut Kelapa 0 % Frekuensi 1000 Hz

Computer Time	Timer	Date	S1	S2	S3	S4	S5	S6			
11:56:41	117.37	23/11/2019	63	52	69	68	53	63	368	0.368	0.632
11:56:41	117.50	23/11/2019	63	52	69	68	54	65	371	0.371	0.629
11:56:41	117.58	23/11/2019	63	52	70	68	54	65	372	0.372	0.628
11:56:42	117.66	23/11/2019	64	52	69	68	53	65	371	0.371	0.629
11:56:42	117.74	23/11/2019	64	52	69	69	54	65	373	0.373	0.627
11:56:42	117.82	23/11/2019	65	53	69	70	54	65	376	0.376	0.624
11:56:42	117.90	23/11/2019	64	53	69	69	54	65	374	0.374	0.626
11:56:42	117.98	23/11/2019	65	52	69	70	53	64	373	0.373	0.627
11:56:42	118.06	23/11/2019	64	52	68	70	53	63	370	0.37	0.63
11:56:42	118.14	23/11/2019	64	52	69	71	53	63	372	0.372	0.628
11:56:42	118.22	23/11/2019	63	52	68	72	53	63	371	0.371	0.629
11:56:42	118.30	23/11/2019	63	52	68	71	53	62	369	0.369	0.631
11:56:42	118.38	23/11/2019	62	52	68	72	53	62	369	0.369	0.631
11:56:42	118.45	23/11/2019	62	52	68	72	54	61	369	0.369	0.631
11:56:42	118.53	23/11/2019	63	53	69	70	53	61	369	0.369	0.631
11:56:42	118.61	23/11/2019	62	53	69	72	52	62	370	0.37	0.63
11:56:43	118.70	23/11/2019	62	53	69	72	53	61	370	0.37	0.63
11:56:43	118.78	23/11/2019	61	52	69	72	53	61	368	0.368	0.632
11:56:43	118.86	23/11/2019	61	53	69	71	53	61	368	0.368	0.632
11:56:43	118.94	23/11/2019	61	53	69	70	53	62	368	0.368	0.632
11:56:43	119.01	23/11/2019	61	53	69	69	53	62	367	0.367	0.633
11:56:43	119.09	23/11/2019	61	53	69	69	53	62	367	0.367	0.633
11:56:43	119.10	23/11/2019	61	53	70	69	54	63	370	0.37	0.63
11:56:43	119.10	23/11/2019	62	53	70	68	52	64	369	0.369	0.631
11:56:43	119.10	23/11/2019	62	53	70	69	54	64	372	0.372	0.628
11:56:43	119.11	23/11/2019	63	53	70	69	53	65	373	0.373	0.627
11:56:43	119.11	23/11/2019	64	53	70	68	53	65	373	0.373	0.627
11:56:43	119.12	23/11/2019	63	53	70	69	53	65	373	0.373	0.627
11:56:43	119.12	23/11/2019	64	52	70	69	53	65	373	0.373	0.627
11:56:43	119.12	23/11/2019	64	52	69	68	53	65	371	0.371	0.629

11:56:43	119.12	23/11/2019	65	52	69	69	53	65	373	0.373	0.627
11:56:43	119.13	23/11/2019	65	52	69	69	54	64	373	0.373	0.627
11:56:43	119.13	23/11/2019	63	53	69	70	54	63	372	0.372	0.628
11:56:43	119.13	23/11/2019	66	52	69	72	53	64	376	0.376	0.624
11:56:43	119.13	23/11/2019	64	52	69	71	53	63	372	0.372	0.628
11:56:43	119.13	23/11/2019	63	52	68	71	53	62	369	0.369	0.631
11:56:43	119.13	23/11/2019	63	52	68	72	53	63	371	0.371	0.629
11:56:43	119.14	23/11/2019	63	52	68	72	53	62	370	0.37	0.63
11:56:43	119.14	23/11/2019	62	52	68	72	53	61	368	0.368	0.632
11:56:43	119.14	23/11/2019	62	52	68	72	53	61	368	0.368	0.632
11:56:43	119.14	23/11/2019	62	52	69	72	53	61	369	0.369	0.631
11:56:43	119.14	23/11/2019	63	53	67	71	54	61	369	0.369	0.631
11:56:43	119.22	23/11/2019	62	53	69	72	53	62	371	0.371	0.629
11:56:43	119.22	23/11/2019	61	53	69	72	53	62	370	0.37	0.63
11:56:43	119.22	23/11/2019	61	52	69	70	53	62	367	0.367	0.633
11:56:43	119.30	23/11/2019	61	52	70	70	53	62	368	0.368	0.632
11:56:43	119.38	23/11/2019	60	52	69	70	53	63	367	0.367	0.633
11:56:43	119.39	23/11/2019	62	53	69	69	53	63	369	0.369	0.631
11:56:43	119.46	23/11/2019	62	53	69	69	54	63	370	0.37	0.63
11:56:43	119.46	23/11/2019	63	52	70	69	54	65	373	0.373	0.627
11:56:43	119.55	23/11/2019	64	53	70	68	54	65	374	0.374	0.626
11:56:43	119.55	23/11/2019	63	53	70	68	54	65	373	0.373	0.627
11:56:44	119.62	23/11/2019	64	53	70	68	53	65	373	0.373	0.627
11:56:44	119.68	23/11/2019	64	53	69	68	53	65	372	0.372	0.628
11:56:44	119.68	23/11/2019	64	52	70	69	53	65	373	0.373	0.627
11:56:44	119.75	23/11/2019	64	52	69	69	53	65	372	0.372	0.628
11:56:44	119.75	23/11/2019	64	52	69	69	53	64	371	0.371	0.629
11:56:44	119.84	23/11/2019	64	52	69	70	53	64	372	0.372	0.628
11:56:44	119.84	23/11/2019	65	53	69	71	54	64	376	0.376	0.624
11:56:44	119.91	23/11/2019	63	52	69	72	53	64	373	0.373	0.627
11:56:44	119.92	23/11/2019	65	53	69	71	53	63	374	0.374	0.626
11:56:44	119.97	23/11/2019	64	52	69	72	53	63	373	0.373	0.627
11:56:44	120.05	23/11/2019	63	52	68	72	53	62	370	0.37	0.63
11:56:44	120.05	23/11/2019	62	52	68	73	53	61	369	0.369	0.631
11:56:44	120.14	23/11/2019	61	52	68	72	53	61	367	0.367	0.633
11:56:44	120.14	23/11/2019	62	52	68	72	53	61	368	0.368	0.632
11:56:44	120.21	23/11/2019	62	52	69	72	53	62	370	0.37	0.63
11:56:44	120.21	23/11/2019	62	53	69	73	54	62	373	0.373	0.627
11:56:44	120.27	23/11/2019	62	53	69	72	53	61	370	0.37	0.63
11:56:44	120.34	23/11/2019	62	53	70	71	53	62	371	0.371	0.629
11:56:44	120.34	23/11/2019	61	53	69	70	54	62	369	0.369	0.631
11:56:44	120.43	23/11/2019	62	53	70	70	53	62	370	0.37	0.63
11:56:44	120.44	23/11/2019	62	53	69	69	53	63	369	0.369	0.631
11:56:44	120.51	23/11/2019	62	52	70	68	53	63	368	0.368	0.632
11:56:44	120.51	23/11/2019	62	52	70	68	53	63	368	0.368	0.632
11:56:44	120.57	23/11/2019	63	53	70	69	53	65	373	0.373	0.627
11:56:44	120.57	23/11/2019	64	53	70	67	53	66	373	0.373	0.627
11:56:45	120.64	23/11/2019	64	53	70	68	54	65	374	0.374	0.626
11:56:45	120.73	23/11/2019	64	53	70	68	54	66	375	0.375	0.625
11:56:45	120.73	23/11/2019	64	52	69	69	53	65	372	0.372	0.628
11:56:45	120.73	23/11/2019	64	52	69	69	53	65	372	0.372	0.628
11:56:45	120.81	23/11/2019	64	52	69	70	53	65	373	0.373	0.627
11:56:45	120.86	23/11/2019	64	52	69	69	53	64	371	0.371	0.629
11:56:45	120.93	23/11/2019	64	52	68	70	53	64	371	0.371	0.629
11:56:45	120.93	23/11/2019	64	52	69	71	53	63	372	0.372	0.628
11:56:45	121.02	23/11/2019	65	53	67	71	54	63	373	0.373	0.627

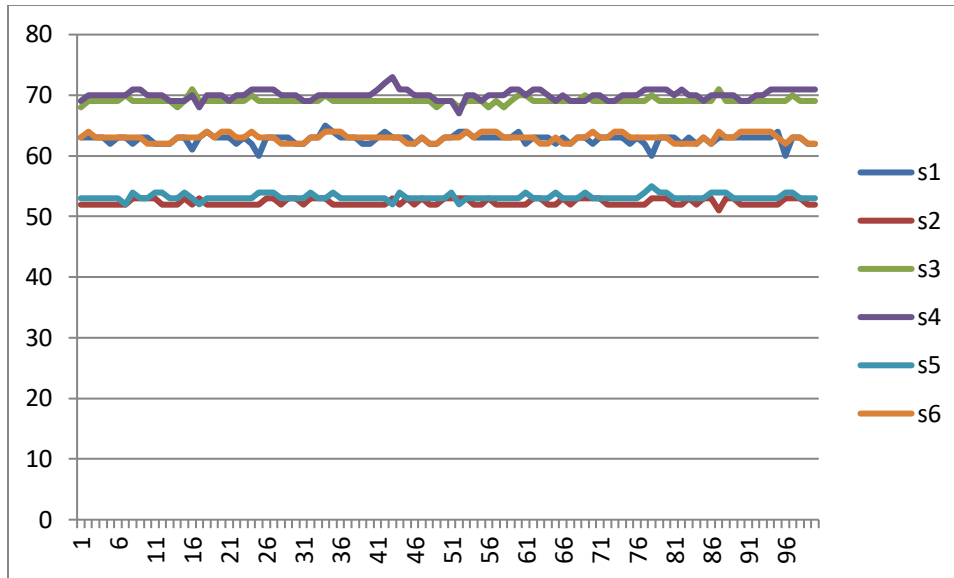
11:56:45	121.02	23/11/2019	64	53	69	72	53	63	374	0.374	0.626
11:56:45	121.10	23/11/2019	64	52	68	73	54	63	374	0.374	0.626
11:56:45	121.10	23/11/2019	63	52	68	72	53	62	370	0.37	0.63
11:56:45	121.15	23/11/2019	62	52	68	72	53	62	369	0.369	0.631
11:56:45	121.23	23/11/2019	62	53	68	72	53	61	369	0.369	0.631
11:56:45	121.23	23/11/2019	61	52	69	72	53	61	368	0.368	0.632
11:56:45	121.32	23/11/2019	61	52	68	71	53	61	366	0.366	0.634
11:56:45	121.32	23/11/2019	61	53	69	72	54	62	371	0.371	0.629
11:56:45	121.39	23/11/2019	59	53	68	73	54	62	369	0.369	0.631
11:56:45	121.39	23/11/2019	62	53	70	69	53	62	369	0.369	0.631
11:56:45	121.45	23/11/2019	62	53	70	70	53	63	371	0.371	0.629
11:56:45	121.53	23/11/2019	61	53	70	69	53	63	369	0.369	0.631
11:56:45	121.53	23/11/2019	62	53	70	69	53	63	370	0.37	0.63
11:56:46	121.62	23/11/2019	62	53	70	68	53	64	370	0.37	0.63
									37.08		62.92
											0.6292



Tabel 4.3 Nilai Absorsi Penambahan Serabut Kelapa 0 % Frekuensi 1500 Hz

Computer Time	Timer	Date	S1	S2	S3	S4	S5	S6			
11:57:3	15.50	23/11/2019	63	52	68	69	53	63	368	0.245333	0.754667
11:57:30	15.63	23/11/2019	63	52	69	70	53	64	371	0.247333	0.752667
11:57:30	15.71	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.246667	0.753333
11:57:30	15.79	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.246667	0.753333
11:57:30	15.87	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.246	0.754
11:57:30	15.95	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.246667	0.753333
11:57:30	16.03	23/11/2019	63	52	70	70	52	63	370	0.246667	0.753333
11:57:30	16.11	23/11/2019	62	53	69	71	54	63	372	0.248	0.752
11:57:30	16.19	23/11/2019	63	53	69	71	53	63	372	0.248	0.752
11:57:30	16.27	23/11/2019	63	53	69	70	53	62	370	0.246667	0.753333
11:57:31	16.35	23/11/2019	62	53	69	70	54	62	370	0.246667	0.753333
11:57:31	16.42	23/11/2019	62	52	69	70	54	62	369	0.246	0.754
11:57:31	16.50	23/11/2019	62	52	69	69	53	62	367	0.244667	0.755333

11:57:31	16.58	23/11/2019	63	52	68	69	53	63	368	0.245333	0.754667
11:57:31	16.66	23/11/2019	63	53	69	69	54	63	371	0.247333	0.752667
11:57:31	16.74	23/11/2019	61	52	71	70	53	63	370	0.246667	0.753333
11:57:31	16.82	23/11/2019	63	53	69	68	52	63	368	0.245333	0.754667
11:57:31	16.90	23/11/2019	64	52	69	70	53	64	372	0.248	0.752
11:57:31	16.98	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.246667	0.753333
11:57:31	17.06	23/11/2019	63	52	69	70	53	64	371	0.247333	0.752667
11:57:31	17.14	23/11/2019	63	52	69	69	53	64	370	0.246667	0.753333
11:57:31	17.22	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.246	0.754
11:57:31	17.22	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.246667	0.753333
11:57:31	17.22	23/11/2019	62	52	70	71	53	64	372	0.248	0.752
11:57:31	17.23	23/11/2019	60	52	69	71	54	63	369	0.246	0.754
11:57:31	17.23	23/11/2019	63	53	69	71	54	63	373	0.248667	0.751333
11:57:31	17.23	23/11/2019	63	53	69	71	54	63	373	0.248667	0.751333
11:57:31	17.24	23/11/2019	63	52	69	70	53	62	369	0.246	0.754
11:57:31	17.24	23/11/2019	63	53	69	70	53	62	370	0.246667	0.753333
11:57:31	17.25	23/11/2019	62	53	69	70	53	62	369	0.246	0.754
11:57:31	17.25	23/11/2019	62	52	69	69	53	62	367	0.244667	0.755333
11:57:31	17.25	23/11/2019	63	53	69	69	54	63	371	0.247333	0.752667
11:57:31	17.25	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.247333	0.752667
11:57:31	17.25	23/11/2019	65	53	70	70	53	64	375	0.25	0.75
11:57:31	17.25	23/11/2019	64	52	69	70	54	64	373	0.248667	0.751333
11:57:31	17.25	23/11/2019	63	52	69	70	53	64	371	0.247333	0.752667
11:57:31	17.26	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.246667	0.753333
11:57:31	17.26	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.246667	0.753333
11:57:31	17.26	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.246	0.754
11:57:31	17.26	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.246	0.754
11:57:31	17.26	23/11/2019	63	52	69	71	53	63	371	0.247333	0.752667
11:57:31	17.26	23/11/2019	64	52	69	72	53	63	373	0.248667	0.751333
11:57:32	17.34	23/11/2019	63	53	69	73	52	63	373	0.248667	0.751333
11:57:32	17.34	23/11/2019	63	52	69	71	54	63	372	0.248	0.752
11:57:32	17.40	23/11/2019	63	53	69	71	53	62	371	0.247333	0.752667
11:57:32	17.47	23/11/2019	62	52	69	70	53	62	368	0.245333	0.754667
11:57:32	17.47	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.247333	0.752667
11:57:32	17.56	23/11/2019	62	52	69	70	53	62	368	0.245333	0.754667
11:57:32	17.56	23/11/2019	62	52	68	69	53	62	366	0.244	0.756
11:57:32	17.63	23/11/2019	63	53	69	69	53	63	370	0.246667	0.753333
11:57:32	17.64	23/11/2019	63	53	69	69	54	63	371	0.247333	0.752667
11:57:32	17.69	23/11/2019	64	53	68	67	52	63	367	0.244667	0.755333
11:57:32	17.70	23/11/2019	64	53	69	70	53	64	373	0.248667	0.751333
11:57:32	17.77	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.246667	0.753333
11:57:32	17.86	23/11/2019	63	52	69	69	53	64	370	0.246667	0.753333
11:57:32	17.86	23/11/2019	63	53	68	70	53	64	371	0.247333	0.752667
11:57:32	17.86	23/11/2019	63	52	69	70	53	64	371	0.247333	0.752667
11:57:32	17.93	23/11/2019	63	52	68	70	53	63	369	0.246	0.754
11:57:32	17.99	23/11/2019	63	52	69	71	53	63	371	0.247333	0.752667
11:57:32	17.99	23/11/2019	64	52	70	71	53	63	373	0.248667	0.751333
11:57:32	18.06	23/11/2019	62	52	70	70	54	63	371	0.247333	0.752667
11:57:32	18.15	23/11/2019	63	53	69	71	53	63	372	0.248	0.752
11:57:32	18.15	23/11/2019	63	53	69	71	53	62	371	0.247333	0.752667



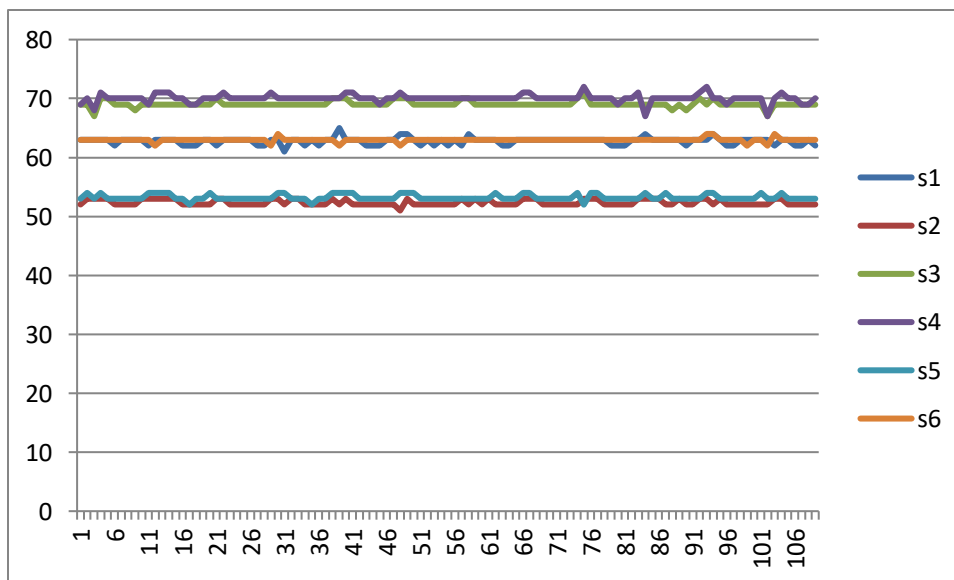
Tabel 4.4 Nilai Absorpsi Penambahan Serabut Kelapa 0 % Frekuensi 2000 Hz

Computer Time	Timer	Date	S1	S2	S3	S4	S5	S6			
11:58:16	12.79	23/11/2019	63	52	69	69	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:17	12.92	23/11/2019	63	53	69	70	54	63	372	0.186	0.814
11:58:17	13.00	23/11/2019	63	53	67	68	53	63	367	0.1835	0.8165
11:58:17	13.08	23/11/2019	63	53	70	71	54	63	374	0.187	0.813
11:58:17	13.16	23/11/2019	63	53	70	70	53	63	372	0.186	0.814
11:58:17	13.24	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:17	13.32	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:17	13.40	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:17	13.47	23/11/2019	63	52	68	70	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:17	13.55	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
11:58:17	13.63	23/11/2019	62	53	69	69	54	63	370	0.185	0.815
11:58:17	13.71	23/11/2019	63	53	69	71	54	62	372	0.186	0.814
11:58:17	13.79	23/11/2019	63	53	69	71	54	63	373	0.1865	0.8135
11:58:18	13.87	23/11/2019	63	53	69	71	54	63	373	0.1865	0.8135
11:58:18	13.95	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
11:58:18	14.03	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:18	14.11	23/11/2019	62	52	69	69	52	63	367	0.1835	0.8165
11:58:18	14.18	23/11/2019	62	52	69	69	53	63	368	0.184	0.816
11:58:18	14.26	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:18	14.35	23/11/2019	63	52	69	70	54	63	371	0.1855	0.8145
11:58:18	14.43	23/11/2019	62	53	70	70	53	63	371	0.1855	0.8145
11:58:18	14.51	23/11/2019	63	53	69	71	53	63	372	0.186	0.814
11:58:18	14.51	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:18	14.51	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:18	14.52	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:18	14.52	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:18	14.52	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:18	14.53	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155

11:58:18	14.53	23/11/2019	63	53	69	71	53	62	371	0.1855	0.8145
11:58:18	14.53	23/11/2019	63	53	69	70	54	64	373	0.1865	0.8135
11:58:18	14.54	23/11/2019	61	52	69	70	54	63	369	0.1845	0.8155
11:58:18	14.54	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
11:58:18	14.54	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
11:58:18	14.54	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:18	14.54	23/11/2019	63	52	69	70	52	63	369	0.1845	0.8155
11:58:18	14.54	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:18	14.55	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:18	14.55	23/11/2019	63	53	70	70	54	63	373	0.1865	0.8135
11:58:18	14.55	23/11/2019	65	52	70	70	54	62	373	0.1865	0.8135
11:58:18	14.55	23/11/2019	63	53	70	71	54	63	374	0.187	0.813
11:58:18	14.55	23/11/2019	63	52	69	71	54	63	372	0.186	0.814
11:58:18	14.55	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:18	14.63	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:18	14.63	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:18	14.64	23/11/2019	62	52	69	69	53	63	368	0.184	0.816
11:58:18	14.71	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:18	14.80	23/11/2019	63	52	70	70	53	63	371	0.1855	0.8145
11:58:18	14.80	23/11/2019	64	51	70	71	54	62	372	0.186	0.814
11:58:18	14.80	23/11/2019	64	53	70	70	54	63	374	0.187	0.813
11:58:19	14.88	23/11/2019	63	52	69	70	54	63	371	0.1855	0.8145
11:58:19	14.97	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:19	14.97	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:19	15.04	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:19	15.04	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:19	15.10	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:19	15.17	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:19	15.17	23/11/2019	62	53	70	70	53	63	371	0.1855	0.8145
11:58:19	15.26	23/11/2019	64	52	70	70	53	63	372	0.186	0.814
11:58:19	15.27	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
11:58:19	15.34	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:19	15.34	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
11:58:19	15.40	23/11/2019	63	52	69	70	54	63	371	0.1855	0.8145
11:58:19	15.47	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:19	15.47	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:19	15.47	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:19	15.56	23/11/2019	63	53	69	71	54	63	373	0.1865	0.8135
11:58:19	15.63	23/11/2019	63	53	69	71	54	63	373	0.1865	0.8135
11:58:19	15.64	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
11:58:19	15.69	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:19	15.77	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:19	15.77	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:20	15.86	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:20	15.86	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:20	15.93	23/11/2019	63	52	70	70	54	63	372	0.186	0.814
11:58:20	15.93	23/11/2019	63	53	71	72	52	63	374	0.187	0.813
11:58:20	15.99	23/11/2019	63	53	69	70	54	63	372	0.186	0.814
11:58:20	15.99	23/11/2019	63	53	69	70	54	63	372	0.186	0.814
11:58:20	16.06	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815

11:58:20	16.15	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:20	16.15	23/11/2019	62	52	69	69	53	63	368	0.184	0.816
11:58:20	16.15	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:20	16.22	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:20	16.28	23/11/2019	63	53	69	71	53	63	372	0.186	0.814
11:58:20	16.35	23/11/2019	64	53	69	67	54	63	370	0.185	0.815
11:58:20	16.35	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
11:58:20	16.44	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
11:58:20	16.44	23/11/2019	63	52	69	70	54	63	371	0.1855	0.8145
11:58:20	16.51	23/11/2019	63	52	68	70	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:20	16.52	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
11:58:20	16.57	23/11/2019	62	52	68	70	53	63	368	0.184	0.816
11:58:20	16.64	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:20	16.65	23/11/2019	63	53	70	71	53	63	373	0.1865	0.8135
11:58:20	16.74	23/11/2019	63	53	69	72	54	64	375	0.1875	0.8125
11:58:20	16.74	23/11/2019	64	52	70	70	54	64	374	0.187	0.813
11:58:20	16.82	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
11:58:20	16.83	23/11/2019	62	52	69	69	53	63	368	0.184	0.816
11:58:20	16.83	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:21	16.90	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:21	16.99	23/11/2019	63	52	69	70	53	62	369	0.1845	0.8155
11:58:21	16.99	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:21	16.99	23/11/2019	63	52	69	70	54	63	371	0.1855	0.8145
11:58:21	17.06	23/11/2019	63	52	67	67	53	62	364	0.182	0.818
11:58:21	17.12	23/11/2019	62	53	69	70	53	64	371	0.1855	0.8145
11:58:21	17.12	23/11/2019	63	53	69	71	54	63	373	0.1865	0.8135
11:58:21	17.19	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
11:58:21	17.28	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:21	17.28	23/11/2019	62	52	69	69	53	63	368	0.184	0.816
11:58:21	17.36	23/11/2019	63	52	69	69	53	63	369	0.1845	0.8155
11:58:21	17.36	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155

20.188 **88.812**
0.88812



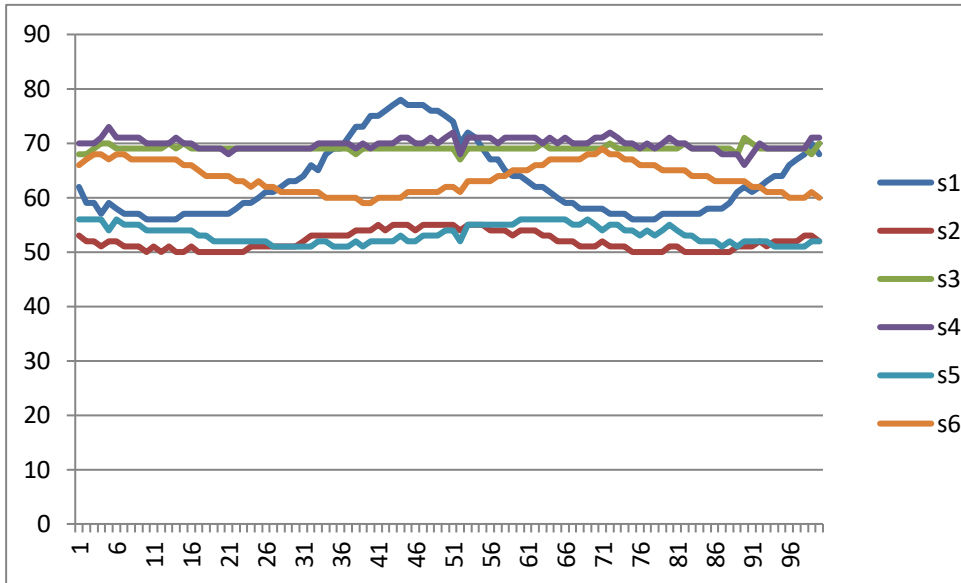
Tabel 4.5 Nilai Absorsi Penambahan Serabut Kelapa 10 % Frekuensi 500 Hz

Computer Time	Timer	Date	S1	S2	S3	S4	S5	S6			
12:22:27	5.11	23/11/2019	62	53	68	70	56	66	375	0.75	0.25
12:22:27	5.24	23/11/2019	59	52	68	70	56	67	372	0.744	0.256
12:22:27	5.32	23/11/2019	59	52	69	70	56	68	374	0.748	0.252
12:22:28	5.40	23/11/2019	57	51	70	71	56	68	373	0.746	0.254
12:22:28	5.48	23/11/2019	59	52	70	73	54	67	375	0.75	0.25
12:22:28	5.56	23/11/2019	58	52	69	71	56	68	374	0.748	0.252
12:22:28	5.64	23/11/2019	57	51	69	71	55	68	371	0.742	0.258
12:22:28	5.72	23/11/2019	57	51	69	71	55	67	370	0.74	0.26
12:22:28	5.80	23/11/2019	57	51	69	71	55	67	370	0.74	0.26
12:22:28	5.88	23/11/2019	56	50	69	70	54	67	366	0.732	0.268
12:22:28	5.96	23/11/2019	56	51	69	70	54	67	367	0.734	0.266
12:22:28	6.04	23/11/2019	56	50	69	70	54	67	366	0.732	0.268
12:22:28	6.12	23/11/2019	56	51	70	70	54	67	368	0.736	0.264
12:22:28	6.20	23/11/2019	56	50	69	71	54	67	367	0.734	0.266
12:22:28	6.28	23/11/2019	57	50	70	70	54	66	367	0.734	0.266
12:22:28	6.36	23/11/2019	57	51	69	70	54	66	367	0.734	0.266
12:22:29	6.44	23/11/2019	57	50	69	69	53	65	363	0.726	0.274
12:22:29	6.52	23/11/2019	57	50	69	69	53	64	362	0.724	0.276
12:22:29	6.60	23/11/2019	57	50	69	69	52	64	361	0.722	0.278
12:22:29	6.68	23/11/2019	57	50	69	69	52	64	361	0.722	0.278
12:22:29	6.76	23/11/2019	57	50	69	68	52	64	360	0.72	0.28
12:22:29	6.84	23/11/2019	58	50	69	69	52	63	361	0.722	0.278
12:22:29	6.85	23/11/2019	59	50	69	69	52	63	362	0.724	0.276
12:22:29	6.85	23/11/2019	59	51	69	69	52	62	362	0.724	0.276
12:22:29	6.85	23/11/2019	60	51	69	69	52	63	364	0.728	0.272
12:22:29	6.86	23/11/2019	61	51	69	69	52	62	364	0.728	0.272
12:22:29	6.86	23/11/2019	61	51	69	69	51	62	363	0.726	0.274
12:22:29	6.86	23/11/2019	62	51	69	69	51	61	363	0.726	0.274
12:22:29	6.87	23/11/2019	63	51	69	69	51	61	364	0.728	0.272
12:22:29	6.87	23/11/2019	63	51	69	69	51	61	364	0.728	0.272
12:22:29	6.87	23/11/2019	64	52	69	69	51	61	366	0.732	0.268
12:22:29	6.88	23/11/2019	66	53	69	69	51	61	369	0.738	0.262
12:22:29	6.88	23/11/2019	65	53	69	70	52	61	370	0.74	0.26
12:22:29	6.88	23/11/2019	68	53	69	70	52	60	372	0.744	0.256
12:22:29	6.88	23/11/2019	69	53	69	70	51	60	372	0.744	0.256
12:22:29	6.88	23/11/2019	69	53	69	70	51	60	372	0.744	0.256
12:22:29	6.88	23/11/2019	71	53	69	70	51	60	374	0.748	0.252
12:22:29	6.89	23/11/2019	73	54	68	69	52	60	376	0.752	0.248
12:22:29	6.89	23/11/2019	73	54	69	70	51	59	376	0.752	0.248
12:22:29	6.89	23/11/2019	75	54	69	69	52	59	378	0.756	0.244
12:22:29	6.89	23/11/2019	75	55	69	70	52	60	381	0.762	0.238
12:22:29	6.89	23/11/2019	76	54	69	70	52	60	381	0.762	0.238
12:22:29	6.89	23/11/2019	77	55	69	70	52	60	383	0.766	0.234
12:22:29	6.97	23/11/2019	78	55	69	71	53	60	386	0.772	0.228

12:22:29	6.97	23/11/2019	77	55	69	71	52	61	385	0.77	0.23
12:22:29	7.03	23/11/2019	77	54	69	70	52	61	383	0.766	0.234
12:22:29	7.10	23/11/2019	77	55	69	70	53	61	385	0.77	0.23
12:22:29	7.10	23/11/2019	76	55	69	71	53	61	385	0.77	0.23
12:22:29	7.19	23/11/2019	76	55	69	70	53	61	384	0.768	0.232
12:22:29	7.19	23/11/2019	75	55	69	71	54	62	386	0.772	0.228
12:22:29	7.26	23/11/2019	74	55	69	72	54	62	386	0.772	0.228
12:22:29	7.26	23/11/2019	70	54	67	68	52	61	372	0.744	0.256
12:22:29	7.32	23/11/2019	72	55	69	71	55	63	385	0.77	0.23
12:22:30	7.40	23/11/2019	71	55	69	71	55	63	384	0.768	0.232
12:22:30	7.40	23/11/2019	69	55	69	71	55	63	382	0.764	0.236
12:22:30	7.49	23/11/2019	67	54	69	71	55	63	379	0.758	0.242
12:22:30	7.49	23/11/2019	67	54	69	70	55	64	379	0.758	0.242
12:22:30	7.56	23/11/2019	65	54	69	71	55	64	378	0.756	0.244
12:22:30	7.56	23/11/2019	64	53	69	71	55	65	377	0.754	0.246
12:22:30	7.62	23/11/2019	64	54	69	71	56	65	379	0.758	0.242
12:22:30	7.69	23/11/2019	63	54	69	71	56	65	378	0.756	0.244
12:22:30	7.70	23/11/2019	62	54	69	71	56	66	378	0.756	0.244
12:22:30	7.78	23/11/2019	62	53	70	70	56	66	377	0.754	0.246
12:22:30	7.79	23/11/2019	61	53	69	71	56	67	377	0.754	0.246
12:22:30	7.86	23/11/2019	60	52	69	70	56	67	374	0.748	0.252
12:22:30	7.91	23/11/2019	59	52	69	71	56	67	374	0.748	0.252
12:22:30	7.92	23/11/2019	59	52	69	70	55	67	372	0.744	0.256
12:22:30	7.99	23/11/2019	58	51	69	70	55	67	370	0.74	0.26
12:22:30	7.99	23/11/2019	58	51	69	70	56	68	372	0.744	0.256
12:22:30	8.08	23/11/2019	58	51	69	71	55	68	372	0.744	0.256
12:22:30	8.08	23/11/2019	58	52	69	71	54	69	373	0.746	0.254
12:22:30	8.16	23/11/2019	57	51	70	72	55	68	373	0.746	0.254
12:22:30	8.16	23/11/2019	57	51	69	71	55	68	371	0.742	0.258
12:22:30	8.22	23/11/2019	57	51	69	70	54	67	368	0.736	0.264
12:22:30	8.29	23/11/2019	56	50	69	70	54	67	366	0.732	0.268
12:22:30	8.29	23/11/2019	56	50	69	69	53	66	363	0.726	0.274
12:22:31	8.39	23/11/2019	56	50	69	70	54	66	365	0.73	0.27
12:22:31	8.39	23/11/2019	56	50	69	69	53	66	363	0.726	0.274
12:22:31	8.47	23/11/2019	57	50	69	70	54	65	365	0.73	0.27
12:22:31	8.47	23/11/2019	57	51	69	71	55	65	368	0.736	0.264
12:22:31	8.47	23/11/2019	57	51	69	70	54	65	366	0.732	0.268
12:22:31	8.54	23/11/2019	57	50	70	70	53	65	365	0.73	0.27
12:22:31	8.63	23/11/2019	57	50	69	69	53	64	362	0.724	0.276
12:22:31	8.63	23/11/2019	57	50	69	69	52	64	361	0.722	0.278
12:22:31	8.71	23/11/2019	58	50	69	69	52	64	362	0.724	0.276
12:22:31	8.71	23/11/2019	58	50	69	69	52	63	361	0.722	0.278
12:22:31	8.80	23/11/2019	58	50	69	68	51	63	359	0.718	0.282
12:22:31	8.80	23/11/2019	59	50	69	68	52	63	361	0.722	0.278
12:22:31	8.87	23/11/2019	61	51	68	68	51	63	362	0.724	0.276
12:22:31	8.88	23/11/2019	62	51	71	66	52	63	365	0.73	0.27
12:22:31	8.93	23/11/2019	61	51	70	68	52	62	364	0.728	0.272
12:22:31	9.01	23/11/2019	62	52	69	70	52	62	367	0.734	0.266
12:22:31	9.01	23/11/2019	63	51	69	69	52	61	365	0.73	0.27
12:22:31	9.10	23/11/2019	64	52	69	69	51	61	366	0.732	0.268

12:22:31	9.10	23/11/2019	64	52	69	69	51	61	366	0.732	0.268
12:22:31	9.10	23/11/2019	66	52	69	69	51	60	367	0.734	0.266
12:22:31	9.18	23/11/2019	67	52	69	69	51	60	368	0.736	0.264
12:22:31	9.24	23/11/2019	68	53	69	69	51	60	370	0.74	0.26
12:22:31	9.24	23/11/2019	70	53	68	71	52	61	375	0.75	0.25
12:22:31	9.31	23/11/2019	68	52	70	71	52	60	373	0.746	0.254

74.17 25.83
0.2583

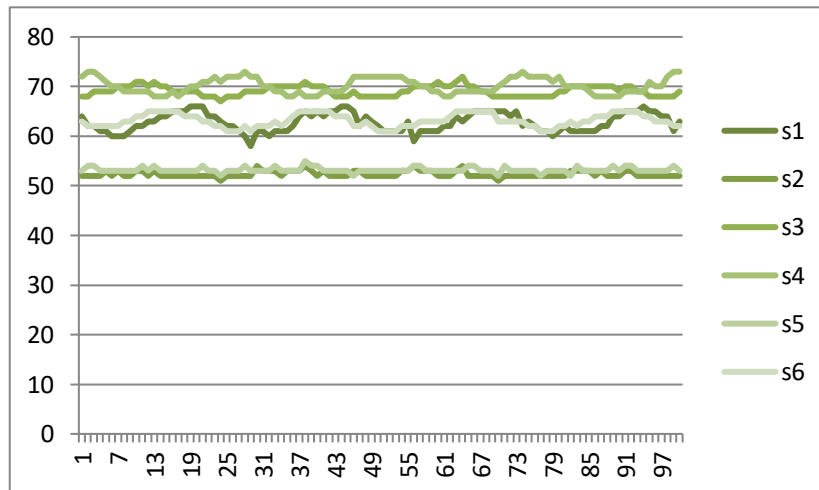


Tabel 4.6 Nilai Absorsi Penambahan Serabut Kelapa 10 % Frekuensi 1000 Hz

Computer Time	Timer	Date	S1	S2	S3	S4	S5	S6			
12:01:17	26.36	23/11/2019	64	52	68	72	53	63	372	0.372	0.628
12:01:17	26.49	23/11/2019	62	52	68	73	54	62	371	0.371	0.629
12:01:17	26.57	23/11/2019	62	52	69	73	54	62	372	0.372	0.628
12:01:17	26.65	23/11/2019	61	52	69	72	53	62	369	0.369	0.631
12:01:17	26.73	23/11/2019	61	53	69	71	53	62	369	0.369	0.631
12:01:17	26.81	23/11/2019	60	52	69	70	53	62	366	0.366	0.634
12:01:18	26.89	23/11/2019	60	53	70	70	53	62	368	0.368	0.632
12:01:18	26.97	23/11/2019	60	52	70	69	53	63	367	0.367	0.633
12:01:18	27.05	23/11/2019	61	52	70	69	53	63	368	0.368	0.632
12:01:18	27.13	23/11/2019	62	53	71	69	53	64	372	0.372	0.628
12:01:18	27.20	23/11/2019	62	53	71	69	54	64	373	0.373	0.627
12:01:18	27.29	23/11/2019	63	52	70	69	53	65	372	0.372	0.628
12:01:18	27.37	23/11/2019	63	53	71	68	54	65	374	0.374	0.626
12:01:18	27.45	23/11/2019	64	52	70	68	53	65	372	0.372	0.628
12:01:18	27.52	23/11/2019	64	52	70	68	53	65	372	0.372	0.628
12:01:18	27.60	23/11/2019	65	52	69	69	53	65	373	0.373	0.627
12:01:18	27.68	23/11/2019	65	52	69	68	53	65	372	0.372	0.628
12:01:18	27.76	23/11/2019	65	52	69	69	53	64	372	0.372	0.628
12:01:18	27.84	23/11/2019	66	52	69	70	53	64	374	0.374	0.626
12:01:19	27.92	23/11/2019	66	52	69	70	53	64	374	0.374	0.626

12:01:19	27.99	23/11/2019	66	52	68	71	54	63	374	0.374	0.626
12:01:19	28.07	23/11/2019	64	52	68	71	53	63	371	0.371	0.629
12:01:19	28.08	23/11/2019	64	52	68	72	53	62	371	0.371	0.629
12:01:19	28.08	23/11/2019	63	51	67	71	52	62	366	0.366	0.634
12:01:19	28.09	23/11/2019	62	52	68	72	53	61	368	0.368	0.632
12:01:19	28.09	23/11/2019	62	52	68	72	53	61	368	0.368	0.632
12:01:19	28.09	23/11/2019	61	52	68	72	53	61	367	0.367	0.633
12:01:19	28.10	23/11/2019	60	52	69	73	54	62	370	0.37	0.63
12:01:19	28.10	23/11/2019	58	52	69	72	53	61	365	0.365	0.635
12:01:19	28.10	23/11/2019	61	54	69	72	53	62	371	0.371	0.629
12:01:19	28.10	23/11/2019	61	53	69	70	53	62	368	0.368	0.632
12:01:19	28.11	23/11/2019	60	53	70	70	53	62	368	0.368	0.632
12:01:19	28.11	23/11/2019	61	53	70	69	54	63	370	0.37	0.63
12:01:19	28.11	23/11/2019	61	52	70	69	53	62	367	0.367	0.633
12:01:19	28.11	23/11/2019	61	53	70	68	53	63	368	0.368	0.632
12:01:19	28.11	23/11/2019	62	53	70	68	53	64	370	0.37	0.63
12:01:19	28.11	23/11/2019	64	53	70	69	53	65	374	0.374	0.626
12:01:19	28.12	23/11/2019	65	54	71	68	55	65	378	0.378	0.622
12:01:19	28.12	23/11/2019	64	53	70	68	54	65	374	0.374	0.626
12:01:19	28.12	23/11/2019	65	52	70	68	54	65	374	0.374	0.626
12:01:19	28.12	23/11/2019	64	53	70	69	53	65	374	0.374	0.626
12:01:19	28.12	23/11/2019	65	52	69	69	53	65	373	0.373	0.627
12:01:19	28.19	23/11/2019	65	52	68	69	53	64	371	0.371	0.629
12:01:19	28.20	23/11/2019	66	52	68	69	53	64	372	0.372	0.628
12:01:19	28.25	23/11/2019	66	52	68	70	53	64	373	0.373	0.627
12:01:19	28.32	23/11/2019	65	53	69	72	52	62	373	0.373	0.627
12:01:19	28.33	23/11/2019	62	53	68	72	53	62	370	0.37	0.63
12:01:19	28.41	23/11/2019	64	52	68	72	53	63	372	0.372	0.628
12:01:19	28.42	23/11/2019	63	52	68	72	53	62	370	0.37	0.63
12:01:19	28.49	23/11/2019	62	52	68	72	53	61	368	0.368	0.632
12:01:19	28.49	23/11/2019	61	52	68	72	53	61	367	0.367	0.633
12:01:19	28.55	23/11/2019	61	52	68	72	53	61	367	0.367	0.633
12:01:19	28.55	23/11/2019	61	52	68	72	53	61	367	0.367	0.633
12:01:19	28.62	23/11/2019	61	53	69	72	53	62	370	0.37	0.63
12:01:19	28.71	23/11/2019	63	53	69	71	53	62	371	0.371	0.629
12:01:19	28.71	23/11/2019	59	54	70	71	54	62	370	0.37	0.63
12:01:19	28.71	23/11/2019	61	53	70	70	54	63	371	0.371	0.629
12:01:19	28.79	23/11/2019	61	53	70	70	53	63	370	0.37	0.63
12:01:19	28.84	23/11/2019	61	53	70	69	53	63	369	0.369	0.631
12:01:19	28.85	23/11/2019	61	52	71	69	53	63	369	0.369	0.631
12:01:20	28.92	23/11/2019	62	52	70	68	53	63	368	0.368	0.632
12:01:20	29.01	23/11/2019	62	52	70	68	53	64	369	0.369	0.631
12:01:20	29.01	23/11/2019	64	53	71	69	53	65	375	0.375	0.625
12:01:20	29.02	23/11/2019	63	54	72	69	53	65	376	0.376	0.624
12:01:20	29.09	23/11/2019	64	52	70	69	54	65	374	0.374	0.626
12:01:20	29.15	23/11/2019	65	52	70	69	54	65	375	0.375	0.625
12:01:20	29.22	23/11/2019	65	52	69	69	53	65	373	0.373	0.627
12:01:20	29.22	23/11/2019	65	52	69	69	53	65	373	0.373	0.627
12:01:20	29.22	23/11/2019	65	52	68	69	53	65	372	0.372	0.628

12:01:20	29.31	23/11/2019	65	51	68	70	52	63	369	0.369	0.631
12:01:20	29.38	23/11/2019	65	52	68	71	54	63	373	0.373	0.627
12:01:20	29.38	23/11/2019	64	52	68	72	53	63	372	0.372	0.628
12:01:20	29.39	23/11/2019	65	52	68	72	53	63	373	0.373	0.627
12:01:20	29.46	23/11/2019	62	52	68	73	53	63	371	0.371	0.629
12:01:20	29.55	23/11/2019	63	52	68	72	53	62	370	0.37	0.63
12:01:20	29.55	23/11/2019	62	52	68	72	53	62	369	0.369	0.631
12:01:20	29.62	23/11/2019	61	52	68	72	52	61	366	0.366	0.634
12:01:20	29.63	23/11/2019	61	52	68	72	53	61	367	0.367	0.633
12:01:20	29.71	23/11/2019	60	52	68	71	53	61	365	0.365	0.635
12:01:20	29.72	23/11/2019	61	52	69	72	53	62	369	0.369	0.631
12:01:20	29.79	23/11/2019	62	52	69	70	53	62	368	0.368	0.632
12:01:20	29.80	23/11/2019	61	53	70	70	52	63	369	0.369	0.631
12:01:20	29.85	23/11/2019	61	53	70	70	54	62	370	0.37	0.63
12:01:20	29.85	23/11/2019	61	53	70	70	53	63	370	0.37	0.63
12:01:21	29.93	23/11/2019	61	53	70	69	53	63	369	0.369	0.631
12:01:21	30.01	23/11/2019	61	52	70	68	53	64	368	0.368	0.632
12:01:21	30.01	23/11/2019	62	53	70	68	53	64	370	0.37	0.63
12:01:21	30.09	23/11/2019	62	52	70	68	53	64	369	0.369	0.631
12:01:21	30.09	23/11/2019	64	52	70	68	54	65	373	0.373	0.627
12:01:21	30.15	23/11/2019	64	52	69	68	53	65	371	0.371	0.629
12:01:21	30.22	23/11/2019	65	53	70	69	54	65	376	0.376	0.624
12:01:21	30.22	23/11/2019	65	53	70	69	54	65	376	0.376	0.624
12:01:21	30.22	23/11/2019	65	52	69	69	53	65	373	0.373	0.627
12:01:21	30.31	23/11/2019	66	52	69	69	53	64	373	0.373	0.627
12:01:21	30.39	23/11/2019	65	52	68	71	53	64	373	0.373	0.627
12:01:21	30.39	23/11/2019	65	52	68	70	53	63	371	0.371	0.629
12:01:21	30.39	23/11/2019	64	52	68	70	53	63	370	0.37	0.63
12:01:21	30.47	23/11/2019	64	52	68	72	53	63	372	0.372	0.628
12:01:21	30.55	23/11/2019	61	52	68	73	54	62	370	0.37	0.63
12:01:21	30.55	23/11/2019	63	52	69	73	53	62	372	0.372	0.628



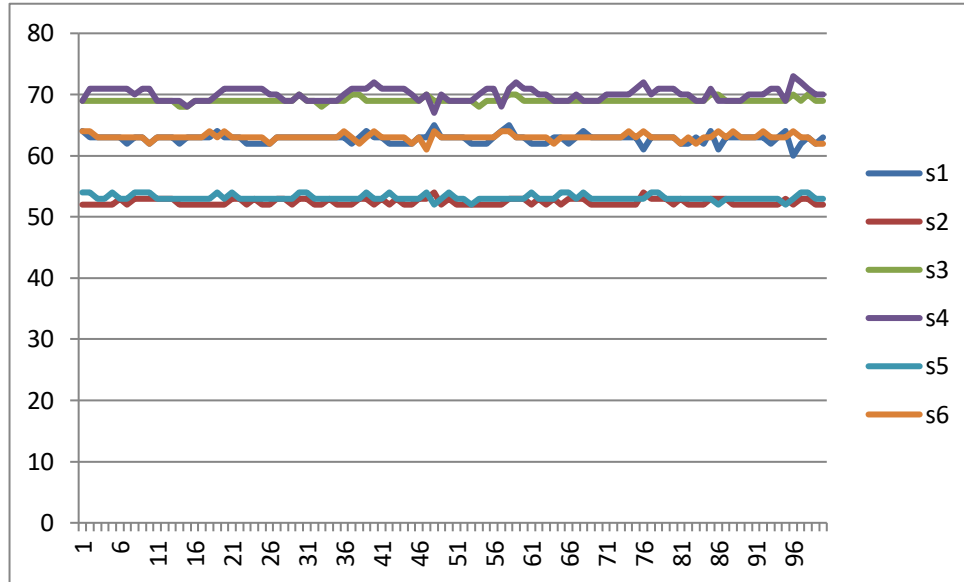
37.073 **62.927**
0.62927
1.88788
0.629293

Tabel 4.7 Nilai Absorsi Penambahan Serabut Kelapa 10 % Frekuensi 1500 Hz

Computer Time	Timer	Date	S1	S2	S3	S4	S5	S6
12:11:23	8.51	23/11/2019	64	52	69	69	54	64
12:11:24	8.63	23/11/2019	63	52	69	71	54	64
12:11:24	8.71	23/11/2019	63	52	69	71	53	63
12:11:24	8.79	23/11/2019	63	52	69	71	53	63
12:11:24	8.87	23/11/2019	63	52	69	71	54	63
12:11:24	8.95	23/11/2019	63	53	69	71	53	63
12:11:24	9.03	23/11/2019	62	52	69	71	53	63
12:11:24	9.11	23/11/2019	63	53	69	70	54	63
12:11:24	9.19	23/11/2019	63	53	69	71	54	63
12:11:24	9.27	23/11/2019	62	53	69	71	54	62
12:11:24	9.34	23/11/2019	63	53	69	69	53	63
12:11:24	9.42	23/11/2019	63	53	69	69	53	63
12:11:24	9.50	23/11/2019	63	53	69	69	53	63
12:11:24	9.58	23/11/2019	62	52	68	69	53	63
12:11:25	9.66	23/11/2019	63	52	68	68	53	63
12:11:25	9.74	23/11/2019	63	52	69	69	53	63
12:11:25	9.82	23/11/2019	63	52	69	69	53	63
12:11:25	9.90	23/11/2019	63	52	69	69	53	64
12:11:25	9.98	23/11/2019	64	52	69	70	54	63
12:11:25	10.05	23/11/2019	63	52	69	71	53	64
12:11:25	10.13	23/11/2019	63	53	69	71	54	63
12:11:25	10.22	23/11/2019	63	53	69	71	53	63
12:11:25	10.22	23/11/2019	62	52	69	71	53	63
12:11:25	10.22	23/11/2019	62	53	69	71	53	63
12:11:25	10.23	23/11/2019	62	52	69	71	53	63
12:11:25	10.23	23/11/2019	62	52	69	70	53	62
12:11:25	10.23	23/11/2019	63	53	69	70	53	63
12:11:25	10.24	23/11/2019	63	53	69	69	53	63
12:11:25	10.24	23/11/2019	63	52	69	69	53	63
12:11:25	10.24	23/11/2019	63	53	70	70	54	63
12:11:25	10.25	23/11/2019	63	53	69	69	54	63
12:11:25	10.25	23/11/2019	63	52	69	69	53	63
12:11:25	10.25	23/11/2019	63	52	68	69	53	63
12:11:25	10.25	23/11/2019	63	53	69	69	53	63
12:11:25	10.25	23/11/2019	63	52	69	69	53	63
12:11:25	10.25	23/11/2019	63	52	69	70	53	64
12:11:25	10.26	23/11/2019	62	52	70	71	53	63
12:11:25	10.26	23/11/2019	63	53	70	71	53	62
12:11:25	10.26	23/11/2019	64	53	69	71	54	63
12:11:25	10.26	23/11/2019	63	52	69	72	53	64
12:11:25	10.26	23/11/2019	63	53	69	71	53	63
12:11:25	10.26	23/11/2019	62	52	69	71	54	63
12:11:25	10.26	23/11/2019	62	52	69	71	53	63
12:11:25	10.34	23/11/2019	62	53	69	71	53	63
12:11:25	10.34	23/11/2019	62	52	69	71	53	63
12:11:25	10.40	23/11/2019	62	52	69	70	53	62

12:11:25	10.47	23/11/2019	63	53	69	69	53	63
12:11:25	10.47	23/11/2019	63	53	70	70	54	61
12:11:25	10.56	23/11/2019	65	54	69	67	52	64
12:11:25	10.56	23/11/2019	63	52	69	70	53	63
12:11:26	10.64	23/11/2019	63	53	69	69	54	63
12:11:26	10.64	23/11/2019	63	52	69	69	53	63
12:11:26	10.69	23/11/2019	63	52	69	69	53	63
12:11:26	10.69	23/11/2019	62	52	69	69	52	63
12:11:26	10.77	23/11/2019	62	52	68	70	53	63
12:11:26	10.86	23/11/2019	62	52	69	71	53	63
12:11:26	10.86	23/11/2019	63	52	69	71	53	63
12:11:26	10.86	23/11/2019	64	52	69	68	53	64
12:11:26	10.93	23/11/2019	65	53	70	71	53	64
12:11:26	10.99	23/11/2019	63	53	70	72	53	63
12:11:26	11.06	23/11/2019	63	53	69	71	53	63
12:11:26	11.06	23/11/2019	62	52	69	71	54	63
12:11:26	11.15	23/11/2019	62	53	69	70	53	63
12:11:26	11.15	23/11/2019	62	52	69	70	53	63
12:11:26	11.22	23/11/2019	63	53	69	69	53	62
12:11:26	11.23	23/11/2019	63	52	69	69	54	63
12:11:26	11.28	23/11/2019	62	53	69	69	54	63
12:11:26	11.36	23/11/2019	63	53	69	70	53	63
12:11:26	11.36	23/11/2019	64	53	69	69	54	63
12:11:26	11.36	23/11/2019	63	52	69	69	53	63
12:11:26	11.45	23/11/2019	63	52	69	69	53	63
12:11:26	11.52	23/11/2019	63	52	69	70	53	63
12:11:26	11.53	23/11/2019	63	52	69	70	53	63
12:11:26	11.53	23/11/2019	63	52	69	70	53	63
12:11:26	11.60	23/11/2019	63	52	69	70	53	64
12:11:27	11.69	23/11/2019	63	52	69	71	53	63
12:11:27	11.69	23/11/2019	61	54	69	72	53	64
12:11:27	11.69	23/11/2019	63	53	69	70	54	63
12:11:27	11.77	23/11/2019	63	53	69	71	54	63
12:11:27	11.86	23/11/2019	63	53	69	71	53	63
12:11:27	11.86	23/11/2019	63	52	69	71	53	63
12:11:27	11.93	23/11/2019	62	53	69	70	53	62
12:11:27	11.93	23/11/2019	62	52	69	70	53	63
12:11:27	11.99	23/11/2019	63	52	69	69	53	62
12:11:27	12.07	23/11/2019	62	52	69	69	53	63
12:11:27	12.07	23/11/2019	64	53	70	71	53	63
12:11:27	12.15	23/11/2019	61	53	70	69	52	64
12:11:27	12.16	23/11/2019	63	53	69	69	53	63
12:11:27	12.23	23/11/2019	63	52	69	69	53	64
12:11:27	12.23	23/11/2019	63	52	69	69	53	63
12:11:27	12.28	23/11/2019	63	52	69	70	53	63
12:11:27	12.36	23/11/2019	63	52	69	70	53	63
12:11:27	12.36	23/11/2019	63	52	69	70	53	64
12:11:27	12.45	23/11/2019	62	52	69	71	53	63
12:11:27	12.45	23/11/2019	63	52	69	71	53	63
12:11:27	12.52	23/11/2019	64	53	69	69	52	63

12:11:27	12.52	23/11/2019	60	52	70	73	53	64
12:11:27	12.58	23/11/2019	62	53	69	72	54	63
12:11:28	12.65	23/11/2019	63	53	70	71	54	63
12:11:28	12.65	23/11/2019	62	52	69	70	53	62
12:11:28	12.74	23/11/2019	63	52	69	70	53	62



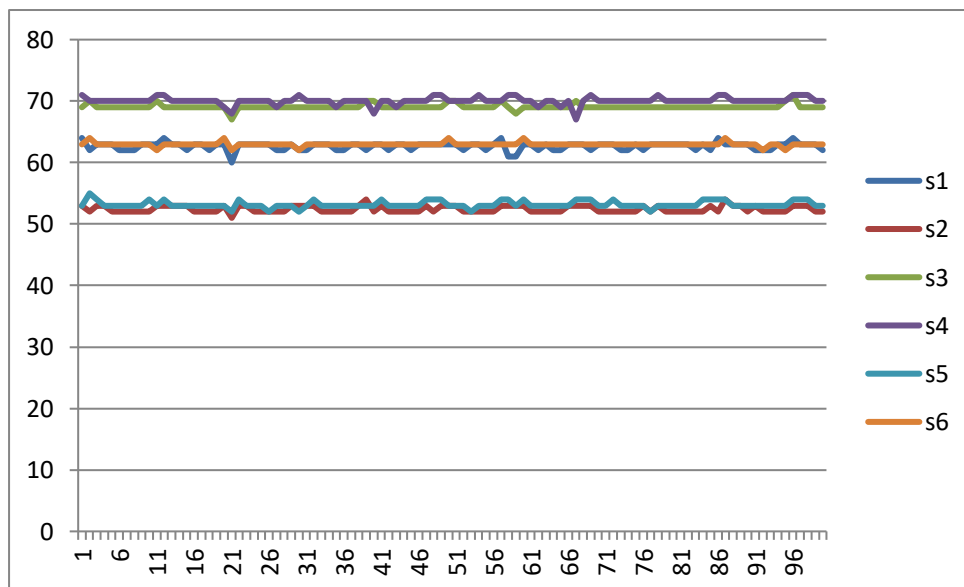
Tabel 4.8 Nilai Absorsi Penambahan Serabut Kelapa 10 % Frekuensi 2000 Hz

Computer Time	Timer	Date	S1	S2	S3	S4	S5	S6			
12:20:31	43.36	23/11/2019	64	53	69	71	53	63	373	0.1865	0.8135
12:20:32	43.49	23/11/2019	62	52	70	70	55	64	373	0.1865	0.8135
12:20:32	43.56	23/11/2019	63	53	69	70	54	63	372	0.186	0.814
12:20:32	43.64	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
12:20:32	43.72	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:32	43.80	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
12:20:32	43.88	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
12:20:32	43.96	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
12:20:32	44.04	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:32	44.12	23/11/2019	63	52	69	70	54	63	371	0.1855	0.8145
12:20:32	44.20	23/11/2019	63	53	70	71	53	62	372	0.186	0.814
12:20:32	44.28	23/11/2019	64	53	69	71	54	63	374	0.187	0.813
12:20:32	44.36	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
12:20:32	44.43	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
12:20:33	44.51	23/11/2019	62	53	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:33	44.59	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:33	44.67	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:33	44.75	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155

12:20:33	44.83	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:33	44.91	23/11/2019	63	53	69	69	53	64	371	0.1855	0.8145
12:20:33	44.99	23/11/2019	60	51	67	68	52	62	360	0.18	0.82
12:20:33	45.07	23/11/2019	63	53	69	70	54	63	372	0.186	0.814
12:20:33	45.07	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
12:20:33	45.08	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:33	45.08	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:33	45.08	23/11/2019	63	52	69	70	52	63	369	0.1845	0.8155
12:20:33	45.09	23/11/2019	62	52	69	69	53	63	368	0.184	0.816
12:20:33	45.09	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
12:20:33	45.09	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
12:20:33	45.10	23/11/2019	62	53	69	71	52	62	369	0.1845	0.8155
12:20:33	45.10	23/11/2019	62	53	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:33	45.10	23/11/2019	63	53	69	70	54	63	372	0.186	0.814
12:20:33	45.10	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:33	45.10	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:33	45.11	23/11/2019	62	52	69	69	53	63	368	0.184	0.816
12:20:33	45.11	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
12:20:33	45.11	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:33	45.11	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
12:20:33	45.11	23/11/2019	62	54	70	70	53	63	372	0.186	0.814
12:20:33	45.11	23/11/2019	63	52	70	68	53	63	369	0.1845	0.8155
12:20:33	45.11	23/11/2019	63	53	69	70	54	63	372	0.186	0.814
12:20:33	45.12	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
12:20:33	45.19	23/11/2019	63	52	69	69	53	63	369	0.1845	0.8155
12:20:33	45.19	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:33	45.25	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
12:20:33	45.32	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:33	45.32	23/11/2019	63	53	69	70	54	63	372	0.186	0.814
12:20:33	45.41	23/11/2019	63	52	69	71	54	63	372	0.186	0.814
12:20:33	45.41	23/11/2019	63	53	69	71	54	63	373	0.1865	0.8135
12:20:34	45.48	23/11/2019	63	53	70	70	53	64	373	0.1865	0.8135
12:20:34	45.48	23/11/2019	63	53	70	70	53	63	372	0.186	0.814
12:20:34	45.54	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
12:20:34	45.54	23/11/2019	63	52	69	70	52	63	369	0.1845	0.8155
12:20:34	45.61	23/11/2019	63	52	69	71	53	63	371	0.1855	0.8145
12:20:34	45.70	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
12:20:34	45.70	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:34	45.77	23/11/2019	64	53	70	70	54	63	374	0.187	0.813
12:20:34	45.82	23/11/2019	61	53	69	71	54	63	371	0.1855	0.8145
12:20:34	45.83	23/11/2019	61	53	68	71	53	63	369	0.1845	0.8155
12:20:34	45.90	23/11/2019	63	53	69	70	54	64	373	0.1865	0.8135
12:20:34	45.90	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:34	45.99	23/11/2019	62	52	69	69	53	63	368	0.184	0.816
12:20:34	45.99	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:34	46.06	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
12:20:34	46.07	23/11/2019	62	52	69	69	53	63	368	0.184	0.816
12:20:34	46.12	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
12:20:34	46.19	23/11/2019	63	53	70	67	54	63	370	0.185	0.815
12:20:34	46.20	23/11/2019	63	53	69	70	54	63	372	0.186	0.814

12:20:34	46.28	23/11/2019	62	53	69	71	54	63	372	0.186	0.814
12:20:34	46.28	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:34	46.36	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:34	46.36	23/11/2019	63	52	69	70	54	63	371	0.1855	0.8145
12:20:34	46.42	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
12:20:35	46.49	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
12:20:35	46.49	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:35	46.58	23/11/2019	62	53	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:35	46.58	23/11/2019	63	52	69	70	52	63	369	0.1845	0.8155
12:20:35	46.65	23/11/2019	63	53	69	71	53	63	372	0.186	0.814
12:20:35	46.65	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:35	46.71	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:35	46.78	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:35	46.78	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:35	46.87	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
12:20:35	46.87	23/11/2019	63	52	69	70	54	63	371	0.1855	0.8145
12:20:35	46.95	23/11/2019	62	53	69	70	54	63	371	0.1855	0.8145
12:20:35	46.95	23/11/2019	64	52	69	71	54	63	373	0.1865	0.8135
12:20:35	47.01	23/11/2019	63	54	69	71	54	64	375	0.1875	0.8125
12:20:35	47.08	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
12:20:35	47.08	23/11/2019	63	53	69	70	53	63	371	0.1855	0.8145
12:20:35	47.17	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:35	47.17	23/11/2019	62	53	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:35	47.25	23/11/2019	62	52	69	70	53	62	368	0.184	0.816
12:20:35	47.25	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
12:20:35	47.30	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:35	47.38	23/11/2019	63	52	70	70	53	62	370	0.185	0.815
12:20:35	47.38	23/11/2019	64	53	71	71	54	63	376	0.188	0.812
12:20:36	47.47	23/11/2019	63	53	69	71	54	63	373	0.1865	0.8135
12:20:36	47.47	23/11/2019	63	53	69	71	54	63	373	0.1865	0.8135
12:20:36	47.54	23/11/2019	63	52	69	70	53	63	370	0.185	0.815
12:20:36	47.54	23/11/2019	62	52	69	70	53	63	369	0.1845	0.8155
									18.52	81.48	0.8148

s



LAMPIRAN



Bahan-bahan untuk pembuatan benda uji



Serat Serabut Kelapa yang sudah di cacah sembarang



Berat Jenis Material Serat Serabut Kelapa



Pembuatan Cetakan



Proses penimbangan material



Proses Pencampuran



Proses Pencetakan



Proses Pengeringan



Benda uji setelah Kering



Benda Uji di Rendam untuk menjaga keawetan dari beton



Proses Penimbangan Benda Uji



Proses Pengujian Kedap Suara



Meganalisis data

