

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Knalpot adalah alat peredam kebisingan pada kendaraan, apakah itu mobil, sepeda motor, dan lain sebagainya. Untuk tujuan tersebut maka knalpot dirancang sedemikian rupa agar suara yang keluar tidak begitu keras dalam artian mampu menyerap bising yang dihasilkan oleh motor bakar penggerak.

Salah satu penyebab kebisingan di kota – kota besar di akibatkan oleh suara kendaraan bermotor (khususnya di Indonesia sepeda motor) yang jumlahnya sangat banyak. Oleh karena itu kajian – kajian knalpot yang mampu memberikan tingkat peredaman suara yang besar, terus dilakukan untuk mencari solusi alternatif.

Makin berkembangnya industri dibidang kimia polimer komposit, maka penggunaan komposit semakin meningkat disegala bidang. Komposit berpenguat serat alam banyak diaplikasikan pada alat – alat material yang mempunyai dua perpaduan sifat dasar, yaitu kuat dan ringan. Serat yang berbeda akan menghasilkan kualitas bahan yang berbeda.

Salah satu bahan yang jarang digunakan dalam kelapa sawit adalah bagian batangnya. Batang kelapa sawit (BKS), sebagai limbah di pabrik kelapa sawit (PKS) jumlahnya cukup banyak, yaitu 3,23 juta batang per tahun. Pemanfaatan BKS untuk produk teknologi bermanfaat masih sangat terbatas jumlahnya. Pada umumnya BKS akan diolah menjadi pupuk kompos yang diberikan kembali ketanahan kelapa sawit. Namun saat ini BKS telah diolah menjadi bahan alternatif pengganti seperti panel/dinding dan kertas .

Knalpot sepeda motor Suzuki Satria menggunakan material metal, namun penyerapan kebisingan pada jenis ini rendah. Suara kebisingan pada knalpot yang bersumber dari kecepatan gas buang yang masuk kedalam tabung knalpot melalui pipa penyalur, selalu berubah – ubah sesuai dengan tingkat variasi putaran mesin. Kecepatan gas yang berubah – ubah tersebut menerpa bagian dalam knalpot dan dinding knalpot. Fenomena ini sering disebut dengan istilah *noise generation mechanism* untuk airborne.

Maka dari itu pada penelitian ini, peneliti ingin meneliti daya serap bising knalpot material komposit BKS. Diharapkan material ini mampu menyerap kebisingan diatas kemampuan material pada knalpot dengan material metal tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Salah satu karakteristik utama yang diperlukan dari sebuah knalpot adalah dapat meredam kebisingan mesin. Berdasarkan latar belakang tersebut akan dilakukan penelitian tentang bagaimana pengaruh desain knalpot yang terbuat dari komposit dan metal (standart).

1.3 Tujuan Penelitian

1. Melakukan studi eksperimental karakteristik kebisingan pada knalpot Satria FU150 dengan knalpot komposit serat batang kelapa sawit berdasarkan pada kecepatan.

2. Menganalisis perbandingan kebisingan antara knalpot standart Satria FU150 dengan knalpot komposit serat batang kelapa sawit berdasarkan pada kecepatan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Knalpot yang akan diuji pada penelitian ini merupakan knalpot komposit yang dibuat dengan menggunakan serat batang kelapa sawit, dengan desain dan volume rongga saringan yang sama dengan knalpot standart satria FU150.
2. Data diambil dari tes pengujian eksperimental kebisingan pada knalpot standart satria FU150 dan knalpot komposit serat batang kelapa sawit.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini disajikan dalam tulisan yang terdiri dari 5 bab.

BAB I merupakan pendahuluan.

Bab ini memberikan gambaran yang menyeluruh mengenai tugas akhir yang meliputi pembahasan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II adalah tinjauan pustaka.

Dimana bab ini berisikan landasan teori dan studi literatur yang berkaitan dengan pokok permasalahan serta metode pendekatan yang digunakan untuk menganalisa persoalan.

BAB III merupakan metode penelitian.

Bab ini berisikan metode dari pengerjaan meliputi langkah – langkah pengolahan dan analisa data.

BAB IV adalah hasil dan pembahasan.

Bab ini berisikan tentang hasil pengujian eksperimental dan pembahasan dari hasil pengujian.

BAB V merupakan kesimpulan dan saran.

Bab ini berisikan jawaban dari tujuan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

Komposit adalah penggabungan dari bahan yang dipilih berdasarkan kombinasi sifat fisik masing – masing material penyusun untuk menghasilkan material baru dengan sifat baru dan unik dibandingkan dengan sifat material dasar sebelum dicampur dan terjadi ikatan permukaan antara masing – masing material penyusun.

Material komposit terdiri dari dua bagian utama yaitu matriks dan penguat (*reinforcement*). Pada desain struktur dilakukan pemilihan matriks dan penguat hal ini dilakukan untuk memastikan kemampuan material sesuai produk yang dihasilkan.

Matriks, umumnya lebih *ductile* umumnya mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah. Secara garis besar ada 3 macam komposit berdasarkan penguat yang digunakan, yaitu :

1. *Fibrous Composite* (Komposit Serat). Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lapisan laminat atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat / fiber. Fiber yang digunakan bisa berupa *glass fibers*, *carbon fibers*, *aramid fibers (poly aramide)*, dan sebagainya. Fiber ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.
2. *Laminated Composite* (Komposit Laminat). Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.

3. *Particulate Composite* (Komposit Partikel). Merupakan komposit yang menggunakan serat sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya.

2.2 Knalpot

Knalpot merupakan alat untuk mereduksi kebisingan pada kendaraan. Knalpot yang dipasang pada kendaraan mempunyai banyak macam dan jenis serta ukuran. Masing – masing pabrik knalpot merancang sedemikian rupa bentuk dan modelnya, sehingga sesuai dengan jenis kendaraan dan tipe kendaraan yang dipesan oleh pabrik pemesanannya. Tinggi dan rendahnya tingkat kebisingan pada knalpot akan tergantung beberapa faktor, antara lain :

- a. Volume knalpot
- b. Bentuk dan konstruksi knalpot
- c. Panjang saluran keluar antara mesin ke knalpot
- d. Bahan yang digunakan knalpot

2.3 Knalpot Komposit

Komposit adalah material yang dibentuk dari dua atau lebih material dasar, yang mempunyai sifat berbeda dari material pembentuknya. Sifat dan karakteristik komposit akan berbeda satu dengan yang lain, hal ini akan tergantung pada bahan yang dipakai pada komposit itu sendiri. Knalpot komposit yang akan dibuat dari serat batang kelapa sawit dengan pengikat resin dari *thermoset*. Dengan bahan tersebut diharapkan knalpot mampu menurunkan tingkat kebisingan dan tahan terhadap panas serta dapat dipakai. Metode pengerjaan pembuatan knalpot tersebut, yakni dengan menggunakan sistem pencetakan (*casting*). Sebagaimana penjelasan diatas, bahwa knalpot komposit saluran

tunggal yang dibuat dari bahan komposit, yakni hanya pada tabung luarnya saja (*slancer*), sedangkan isi dalamnya seperti sekat terbuat dari aluminium dan magnesium (AlMg) dan pipa masuk, pipa keluar, dibuat dari logam sebagaimana knalpot standart. Bahan komposit yang umumnya mempunyai koefisien penyerapan yang besar bila dibanding dengan logam, tentunya mampu menyerap tingkat tekanan yang besar, sehingga knalpot tersebut dapat menurunkan tingkat kebisingan yang begitu besar pula.

2.4 Metode Casting

Die casting adalah cetakan tetap yang terdiri dari beberapa bagian/belahan yang bahannya terbuat dari baja/besi (*Hot Working Steel*). sifat dari material *die casting* yang perlu diperhatikan adalah koefisien muai panas (*Thermal Expansion Coefficient*), konduktivitas panas (*thermal conductivity*), mampu tarik panas (*hot yield strength*), ketahanan terhadap proses tempering (*temper resistant*), dan keuletan (*ductility*).

Penerapan metode *die casting* sangat cocok pada pembuatan benda ber dinding tipis. Berukuran presisi dan benda dengan kualitas permukaan yang baik. Keuntungan lain dari metode ini dari teknis dan ekonomis tidak hanya karna daya manufaktur yang tinggi, tapi juga waktu yang sangat singkat antara bahan baku dan produk.

Metode *die casting* atau yang sering juga disebut *permanent die casting* menggunakan cetakan setangkup yang terbuat dari logam (baja atau besi tuang). Cetakan ini untuk selanjutnya disebut *dies*. Berdasarkan cara pengisian pemberian tekanan pada metode ini untuk membuat produk, metode ini juga dapat

digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu *Gravity Die Casting* dan *Pressure Die Casting*. Selain itu didapat pula variasi lain dari kedua metode dasar tersebut.

2.5 Gelombang dan Bunyi

2.5.1 Gelombang

Gelombang adalah getaran yang merambat. Bentuk ideal dari suatu gelombang akan mengikuti gerak sinusoidal. Selain radiasi elektromagnetik, dan mungkin radiasi gravitasional, yang bisa berjalan lewat ruang hampa udara, gelombang juga terdapat pada medium (yang karena perubahan bentuk dapat menghasilkan gaya pegas) dimana mereka dapat berjalan dan dapat memindahkan energi dari satu tempat ke tempat yang lain tanpa mengakibatkan partikel medium berpindah secara permanen; yaitu tidak ada perpindahan secara massal.

Satu gelombang terdiri dari satu lembah dan satu bukit (untuk gelombang transversal) atau satu renggangan dan satu rapatan (untuk gelombang longitudinal). Besaran-besaran untuk mendeskripsikan gelombang antara lain. Panjang gelombang (λ) adalah jarak antara dua puncak yang berurutan. Frekuensi (f) adalah banyak gelombang yang melewati suatu titik setiap satuan waktu. Periode (T) adalah waktu yang diperlukan oleh gelombang melewati suatu titik. Amplitudo (A) adalah simpangan maksimum dari titik setimbang. Kecepatan gelombang (v) adalah kecepatan dimana puncak gelombang (bagian lain dari gelombang) bergerak.

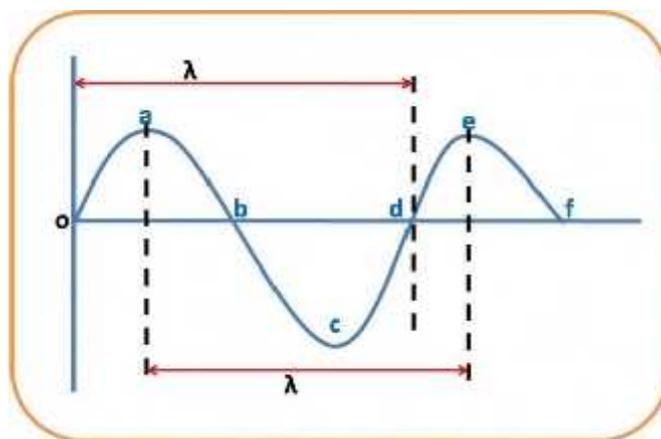
Kecepatan gelombang harus dibedakan dari kecepatan partikel pada medium itu sendiri. Pada waktu merambat gelombang membawa energi dari satu tempat ke tempat lain. Saat gelombang merambat melewati medium maka energi dipindahkan sebagai energi getaran antara partikel dalam medium tersebut.

2.5.2 Jenis-Jenis Gelombang

Jenis-jenis gelombang dikelompokkan berdasarkan arah getar, amplitudo dan fasenya, medium perantara dan frekuensi yang dipancarkannya. Berdasarkan arah dan getarnya gelombang dikelompokkan menjadi :

a. Gelombang Transversal

Gelombang transversal adalah gelombang yang arah rambatannya tegak lurus dengan arah getarannya. Sebuah gerakan gelombang, dimana partikel-partikel medium berisolasi disekitar posisi rata-rata mereka disudutkan kearah rambat gelombang, disebut gelombang transversal. Dalam gelombang transversal, media memiliki partikel yang bergetar dalam arah tegak lurus terhadap arah perambatan gelombang. Berikutnya akan terbentuk puncak dan lembah. Polarisasi gelombang transversal adalah mungkin. Gelombang ini dapat merambat melalui benda padat dan cairan tetapi tidak melalui gas, karena gas tidak memiliki sifat elastis. Contoh gelombang ini adalah getaran dalam tali, riak dipermukaan air dan gelombang elektromagnetik. Dapat dilihat pada gambar 2.1.

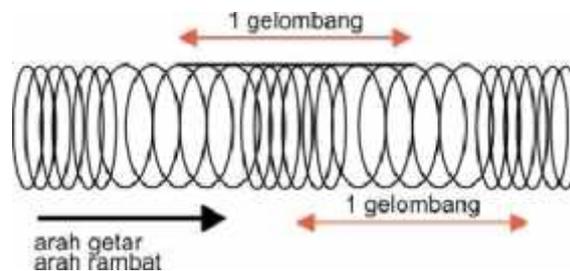


Gambar 2.1 Gelombang Transversal

b. Gelombang Longitudinal

Gelombang longitudinal adalah osilasi atau getaran yang bergerak dalam media secara paralel atau sejajar ke arah gerakan. Ketika satu partikel getaran terganggu, melewatkan gangguan ke partikel berikutnya, serta mengangkut energi gelombang. Ketika energi sedang diangkut, medium partikel bisa bergeser dengan gerakan kiri dan kanan. Misalnya, jika gelombang longitudinal bergerak ke Timur melalui media, gangguan akan bergetar secara paralel pada arah kiri kekanan bergantian bukan gerakan naik turun sebuah gelombang transversal.

Gelombang longitudinal dapat dipecah menjadi dua kategori, yaitu non-elektromagnetik dan elektromagnetik. Perbedaan utama antara keduanya adalah bahwa gelombang elektromagnetik dapat memancarkan energi melalui ruang hampa, sementara gelombang non-elektromagnetik tidak bisa. Gelombang non-elektromagnetik antara lain adalah tekanan dan gelombang suara. Gelombang plasma yang dianggap sebagai gelombang longitudinal elektromagnetik. Dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Gelombang Longitudinal

2.5.3 Bunyi

Bunyi secara harafiah dapat diartikan sebagai suatu yang kita dengar, bunyi merupakan hasil getaran dari partikel-partikel yang berada di udara dan energi yang terkandung dalam bunyi dapat meningkat secara cepat dan dapat menempuh jarak yang sangat jauh.

Defenisi sejenis juga di kemukakan oleh Bruel dan Kjaer (1986) yang menyatakan bahwa bunyi diidentikkan sebagai pergerakan gelombang udara yang terjadi bila sumber bunyi mengubah partikel terdekat dari posisi diam menjadi partikel yang bergerak.

Secara lebih mendetail, Doelle (1972) menyatakan bahwa bunyi mempunyai dua defenisi, yaitu;

1. Secara fisis, bunyi adalah penyampaian tekanan, pergeseran partikel dalam medium elastis seperti udara. Defenisi ini dikenal sebagai bunyi objektif.
2. Secara fisiologis, bunyi adalah sensasi pendengaran yang di sebabkan penyimpangan fisis yang digunakan pada bagian atas. Hal ini disebut sebagai bunyi subjektif.

Secara singkat, bunyi adalah suatu bentuk gelombang longitudinal yang merambat secara perapatan dan perenggangan terbentuk oleh partikel zat perantara serta ditimbulkan oleh sumber bunyi yang mengalami getaran. Rambatan gelombang bunyi disebabkan oleh lapisan perapatan dan perenggangan partikel-partikel udara yang bergerak keluar, yaitu karna penyimpangan tekanan. Hal serupa juga terjadi pada penyebaran gelombang air pada permukaan suatu kolom dari titik dimana batu dijatuhkan.

2.5.4 Sifat-Sifat Bunyi

Bunyi mempunyai beberapa sifat, seperti frekuensi bunyi , kecepatan perambatan, panjang gelombang, intensitas dan kecepatan partikel.

a. Frekuensi

Frekuensi merupakan gejala fisis objektif yang dapat di ukur oleh instrumen-instrumen akustik. Frekuensi adalah ukuran jumlah putaran ulang per peristiwa dalam selang waktu yang diberikan. Untuk memperhitungkan frekuensi, seorang menetapkan jarak waktu, menghitung jumlah peristiwa. Hasil perhitungan ini menyatakan dalam satuan *Hertz* (Hz) yaitu nama pakar fisika Jerman Heinrich Rudolf Hertz yang menemukan fenomena ini pertama kali.

Frekuensi yang dapat di dengar oleh manusia berkisar 20 sampai 20.000 Hz dan jangkauan frekuensi ini dapat mengalami penurunan pada batas atas rentang frekuensi sejalan pada bertambahnya umur manusia. Jangkauan frekuensi audio manusia akan berbeda jika umur manusia juga berbeda. Besarnya frekuensi ditentukan dengan rumus :

$$f = \frac{1}{T} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana: f = Frekuensi (Hz)

T = Waktu (detik)

Periode adalah banyaknya waktu perbanyaknya getaran, sehingga periode berbanding terbalik dengan frekuensi.

$$T = \frac{1}{f} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana: f = Frekuensi (Hz)

T = Waktu (detik)

b. Kecepatan Perambatan

Bunyi bergerak pada kecepatan berbeda-beda disetiap media yang dilaluinya. Pada media gas, udara, cepat rambat bunyi tergantung pada kerapatan, suhu dan tekanan.

$$c = \frac{\gamma Pa}{\rho} \dots \dots \dots (3)$$

atau dalam bentuk sederhana dapat ditulis;

$$c = 20,05\sqrt{T} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana: c = cepat rambat gelombang (m/s)

= rasio panas spesifik (untuk udara = 1,41)

Pa = tekanan atmosfer (pascal)

= kerapatan (Kg/m³)

T = suhu (K)

Pada media padat bergantung pada modulus elastisitas atau angka yang digunakan untuk mengukur objek bahan yang mengalami deformasi elastis ketika gaya diterapkan pada benda itu dan kerapatan, sehingga pada media cair bergantung pada modulus bulk dan kerapatan yang menjelaskan elastisitas *volumetric* atau kecenderungan suatu benda untuk berubah bentuk kesegalah arah ketika diberi tegangan seragam kesegala arah.

c. Panjang Gelombang

Panjang gelombang adalah jarak diantara unit berulang dari gelombang, yang diukur dari satu titik pada gelombang ke titik yang sesuai di unit yang berikutnya. Dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Panjang Gelombang

Panjang gelombang sama dengan kecepatan jenis gelombang dibagi oleh frekuensi gelombang. Ketika berhadapan dengan radiasi elektromagnetik dalam ruang hampa, kecepatan ini adalah kecepatan cahaya c , untuk sinyal gelombang di udara, ini merupakan cepat rambat bunyi. Dapat di tulis sebagai berikut :

$$= \frac{c}{f} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana : λ = panjang gelombang bunyi

c = cepat rambat bunyi (m/s)

f = frekuensi (Hz)

d. Intensitas Bunyi

Intensitas berasal dari bahasa latin yaitu intention yang berarti ukuran kekuatan, keadaan tingkatan atau ukuran intensnya. Pengertian intensitas bunyi yaitu energi bunyi yang tiap detik (daya bunyi) yang menembus

bidang setiap satuan luas permukaan secara tegak lurus. Dapat ditulis sebagai berikut :

$$I = \frac{W}{A} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana : I = intensitas gelombang (W/m^2)

W = daya akustik (Watt)

A = luas area (m^2)

e. Kecepatan Partikel

Radiasi bunyi yang dihasilkan suatu sumber bunyi akan mengelilingi udara sekitarnya. Radiasi bunyi ini akan mendorong partikel udara yang dekat dengan permukaan luar sumber bunyi. Hal ini akan menyebabkan pergerakan partikel – partikel di sekitar radiasi bunyi yang disebut dengan kecepatan partikel.

$$V = \frac{p}{\rho c} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana : V = kecepatan partikel (m/detik)

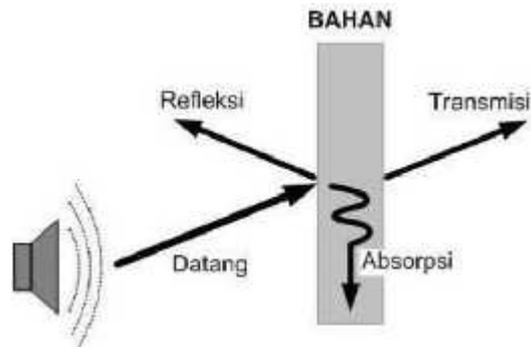
p = tekanan (Pa)

= kecepatan rambat gelombang (m/detik)

2.6 Sifat Akustik

Kata akustik berasal dari bahasa Yunani yaitu *akoustikos*, yang artinya segala sesuatu yang bersangkutan dengan pendengaran pada suatu kondisi ruang yang dapat mempengaruhi mutu bunyi. Terdefenisi sebagai bentuk dan bahan dalam suatu ruang yang terkait dengan perubahan bunyi atau suara yang terjadi. Akustik sendiri berarti gejala perubahan suara karena sifat pantul benda. Akustik ruang sangat berpengaruh dalam reproduksi suara, misalnya dalam gedung rapat

akan sangat mempengaruhi artikulasi dan kejelasan pembicara. Fenomena absorpsi suara oleh suatu permukaan bahan ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Fenomena absorpsi suara oleh suatu permukaan bahan

Fenomena yang terjadi akibat adanya berkas suara yang bertemu atau menumbuk bidang permukaan bahan, maka suara tersebut akan dipantulkan (*reflectged*), diserap (*absorp*), dan diteruskan (*transmitted*) atau ditransmisikan oleh bahan tersebut. Medium gelombang bunyi dapat berupa zat padat, cair, ataupun gas. Frekuensi gelombang bunyi dapat diterima manusia berkisar antara 20 Hz sampai dengan 20 KHz, ataupun dinamakan sebagai jangkauan yang dapat didengar (*audible range*).

2.6.1 Koefisien Absorpsi

Menurut Jailani et al. (2004) penyerapan suara (*sound absorption*) merupakan perubahan energi dari energi suara menjadi energy panas atau kalor. Kualitas dari bahan peredam suara ditunjukkan dengan harga α maka semakin baik penyerapan bahan terhadap bunyi, semakin besar α maka semakin baik digunakan sebagai peredam suara. Nilai α berkisar dari 0 sampai 1. Jika α bernilai 0, artinya tidak ada bunyi yang diserap sedangkan jika α bernilai 1, artinya 100 % bunyi yang dating diserap oleh bahan. Besarnya energi suara yang dipantulkan, diserap, atau diteruskan bergantung pada jenis dan sifat dari bahan atau material

tersebut. Pada umumnya bahan yang berpori (porous material) akan menyerap energi suara yang lebih besar dibandingkan dengan jenis bahan lainnya. Adanya pori – pori menyebabkan gelombang suara dapat masuk kedalam material tersebut. Energi suara yang diserap oleh bahan akan dikonversikan menjadi bentuk energi lainnya, pada umumnya di ubah ke energi kalor.

Perbandingan antara energi suara yang diserap oleh suatu bahan dengan energi suara yang datang pada permukaan bahan tersebut didefinisikan sebagai koefisien penyerap suara atau koefisien absorpsi (α).

$$\alpha = \frac{\text{Absorbed Energy}}{\text{Incident Energy}} \dots\dots\dots (8)$$

Terdapat dua metode untuk mengukur koefisien absorpsi suara, yaitu dengan tabung impedansi (*impedance tube*) dengan menggunakan metode tabung impedansi yang relatif lebih cepat dibanding metode lain yang ditawarkan, maka permasalahan berikutnya adalah bagaimana akuisisi data yang didapat dari percobaan dengan perangkat komputer yang dapat mengukur koefisien absorpsi suara normal. Pengukuran dengan ruang dengung (*reverberation room*) yang dapat mengukur koefisien absorpsi suara merupakan perangkat yang digunakan pada sinyal audio untuk menciptakan atau mensimulasikan sebuah dimensi ruang dengung. Tabel 2.1 berikut merupakan nilai koefisien absorpsi dari beberapa material.

Material	Frekuensi (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Gypsum board (13mm)	0.29	0.1	0.05	0.04	0.07	0.09
Kayu	0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07
Gelas	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02
Tegel geocoustic (81mm)	0.13	0.74	2.35	2.53	2.03	1.73
Beton yang dituang	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
Bata tidak dihaluskan	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.04
Steel deck (150mm)	0.58	0.64	0.71	0.63	0.47	0.4

Tabel 2.1 Koefisien penyerapan bunyi berdasarkan beberapa material

Sumber : Doell, Leslie L,1993

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai serap. Faktor – faktor yang mempengaruhi penyerapan bunyi pada material adalah :

1. Ukuran serat

Koizumi et al. (2002) melaporkan bahwa meningkatnya koefisien serap bunyi diikuti dengan menurunnya diameter serat. Ini disebabkan ukuran serat yang kecil akan lebih mudah berpropagasi dibandingkan dengan serat yang lebih besar pada gelombang suara.

2. Resistansi aliran udara

Salah satu kualitas yang sangat penting yang dapat mempengaruhi karakteristik dari material berserat adalah spesifik resistensi aliran udara per unit tebal material. Karakteristik impedansi dan propagasi konstan yang menggambarkan sifat akustik material berpori.

3. Porositas

Jumlah, ukuran, dan tipe rongga pori adalah faktor yang penting ketika mempelajari mekanisme penyerapan suara pada material berpori. Untuk

memungkinkan disipasi udara dengan gesekan, gelombang suara harus dimasukkan ke material dengan rongga (berpori). Ini berarti harus ada pori yang cukup pada permukaan material untuk dilewati oleh gelombang suara dan diredam. Porositas pada material berporos didefinisikan sebagai rasio volume berpori didalam material kepada jumlah total volume.

4. Ketebalan

Beberapa studi yang berhubungan dengan penyerapan bunyi pada material berpori menghasilkan kesimpulan bahwa absorb suara frekuensi rendah memiliki hubungan langsung dengan ketebalan. Sebuah studi oleh Ibrahim et al. (1978) menunjukkan meningkatkan ketebalan material. Namun, pada frekuensi tinggi ketebalan material tidak terlalu berpengaruh pada penyerapan bunyi.

5. Densitas material sering dianggap menjadi faktor yang penting yang mengatur perilaku absorb suara pada material.

6. Permukaan Impedansi

Nilai permukaan impedansi yang semakin tinggi akan menyebabkan meningkatnya jumlah refleksi bunyi pada permukaan sehingga kemampuan serap berkurang.

2.6.2 *Sound Transmission Loss*

Sound Transmission Loss adalah kemampuan suatu bahan untuk mereduksi suara. Nilainya biasa disebut dengan *decibel* (dB). Semakin tinggi nilai *sound transmission loss* (TL), semakin bagus bahan tersebut dalam mereduksi suara (Bpanelcom 2009). *Sound transmission loss* (STC) adalah kemampuan rata-rata *transmission loss* suatu bahan dalam mereduksi suara dari berbagai frekuensi.

Semakin tinggi nilai STC, semakin bagus bahan tersebut dalam mereduksi suara (Bpnelcomn 2009). Nilai STC ditetapkan berdasarkan baku mutu ASTM E 413 tentang *Classification for Rating Sound Insulation yang dikeluarkan oleh American Society for Testing and Materials (ASTM)*

2.7 Material Akustik

Material akustik adalah material teknik yang fungsi utamanya adalah untuk menyerap suara/bising. Material akustik adalah suatu bahan yang dapat menyerap energi suara yang datang dari sumber suara. Pada dasarnya semua bahan dapat menyerap energi suara, namun besarnya energi yang diserap berbeda-beda untuk tiap bahan. Energi suara tersebut dikonversi menjadi energi panas, Yang merupakan hasil dari friksi dan resistansi dari berbagai material untuk bergerak dan berdeformasi. Sama halnya dengan besar energi suara yang sangat kecil bila dilihat dalam satuan Watt, energi panas yang dihasilkan juga sangat kecil sehingga makroskopis tidak akan terlalu terasa perubahan temperatur pada bahan tersebut.

Peredam suara merupakan suatu hal penting didalam desain akustik dan dapat diklasifikasikan menjadi 4 bagian :

1. Material berpori (Porous Material) seperti bahan akustik yang umum digunakan yaitu mineral wool, plester akustik, sama seperti karpet dan bahan gorden, yang dikarakteristikan dengan cara membuat rajutan yang saling mengait sehingga membentuk pori yang berpola. Pada saluran dan rongga yang sempit dan saling merekat inilah terjadi perubahan energi, dari energi suara menjadi vibrasi, kalor atau perubahan momentum. Daya penyerapan atau peredaman dari suatu

jenis material adalah fungsi dari frekuensi. Penyerapan relatif rendah pada frekuensi rendah dan meningkat terhadap ketebalan material. Absorpsivitas frekuensi rendah dapat ditingkatkan dengan cara melapisi material sehingga menambah ketebalannya. Mengecat plaster dan tile, secara variatif akan menghasilkan efektifitas reduksi yang cukup besar.

2. Membran Penyerapan (panel absorber) lembar bahan solid (tidak porus) yang dipasang dengan lapisan udara dibagian belakangnya (*air space backing*). Bergetarnya panel ketika menerima energi suara serta transfer energi getaran tersebut ke lapisan udara menyebabkan terjadinya efek penyerapan suara. Sama halnya seperti material berpori, yang berfungsi sebagai peredam suara, yaitu merubah energi suara menjadi energi vibrasi dan kalor. Penambahan *porous absorber* pada bagian ruang kosong antara ruang panel dan dinding akan lebih jauh meningkatkan efisiensi dari penyerapan frekuensi rendah.
3. Rongga Penyerap (*cavity resonator*) rongga udara dengan volume tertentu dapat dirancang berdasarkan efek resonator Helmholtz. Efek osilasi udara pada bagian leher (*neck*) yang terhubung dengan volume udara dalam rongga ketika menerima energi suara menghasilkan efek penyerapan suara, menyerap energi suara paling efisien pada pita frekuensi yang sempit di dekat sumber gaungnya. Peredam jenis ini biasanya dalam bentuk elemen tunggal, seperti blok beton standart dengan rongga yang ditempatkan didalamnya: bentuk lain terdiri dari panel yang berlubang-lubang dan kisi-kisi kayu dengan selimut

absorpsi diantaranya. Selain memberikan nilai estetika arsitektur sistem yang baru saja dijelaskan (bentuk kedua) memberikan absorpsi yang berguna untuk rentang frekuensi yang lebih lebar daripada kemungkinan yang diberikan oleh elemen tunggal berongga (struktur sandwich)

4. Penyerapan suara tiap benda diberikan oleh manusia, meja, kursi dan furniture. Furnitur kayu termasuk di dalamnya adalah kursi dan meja. Untuk kondisi dimana terdapat banyak orang dengan meja dan kursi (seperti dapat kita temukan dalam ruang kelas dan ruang kuliah), akan lebih cocok jika digunakan peredaman oleh manusia saja. Dengan menentukan jumlah dan distribusi peredam jenis ini, dapat dimungkinkan untuk merancang kelakuan waktu gaung terhadap frekuensi untuk memperoleh hampir semua lingkungan akustik yang diinginkan. Hal ini juga dapat memungkinkan untuk merancang sebuah ruangan dimana karakteristik gaungnya dapat diubah dengan cara menggeser atau merubah posisi panel dimana posisi permukaan berpengaruh terhadap sifat peredaman yang berbeda. Selama waktu gaung optimum bergantung terhadap fungsi ruangan, dengan cara ini dapat dimungkinkan untuk merancang sebuah ruangan serba guna (*multipurpose rooms*). Bagaimanapun cara seperti ini akan lebih efektif untuk menekan biaya dan memberikan solusi yang fleksibel, khususnya didalam ruangan yang besar

Bahan yang mampu menyerap suara pada umumnya mempunyai struktur berpori atau berserat. Bahan-bahan akustik yang tergolong sebagai bahan penyerap suara antara lain adalah *glass wool*, *rock wool*, *soft board*, *carpet*, *kain busa*, *acoustic tiles* dan lain-lain.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di laboratorium *Noise and Vibration Research Center*. Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan alat ukur kebisingan dengan menguji knalpot standart satria FU 150 dan knalpot komposit serat batang kelapa sawit untuk mengetahui perbandingan karakteristik kebisingan dari kedua jenis material tersebut.

3.1.2 Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian yang diusulkan ini telah dilaksanakan dalam waktu lima bulan atau selama dua puluh minggu, seperti diperlihatkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 3.1 Waktu penelitian

NO	KEGIATAN PENELITIAN	BULAN KE				
		1	2	3	4	5
1	Membuat dan mengadakan seminar proposal penelitian					
2	Mengadakan dan pemasangan perangkat keras penelitian					
3	Melakukan eksperimen					
4	Penyusunan draft laporan					
5	Mengadakan seminar hasil penelitian					
6	Pembuatan laporan dan penggandaan hasil penelitian					

3.2 Pembuatan Knalpot Komposit

3.2.1 Alat dan Bahan Pembuatan Knalpot Komposit

Dalam pembuatan knalpot komposit ini dibutuhkan bahan sebagai berikut:

1. Serat batang kelapa sawit

Pada penelitian pembuatan knalpot komposit ini digunakan serat batang kelapa sawit yang sudah berusia ± 22 tahun. Dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Serat batang kelapa sawit

2. Resin

Resin merupakan material polimer kondensat yang dibentuk berdasarkan reaksi antara kelompok *polyol*, yang merupakan organic gabungan dengan alcohol *multiple* atau gugusan fungsi hidroksi, dan *polycarboxylic* yang mengandung ikatan ganda. Resin adalah jenis polimer *thermoset* yang memiliki rantai karbon yang panjang. Matriks jenis ini memiliki sifat dapat mengeras pada suhu kamar dengan penambahan katalis tanpa pemberian tekanan proses pembentukan. Dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Resin

3. Katalis

Katalis merupakan materi kimia yang digunakan untuk mempercepat reaksi polimerisasi struktur komposit pada kondisi suhu kamar dan tekanan atmosfer. Pemberian katalis dapat berfungsi untuk mengatur pembentukan pengerasan material sehingga material yang sedang dicetak tidak terlalu lama mengeras. Dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Katalis

Ada pun tambahan alat yang dibutuhkan untuk pembuatan knalpot komposit yaitu:

a. Wax Mirror Glaze

Wax ini digunakan untuk mempermudah pelepasan material dari cetakan.

Dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.4 WAX Mirror Glaze

b. Cetakan Knalpot Komposit

Cetakan knalpot komposit ini terbuat dari besi coran yang telah mengalami proses pembubutan dan pengelasan. Cetakan ini digunakan untuk mencetak knalpot komposit serat batang kelapa sawit. Dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Cetakan knalpot komposit

c. Jangka sorong

Jangka sorong ini digunakan untuk mengukur knalpot hasil cetakan. Dapat dilihat pada gambar 3.6



Gambar 3.6 Jangka sorong

d. Timbangan

Timbangan ini digunakan untuk mengukur berat dari bahan yang akan digunakan untuk membuat knalpot komposit. Dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Timbangan digital

e. Ceret plastik

Digunakan untuk tempat pengadukan dan pencampuran resin dan serat batang kelapa sawit sebelum dicetak. Dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Ceret plastik

f. Mesin Bor

Mesin Bor dengan mermata mixer digunakan untuk mengaduk bahan-bahan hingga merata. Dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Mesin Bor

3.2.2 Prosedur Proses Pembuatan Knalpot Komposit

Menurut Azom, *composit casting resin* adalah proses pengecoran *plastic* dimana resin sintetik cair diisi dalam cetakan dan dibiarkan mengeras. Secara tradisional proses ini digunakan untuk produksi skala kecil seperti *prototype industry* dan produk kedokteran gigi. Hal ini juga dapat digunakan oleh penggemar dan produsen untuk membuat mainan, model skala, model objek, patung-patung, dan produk perhiasan skala kecil. *Casting resin relative* sangat mudah digunakan.

Pengembangan berbagai jenis komposit telah meningkatkan permintaan untuk pengecoran resin. Komposit ringan yang banyak digunakan antara lain pada angkatan laut, otomotif, dll.

Proses sederhana untuk pengecoran resin adalah pengecoran gravitasi. Dalam proses ini, resin dituangkan kedalam cetakan dan dibiarkan mengalir oleh gravitasi. Bila resin dicampur, gelembung udara dapat terjadi dalam cairan, ini dapat dihapus dalam ruang vakum. Pengecoran ini juga dapat dilakukan dalam ruang vakum terutama ketika menggunakan cetakan terbuka, untuk mengekstrak gelembung. Hal ini juga dapat dilakukan dalam panis tekanan untuk mengurangi ukuran gelembung udara ke titik dimana mereka tidak terlihat. Akhirnya, tekanan dan gaya sentrifugal dapat digunakan untuk mendorong cairan resin sesuai dengan cetakan.

Dalam pembuatan knalpot komposit ini diperlukan cetakan agar dapat di cor, proses prosedur pencetakan knalpot komposit terbagi atas beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Langkah awal dalam proses pencetakan knalpot komposit ialah menyiapkan bahan-bahan yang diperlukan dalam pencetakan knalpot
2. Langkah kedua ialah oleskan cetakan knalpot bagian *dies* dan *mold* dengan menggunakan *WAX mirror Glaze*



(a)

(b)

Gambar 3.10 (a) pengolesan bagian *dies* cetakan (b) pengolesan bagian *mold* cetakan

- Langkah ketiga ialah tuangkan serat batang kelapa sawit dan resin dengan menggunakan komposisi 85% resin dan 15% serat, dengan takaran 1530 gr resin dan 870 gr serat.



(a)

(b)

Gambar 3.11 (a) Proses pengukuran serat (b) Proses pengukuran resin

- Langkah keempat ialah aduk resin dan serat dengan menggunakan bor bermata *mixer* hingga merata lalu campur adukannya dengan menggunakan katalis.



(a)

(b)

Gambar 3.12 (a) Pengadukan resin dengan serat (b) Pencampuran katalis

5. Langkah kelima ialah penuangan adonan kedalam *dies* hingga merata lalu tutup segera *dies* nya dengan menggunakan *mold* agar adonan tidak mengembang karena panas.



(a)

(b)

Gambar 3.13 Penuangan adonan pada *dies* (b) Penutupan dies pada *mold*

3.3 Pengujian Kebisingan Knalpot Standart dan Knalpot Komposit

3.3.1 Alat

Bahan yang digunakan dalam pengujian kebisingan ini adalah knalpot standart satria FU150 dan knalpot komposit serat batang kelapa sawit dengan komposisi 85% resin dan 15% serat

Adapun alat yang digunakan untuk pengujian kebisingan ini adalah sebagai berikut:

1. *Sound Level Meter*

Alat ini merupakan alat yang digunakan untuk mengukur seberapa besar suara bising mempengaruhi pekerja dalam melaksanakan tugasnya. Fungsi alat ini untuk mengukur intensitas kebisingan antara 30-130 dB dan dari frekuensi 20-20.000 Hz.



Gambar 3.14 *Sound Level Meter*

2. *Speedometer*

Alat ini merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan khususnya kendaraan darat dalam satuan jarak dan waktu, yang merupakan perlengkapan standart setiap kendaraan yang beroperasi di jalan.



Gambar 3.15 *Speedometer*

3. *Alat ukur linier*

Alat ukur linier digunakan untuk mengukur jarak sound level meter ke alat yang akan kita uji.



Gambar 3.16 Alat ukur linier

4. *Tripot*

Tripot ini berfungsi untuk membantu saat pengambilan data kebisingan, dengan adanya alat ini saat pengambilan data kebisingan dapat dilakukan dengan lebih baik dan lebih akurat.



Gambar 3.17 Tripot

5. *Kunci Pas*

Kunci pas ini digunakan untuk menutup dan membuka baut pada cetakan knalpot komposit.



Gambar 3.18 Kunci Pas

3.3.2 Bahan

1. **Knalpot Standar Satria FU 150**

Knalpot ini digunakan untuk menjadi sumber perbandingan kebisingan.

Knalpot berbentuk silinder dengan dimensi sebagai berikut :

Panjang (l) : 370 mm

Diameter luar (d1) : 84 mm

Diameter dalam (d2) : 80 mm



Gambar 3.19 Knalpot standart satria FU150

2. Knalpot Komposit Serat Batang Kelapa Sawit

Knalpot komposit digunakan untuk mencari tahu tingkat kebisingan yang terjadi pada komposisi 85% resin dan 15% serat. Knalpot ini berbentuk silinder dengan dimensi sebagai berikut :

Panjang (l) : 390 mm

Diameter luar (d1) : 100 mm

Diameter dalam (d2) : 80 mm



Gambar 3.20 Knalpot komposit

3.3.3 Prosedur Pengukuran Kebisingan Pada Knalpot

Langkah-langkah dalam pengukuran kebisingan pada knalpot standar maupun knalpot komposit sebagai berikut.

1. Siapkan knalpot standart satria FU 150.
2. Pasang *sound level meter* ke tripod dan operasikan *sound level meter* dengan aturan batas kebisingan 60-120 dB.
3. Ukur jarak antara *sound level meter* ke ujung *silencer* menggunakan alat ukur linier (meteran) dengan jarak 1 meter
4. Arahkan *microphone* yang ada pada *sound level meter* kearah ujung *silencer*.

5. Hidupkan motor.
6. Pada sumbu X lakukan pengambilan data dengan :
 - kecepatan 10 km/jam dengan transmisi gigi 1
 - kecepatan 30 km/jam dengan transmisi gigi 2
 - kecepatan 50 km/jam dengan transmisi gigi 3
 - kecepatan 70 km/jam dengan transmisi gigi 4
 - kecepatan 90 km/jam dengan transmisi gigi 5

Lakukan hal yang sama pada sumbu Y dan Z.

7. Ulangi langkah 3 sampai langkah 6 untuk pengambilan data dengan menggunakan knalpot komposit.
8. Lihat hasil kebisingan yang tertera pada *sound level meter* dan olah data kedua nya dengan menggunakan Microsoft excel.

3.4 Variabel Yang Diamati

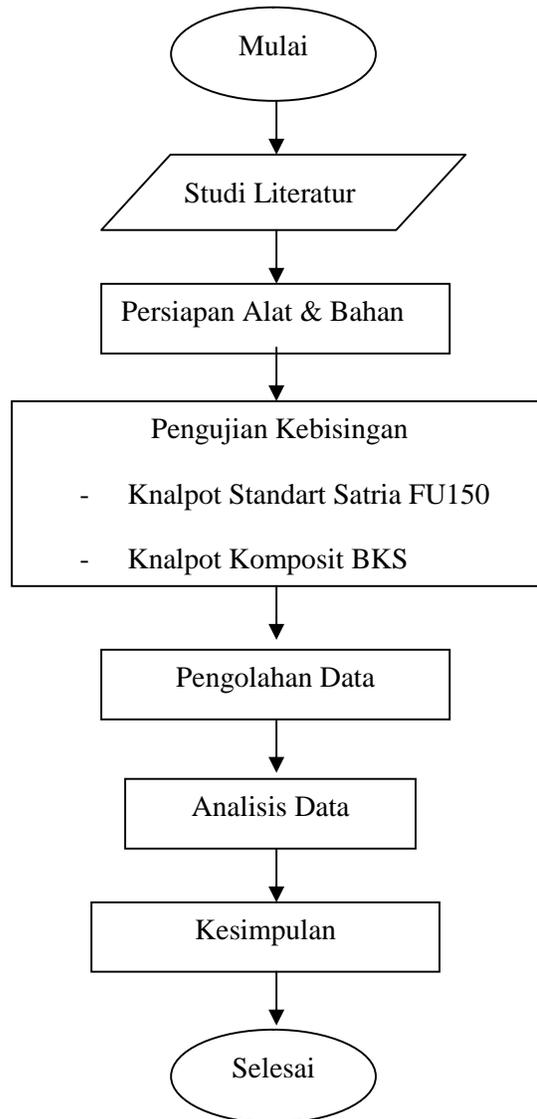
Sesuai dengan maksud eksperimen, variabel ini menjadi fokus perhatian yang perlu dikondisikan untuk pengolahan data guna mendapatkan hasil yang mendekati sempurna. Adapun variabel yang diamati dalam studi eksperimental ini adalah sebagai berikut :

1. Jarak *sound level meter* Bruel & Kjaer type 2238 fulfils ke *silencer*.
2. Frekuensi dari inverter
3. *Noise* pada *silencer* dengan sumbu X, Y dan Z.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dari studi literature, persiapan pengumpulan data, analisis data dan kesimpulan, secara garis besar dapat dilihat pada gambar 3.22.

Diagram alir proses pelaksanaan sebagai berikut:



Gambar 3.22 Diagram alir.