

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ruang sebagai salah satu bentuk arsitektur harus mampu memenuhi tuntutan dasar kenyamanan pengguna. Salah satunya adalah kenyamanan akustik. Ruang dengan kualitas akustik yang baik akan berpengaruh terhadap produktivitas dan keberhasilan aktivitas kerja di dalamnya. Sebaliknya, buruknya kualitas akustik dalam ruang akan menimbulkan kebisingan yang berdampak pada penurunan tingkat kefokuskan dan produktivitas pengguna ruang. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Aini dalam Haslianti (2019) bahwa individu yang konsentrasinya terganggu akan mengalami kesulitan dalam memfokuskan pikirannya sehingga membutuhkan waktu lebih banyak dalam menangkap informasi yang disampaikan. Tidak hanya itu saja, kebisingan yang tinggi dan melebihi ambang batas juga dapat menyebabkan terganggunya kesehatan manusia diantaranya gangguan psikologis, gangguan komunikasi, gangguan keseimbangan dan gangguan pendengaran (Ella Anastasya Sinambela and Rahayu Mardikaningsih, 2022). Terlebih jika dilihat kondisi saat ini, perkembangan industri yang semakin pesat turut diikuti berkembangnya peralatan yang digunakan, baik dari segi transportasi, produksi, komunikasi, hiburan dan sebagainya yang sebagian besar peralatan yang digunakan kerap menghasilkan polusi suara yang tidak diinginkan dan menimbulkan masalah kebisingan.

Material peredam suara sangat berperan penting dalam pengendalian kebisingan untuk menciptakan suasana lingkungan akustik yang baik. Hal ini sesuai dengan pendapat Long (2009) dalam Putra *dkk.* (2020) yang menyatakan bahwa pengendalian bunyi dan akustik dalam ruang dapat dilakukan dengan pengendalian getaran dan juga menggunakan material yang efektif. Jenis bahan peredam suara yang telah ada yaitu bahan berpori seperti foam, glass wool, rockwool, dan resonator. Namun penggunaan material-material ini masih relatif rendah karena harganya yang tinggi. Selain itu pemanfaatan serat foam seperti glass woll, rockwoll memiliki dampak yang buruk bagi kesehatan utamanya paru-paru dan mata (Nasri and Shofwati, 2018).

Limbah tentunya menjadi salah satu pilihan terbaik untuk dimanfaatkan kembali sebagai bahan baku pembuatan material komposit akustik. Salah satu limbah yang potensial dijadikan material akustik adalah limbah *Styrofoam* karena karakteristiknya yang serupa dengan bahan akustik pada umumnya, yaitu memiliki pori yang berfungsi sebagai rongga udara yang mampu menyerap kebisingan. Selain itu *styrofoam* menjadi limbah yang sangat mencemari lingkungan. Hal ini dibuktikan oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang telah melakukan penelitian di 18 kota utama di Indonesia dan menemukan sebanyak 270.000 hingga 590.000

ton sampah masuk ke laut Indonesia selama 2018, dan jumlah sampah tersebut didominasi oleh styrofoam.

Styrofoam umumnya digunakan sebagai bahan pengemasan produk baru sebagai pelindung dari tekanan, benturan dan getaran yang biasanya akan langsung dibuang begitu saja menjadi limbah. Limbah *Styrofoam* sangat sulit untuk terurai dalam tanah sehingga berdampak mencemari lingkungan, dan jika dibakar akan menghasilkan senyawa berbahaya yang dapat mencemari udara sekitar (Setyowati, 2014). Untuk itu limbah *Styrofoam* perlu untuk dimanfaatkan sebagai upaya mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas *Styrofoam* sebagai bahan peredam suara. Rohman AS dkk. (2022) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa *Styrofoam* dapat bertindak sebagai kontrol kebisingan yang efektif, lebih lanjut Rohman AS dkk. (2022) juga mengungkapkan bahwa *Styrofoam* memiliki kinerja penyerapan suara yang signifikan pada frekuensi rendah dan nilai penyerapan bunyi yang semakin meningkat seiring meningkatnya ketebalan *Styrofoam*. Selain itu, *Styrofoam* juga memiliki keunggulan lain yaitu memiliki bobot yang ringan, tidak menyerap air, tahan terhadap asam, basa, garam dan bahan korosif lainnya, serta memiliki struktur berbentuk butiran yang dapat digunakan sebagai bahan pengisi komposit (Rohman, Yulianto and Nurbaiti, 2022). Namun disisi lain *styrofoam* memiliki ketahanan yang rendah dari segi kekuatan. Hal ini diungkapkan Nasution *et al.*, (2018) yang menyatakan bahwa penggunaan *styrofoam* bekas sebagai bahan komposit akan menghasilkan kekuatan mekanik yang rendah sehingga memerlukan tambahan bahan penguat lainnya.

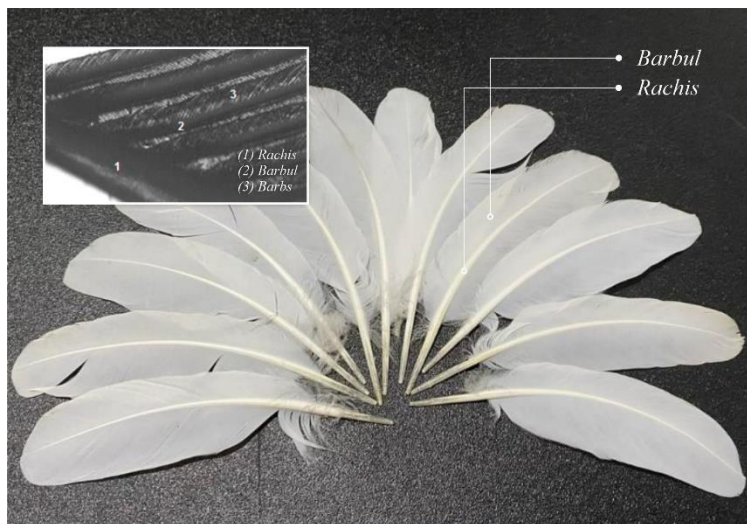
Bulu ayam merupakan limbah yang saat ini juga telah banyak diteliti sebagai bahan peredam akustik. Beberapa hasil penelitian tentang penggunaan limbah bulu ayam sebagai bahan akustik menyatakan bahwa limbah bulu ayam memiliki potensi yang baik sebagai bahan penyerap suara karena memiliki tingkat penyerapan yang tinggi (Haisah and Muhrim 2019; Kusno *et al.* 2019; Fahiruddin, Sarkawi, and Hartono 2022). Selain itu, dalam sebuah penelitian yang dilakukan oleh Bessa *et al* (2017) juga menemukan bahwa limbah bulu ayam memiliki karakteristik morfologi yang menunjukkan struktur berongga yang berkontribusi terhadap penyerapan gelombang suara dan juga memiliki porositas yang lebih rendah sehingga dapat dikembangkan bahan komposit yang lebih ringan. Fakta lainnya, dalam sebuah penelitian yang dilakukan oleh Ali MD. F *et al.*, (2021) menemukan bahwa pemuatan bulu ayam dalam komposit dapat meningkatkan kekuatan tarik sebesar 64% dibandingkan dengan sampel kontrol, lebih lanjut dalam penelitian tersebut juga diungkapkan bahwa penambahan bulu ayam dalam komposit dapat meningkatkan kekuatan tekan sebesar 103% lebih baik dari sampel kontrol.

Berdasarkan uraian di atas, dapat dipahami bahwa *Styrofoam* dan bulu ayam merupakan limbah yang dapat dikembangkan menjadi material komposit akustik yang efektif. *Styrofoam* yang unggul dalam hal densitas yang rendah, sedangkan bulu ayam memiliki kekuatan mekanik dan penyerapan suara yang baik, sehingga dalam penggabungan kedua bahan tersebut diharapkan dapat dihasilkan bahan

komposit yang mampu menyerap suara dengan baik dan juga lebih ringan dan kuat. Dengan demikian ketika kedua bahan tersebut dipadukan dapat menjadi komposisi material akustik yang efektif. Berdasarkan hal tersebut penulis bermaksud untuk melakukan sebuah penelitian terhadap panel komposit penyerap suara dengan memanfaatkan bahan limbah *Styrofoam* dan bulu ayam yang bertujuan untuk melihat karakteristik komposit yang diamati dari pengaruh variasi komposisi terhadap nilai koefisien penyerapan suara dan kekuatan tekan material komposit akustik styrofoam dan bulu ayam.

1.2 Teori

Komposit merupakan material yang terbentuk dari dua atau lebih komponen yang berbeda yang memiliki sifat-sifat yang berbeda sehingga menjadi suatu material yang memiliki sifat yang tergabung dari material pembentuknya (Manurung *et al.*, 2020)(Siagian, Hakiem and Putra, 2024). Dua komponen utama pembentuk komposit yaitu bahan penguat (reinforcement) dan bahan perekat (matrik). Pada penelitian ini yang bertindak sebagai reinforcement adalah *styrofoam* dan bulu ayam, dan *Polyvinil Acetate* (PVAc) sebagai matrik. Pada penelitian ini digunakan *styrofoam* berbentuk butiran (*granular*) atau disebut juga sebagai *styrofoam beads*. *Styrofoam* yang berbentuk butiran ini dapat dengan mudah dijadikan bahan penyusun komposit. Selain itu butiran *styrofoam* (*styrofoam beads*) dapat membentuk celah atau rongga antar butiran, celah ini akan menjadi jalur gelombang suara dan akhirnya dikonversi menjadi panas, sehingga intensitas suara akan berkurang. *Styrofoam* memiliki sifat yang lemah dari segi kekuatannya, sifat lemah *styrofoam* ini akan ditingkatkan dengan mencampurkannya dengan bulu ayam. Bulu ayam memiliki potensi yang baik dalam penyerapan suara dan pemuatan bulu ayam pada komposit mampu meningkatkan kekuatan mekanis komposit. Pada penelitian ini struktur bulu ayam yang digunakan yaitu keseluruhan bagian bulu ayam yang terdiri dari 3 struktur utama yaitu *rachis* (1), *barbul* (2), dan *barbs* (3) yang ditunjukkan pada Gambar 1. Penelitian oleh Bessa *et al* (2017) menemukan bahwa pada struktur bulu ayam ini terdapat banyak saluran internal berongga yang berkontribusi terhadap penyerapan gelombang suara.



Gambar 1 Struktur bulu ayam

Suatu bahan komposit dapat dikategorikan sebagai material akusitik jika memiliki kemampuan menyerap atau meredam suara berdasarkan kriteria nilai koefisien penyerapan suara yang telah disyaratkan. Menurut Mediastika (2005) koefisien absorpsi suara merupakan perbandingan antara energi suara yang diserap oleh suatu material terhadap energi suara yang menabrak permukaan material tersebut. Semakin besar nilai α , maka material tersebut dinilai semakin baik dalam kemampuannya menyerap suara. Nilai α ditentukan dalam kisaran angka 0 sampai 1. Jika α bernilai 0 itu berarti tidak ada bunyi yang diserap oleh material, sedangkan jika nilai α bernilai 1 artinya material menyerap 100% bunyi yang datang mengenainya, misalnya pada frekuensi 500 Hz suatu material akustik menyerap 75% energi suara yang mengenainya dan memantulkan 35% yang lainnya, maka material tersebut memiliki nilai koefisien penyerapan suara (α) sebesar 0,75. Namun demikian, suatu material disebut menyerap dengan baik atau bersifat menyerap bila kemampuan serapnya atau NRC adalah $\geq 0,20$ (M. David Egan, 1972) dan jika nilai NRC dibawah 0,2 maka material tersebut bersifat reflektif.

Adapun kekuatan mekanis merupakan sifat dari kemampuan suatu bahan pada saat menerima atau menahan beban dari pengaruh lingkungan luar. Dalam penelitian ini kekuatan mekanis yang akan diuji yaitu kekuatan tekan material. Kekuatan tekan material dapat ditentukan dengan menggunakan alat pengujian Destruktif test dan Non-Destruktif test. Pengujian Destruktif test merupakan jenis pengujian yang merusak atau menghancurkan objek yang diuji, tujuannya adalah untuk memahami perilaku objek saat menghadapi beban tertentu. Sementara pengujian Non-Destruktif test adalah jenis pengujian yang tidak merusak benda yang diuji, tujuannya untuk mengidentifikasi kualitas material atau batas kekuatan atau ketahanan material tanpa harus merusaknya. Slah satu alat yang bisa digunakan

adalah *Ultrasonic Pulse Velocity Test* (UPVT) merupakan suatu metode penilaian mutu material dengan menggunakan metode kecepatan pada pulsa ultrasonik yaitu dengan melakukan pengukuran perjalanan pulse ultrasonik dengan cara melewati material yang sedang dilakukan pengujian. Kecepatan ini berkaitan erat dengan kekuatan dan kepadatan material. Semakin tinggi kecepatan rambat gelombang maka semakin padat dan kuat material yang sedang diuji.

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh ketebalan sampel komposit styrofoam dan bulu ayam terhadap nilai koefisien penyerapan suara?
2. Bagaimana pengaruh perbandingan volume sampel komposit styrofoam dan bulu ayam terhadap nilai koefisien penyerapan suara?
3. Bagaimana kekuatan mekanis (kekuatan tekan) dari material komposit styrofoam dan bulu ayam?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh ketebalan material sampel komposit *styrofoam* dan bulu ayam terhadap nilai koefisien penyerapan suara.
2. Untuk mengetahui pengaruh perbandingan volume sampel komposit *styrofoam* dan bulu ayam terhadap nilai koefisien penyerapan suara.
3. Untuk mengetahui kekuatan mekanis (kekuatan tekan) dari material komposit *styrofoam* dan bulu ayam.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoretis
Hasil penelitian ini menyediakan informasi tentang pengaruh ketebalan dan perbandingan volume *styrofoam* dan bulu ayam terhadap nilai koefisien penyerapan suara dan juga informasi terkait nilai mekanis (kekuatan tekan) komposit *styrofoam* dan bulu ayam yang diharapkan dapat berguna untuk penelitian selanjutnya.
2. Manfaat Praktis
Diharapkan hasil penelitian ini dapat mengembangkan material peredam suara berbahan dasar *Styrofoam* dan bulu ayam sehingga menjadi referensi alternatif baru pembuatan material akustik dari bahan limbah yang bernilai ekonomis serta mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

1.6 Batasan Masalah

1. Bahan utama yang digunakan adalah limbah *styrofoam* dan bulu ayam.
2. Perekat yang digunakan adalah *Polyvinil Acetate* (PVAc).
3. Diameter sample pengukuran absorpsi bunyi adalah 9,8 cm disesuaikan dengan ukuran tabung impedansi.
4. Dimensi sampel uji kekuatan tekan berbentuk silinder diameter 10 cm dan tinggi 10 cm.
5. Variasi ketebalan sample uji absorpsi bunyi yaitu 1 cm ; 2,5 cm ; 4 cm.
6. Variasi perbandingan volume sampel antara *styrofoam* dan bulu ayam yaitu 80:20% ; 60:40% ; 40:60% ; 20:80%.
7. Alat pengukuran penyerapan suara menggunakan Tabung Impedansi.
8. Perekaman sinyal bunyi menggunakan aplikasi *Brüel & Kjaer*.
9. Alat pengukuran kekuatan tekan menggunakan *Ultrasonic Pulse Velocity Test* (UPVT).
10. Pengolahan data menggunakan aplikasi Microsoft Excel.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Metode dan Jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif. Metode kuantitatif bertujuan untuk menjelaskan suatu fenomena ditinjau dari hubungan sebab akibat antar variabel dengan cara memanipulasikan atau memberikan perlakuan terhadap suatu variabel dengan cara tertentu sehingga berpengaruh pada variabel lain yang diukur.

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian experimental laboratorium yaitu penelitian yang dilakukan di laboratorium untuk mengetahui atau memperoleh informasi pengaruh variasi komposisi dalam hal ini variasi ketebalan dan variasi volume terhadap nilai koefisien serap bunyi, selain itu pada penelitian ini juga akan diukur nilai kekuatan tekan material akustik limbah *styrofoam* bulu ayam.

2.2 Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium yang berada di Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, yaitu di Laboratorium akustik untuk penelitian nilai koefisien penyerapan suara dan di Laboratorium Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan untuk penelitian uji kekuatan tekan. Adapun waktu pelaksanaan penelitian ini dimulai pada bulan Desember s/d Maret 2024.

2.3 Variabel Penelitian

Menurut Sugiono (2016) variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai orang, objek kegiatan yang mempunyai sifat tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya.

Penelitian ini terdiri atas dua variabel yaitu variabel bebas (*independent*) dan variabel terikat (*dependent*). Variabel bebas merupakan variabel yang memberi pengaruh sedangkan variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi. Adapun yang menjadi variabel dalam penelitian ini adalah:

- a) Variabel bebas (Independent): Variasi komposisi dalam hal ini variasi ketebalan dan variasi perbandingan volume. Variasi ketebalan yang digunakan disesuaikan dengan ketebalan material akustik pada umumnya yang tersedia di pasaran yaitu 1 cm, 2.5 cm dan 4 cm. Pada penelitian ini digunakan perbandingan volume antara styrofoam dan bulu ayam yaitu 80:20% ; 60:40% ; 40:60% ; 20:80%.
- b) Variabel terikat (Dependent) : Pada penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah nilai koefisien penyerapan suara dan nilai kekuatan tekan.

2.4 Defenisi Operasional Variabel

Defenisi operasional adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari objek atau kegiatan yang memiliki variasi tertentu yang telah ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Dalam penelitian ini, defenisi operasional variabel yang akan diteliti adalah sebagai berikut:

Panel komposit akustik merupakan bahan yang terbentuk dari 2 komponen utama yaitu *matriks* (PVAc) sebagai perekat dan *filler* (bulu ayam dan *Styrofoam*) sebagai bahan pengisi atau penguat yang mana panel komposit akustik ini berfungsi sebagai material peredam suara bising.

Variasi komposisi adalah perbedaan dalam komposisi campuran yang digunakan dalam pembuatan material akustik. Dalam hal ini variasi komposisi merujuk pada perbedaan perbandingan volume dan ketebalan.

Koefisien serap suara merupakan efisiensi penyerapan bunyi suatu material yaitu banyaknya gelombang bunyi datang yang diserap (tidak dipantulkan). Suatu material dikategorikan baik dengan nilai penyerapan suara minimal 0,20.

Kekuatan tekan merupakan kemampuan komposit untuk menerima gaya atau menahan beban persatuan luas. Suatu material dikategorikan baik dengan interpretasi hasil tes di atas 3,0.

2.5 Instrumen Penelitian

2.5.1 Alat Penelitian

Beberapa alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Alat pada tahap persiapan:

- 1) Wadah
- 2) Gunting
- 3) Gelas ukur
- 4) Timbangan digital
- 5) Masker

b. Alat pada tahap pengukuran:

Alat Pengukuran Nilai Penyerapan Suara

- 1) Tabung impedansi, merupakan alat pengukur absorpsi suara suatu bahan pada gelombang bunyi tertentu. Prinsip kerja dari tabung impedansi adalah bunyi dibangkitkan oleh generator, kemudian bunyi tersebut akan dikirimkan ke *loudspeaker* yang akan disalurkan melalui tabung hingga ke permukaan spesimen. Setelah bunyi menyentuh permukaan spesimen tersebut, maka sebagian bunyi akan diserap dan sebagian lagi akan dipantulkan. Bunyi yang

dipantulkan akan menyentuh microphone yang terpasang pada tabung *impedansi* (Ariawan, Zulkifli and Asniawaty, 2023).



Gambar 2 Tabung Impedansi

- 2) Mikrofon, sebagai suatu transduser yang menghasilkan isyarat elektrik saat digerakkan oleh gelombang suara. Mikrofon ini berfungsi sebagai penangkap gelombang suara yang berinterferensi dalam tabung.



Gambar 3 Mikrofon

- 3) Amplifier, berfungsi untuk dapat menguatkan sinyal yang diterima oleh mikrofon.



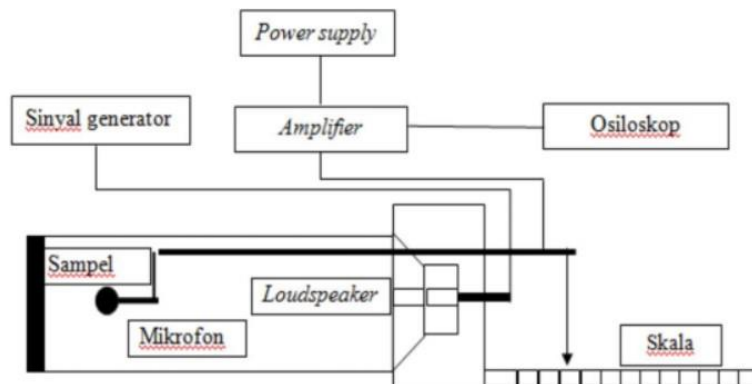
Gambar 4 Amplifier

- 4) Sinyal Generator, generator berfungsi untuk menghasilkan signal yang dihubungkan dengan *loudspeaker* sehingga menghasilkan sumber bunyi dengan berbagai frekuensi.



Gambar 5 Signal Generator

- 5) Sumber suara (*speaker*), berfungsi untuk meneruskan bunyi yang dibangkitkan dari generator sinyal dan diperkuat oleh amplifier.
- 6) Aplikasi *Brüel & Kjaer*, merupakan software yang berfungsi untuk menentukan sifat akustik dari kebisingan material yang akan diuji, apakah material uji tersebut bersifat menyerap suara atau hanya mengurangi transmisi suara di udara. Aplikasi *Brüel & Kjaer* nantinya akan disambungkan ke tabung impedansi.



Gambar 6 Skema rangkaian tabung impedansi, Defrizal and Elvaswer (2021)

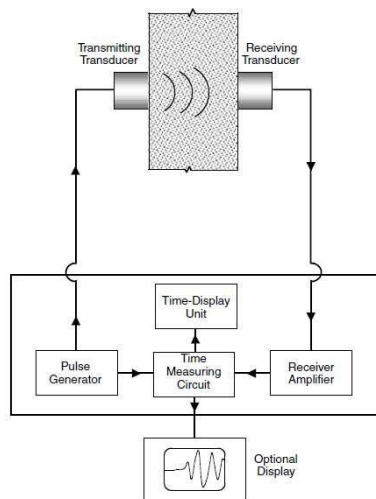
Alat Pengukuran Nilai Kekuatan Tekan

Ultrasonic Pulse Velocity Test (UPVT) merupakan alat pengujian non-destruktif yang digunakan untuk menguji kekuatan dan kualitas beton, terdiri dari beberapa komponen yaitu:

- Satu buah Read-out Unit PUNDIT (Portable Unit Non Destructive Indicator Tester).
- Dua buah transducer 54 Hz (masing-masing sebagai transmitter dan receiver).
- Satu buah Calibration Bar serta kabel-kabel dan connector



Gambar 7 *Ultrasonic Pulse Velocity Test* (UPVT)



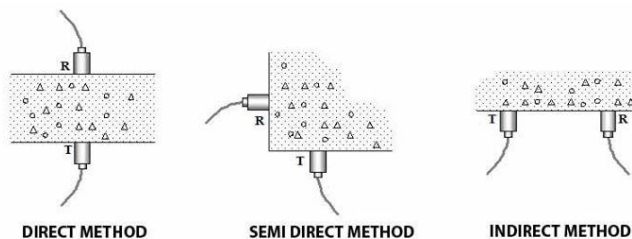
Gambar 8 Skema rangkaian *Ultrasonic PulseVelocity Test* (UPVT)

Pada penggunaan alat ini, dua sensor ultrasonik digunakan. Sensor pertama bertindak sebagai pemancar gelombang sedangkan sensor kedua berfungsi sebagai penerima. Gelombang ultrasonik dikirimkan melalui material uji oleh sensor pemancar dan kemudian diterima oleh sensor penerima. Waktu yang digunakan untuk gelombang bergerak dari transduser pemancar menuju penerima diukur, dicatat dan dihitung dengan persamaan berikut.

$$\text{Kecepatan Pulsa (V)} = \frac{\text{Panjang lintasan (L)}}{\text{Waktu kecepatan (T)}} \dots\dots\dots (2)$$

Pulsa ultrasonik dapat diproyeksikan berdasarkan standar pengujian BS 1881-203; ASTM C597. Pengukuran ke dalam material dilakukan berdasarkan 3 metode, yaitu:

1. Transmisi langsung (*Direct transmission*), yaitu transmitter dan receiver berada pada dua permukaan yang paralel.
2. Transmisi semi langsung (*Semi-Direct Transmission*), yaitu transmitter dan receiver berada pada dua permukaan yang saling tegak lurus.
3. Transmisi tidak langsung atau permukaan (*Indirect or Transmission Surface*), yaitu kedua transducer berada pada permukaan yang sama.



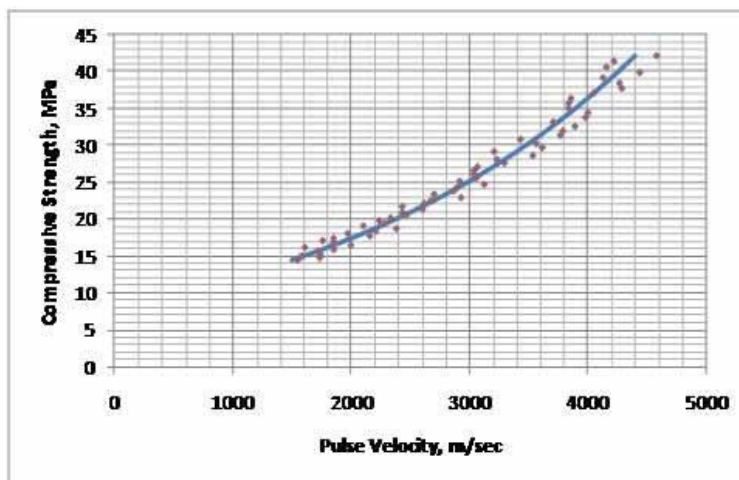
Gambar 9 Metode pengujian UPVT

Adapun interpretasi hasil tes *Ultrasonic Pulse Velocity Test* (UPVT) untuk menentukan kualitas material uji dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 10.

Tabel 1 Interpretasi hasil tes UPVT

Kecepatan Pulsa (Km/s)	Kualitas
Diatas 4,5	Sangat Bagus
3,5-4,5	Bagus
3,0-3,5	Sedang
Dibawah 3,0	Diragukan

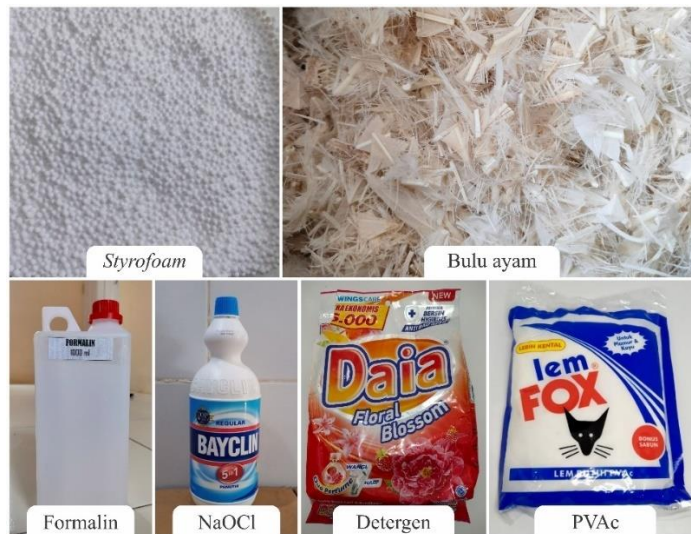
Sumber: <https://civilunlimited.com/>



Gambar 10 Hubungan empiris antara kecepatan hasil UPV dengan kuat tekan hasil uji tekan, Mushar *et al.*, (2024)

2.5.2 Bahan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini bahan yang digunakan adalah bulu ayam dan Styrofoam dalam bentuk butiran (*granular*), detergen cair, formalin, cairan *Natrium Hipoklorit* (NaOCl), perekat *Polyvinil Acetate* (PVAc).



Gambar 11 Bahan Penelitian

2.6 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan cara-cara yang digunakan untuk memperoleh data primer dan data sekunder untuk mencapai tujuan penelitian. Data primer merupakan sumber data langsung yang diperoleh secara langsung dari sumber pertama. Data primer pada penelitian ini didapatkan melalui pengukuran sampel di laboratorium dengan menggunakan alat ukur Tabung Impedansi dan alat *Ultrasonic Pulse Velocity Test* (UPVT). Sementara data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber yang sudah ada seperti buku, jurnal penelitian, maupun artikel yang membahas terkait penelitian. Pada penelitian ini data sekunder diperoleh dari teori dan hasil penemuan yang relevan.

2.7 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

2.7.1 Tahap Persiapan

a. Penentuan Variasi Sampel

Sampel yang disediakan berdasarkan tujuan pengukuran yang akan dilakukan yaitu pengukuran nilai penyerapan suara dan nilai kekuatan tekan. Untuk pengukuran nilai penyerapan suara sampel yang dibuat berdasarkan 2 variabel yang akan diuji, yaitu perbedaan perbandingan volume dan ketebalan. Secara keseluruhan sampel uji untuk pengukuran nilai penyerapan suara ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Sampel pengujian koefisien penyerapan suara

Kode Sampel	Ketebalan	Perbandingan Volume %	
		Styrofoam	Bulu Ayam
V.SB-80:20 1	1	80	20
V.SB-60:40 1		60	40
V.SB-40:60 1		40	60
V.SB-20:80 1		20	80
V.SB-80:20 2.5	2.5	80	20
V.SB-60:40 2.5		60	40
V.SB-40:60 2.5		40	60
V.SB-20:80 2.5		20	80
V.SB-80:20 4	4	80	20
V.SB-60:40 4		60	40
V.SB-40:60 4		40	60
V.SB-20:80 4		20	80

Untuk variabel perbandingan volume antara styrofoam dan bulu ayam, variasi yang akan diuji yaitu perbandingan 80:20, 60:40, 40:60, 20:80. Untuk variabel ketebalan, disediakan sampel dengan ketebalan 1 cm, 2,5 cm, 4 cm.

Pada pengujian kekuatan tekan, sampel yang disediakan berbentuk silinder dengan dimensi alas diameter 10 cm dan tinggi 10 cm, dengan perbandingan volume yaitu 80:20, 60:40, 40:60, 20:80. Variasi komposisi pengukuran kekuatan tekan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Sampel pengujian kekuatan tekan

Kode Sampel	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Perbandingan Volume %	
			Styrofoam	Bulu Ayam
T.SB-80:20	10	20	80	20
T.SB-60:40			60	40
T.SB-40:60			40	60
T.SB-20:80			20	80

b. Menghitung Densitas Bahan Penelitian

Densitas atau massa jenis merupakan pengukuran massa setiap satuan volume atau dapat diartikan sebagai ukuran perbandingan antara massa benda dengan volume. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, semakin besar pula massa setiap volumenya. Dalam penelitian ini langkah-langkah untuk menentukan densitas bahan adalah sebagai berikut:

1. Siapkan bahan yang akan dihitung densitasnya.
2. Masukkan bahan tersebut ke dalam gelas ukur 500 ml sambil dipadatkan dengan cara sedikit ditekan hingga memenuhi wadah.
3. Siapkan timbangan digital dan letakkan wadah di atasnya.
4. Catat angka hasil pengukuran yang tertera pada timbangan digital

5. Setelah mengetahui berat masing-masing bahan, untuk menghitung densitas material dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

ρ = Massa jenis bahan (g/cm³)

m = Massa (m)

v = volume yang terukur (cm³)

Tabel 4 menunjukkan informasi nilai massa, volume, dan hasil perhitungan massa jenis bahan penelitian.

Tabel 4 Massa jenis bahan penelitian

Material	Massa (gr)	Volume terukur (ml)	Densitas (gr)
Styrofoam	22	500	0.04
Bulu Ayam	100	500	0.20

c. Menghitung Komposisi Sampel

Komposisi material ditentukan berdasarkan volume dan ketebalan sampel yang akan digunakan. Pada penelitian ini terdapat 3 ketebalan sampel yang digunakan yaitu ketebalan 1 cm ; 2,5 cm ; 4 cm dengan perbandingan volume styrofoam dan bulu ayam yaitu 80:20, 60:40, 40:60, 20:80. Sebagai contoh perhitungan komposisi material untuk tebal 2,5 cm dengan perbandingan 80:20, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Menentukan volume cetakan

Tebal sampel 2,5 cm

Volume = Luas alas x Tinggi

Volume cetakan = 78,5 cm² x 2,5 cm = 196,25 cm³

2. Menentukan volume masing-masing perbandingan material

Styrofoam (St) = 80%

Bulu ayam (Ba) = 20%

Vol_{St} = V_{cetakan} X %_{styrofoam} = 196,25 cm³ x 80% = 157 cm³

Vol_{Ba} = V_{cetakan} X %_{bulu ayam} = 196,25 cm³ x 20% = 39,25 cm³

3. Menghitung massa masing-masing perbandingan material

m_{St} = Massa jenis x Vol_{St} = 0,05 x 157 cm³ = 7,85 gr

m_{Ba} = Massa jenis x Vol_{Ba} = 0,20 x 39,25 cm³ = 7,85 gr

Secara keseluruhan komposisi sampel yang digunakan untuk pengukuran dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 berikut.

Tabel 5 Komposisi sampel pengukuran penyerapan suara

Ketebalan	Kode Sampel	Volume (%)	Styrofoam (gr)	Bulu ayam (gr)	PVAc (gr)	Air (ml)
1	V.SB-60:40 1	80 : 20	3.14	3.14	16.07	8.04
	V.SB-60:40 1	60 : 40	2.36	6.28		
	V.SB-40:60 1	40 : 60	1.57	9.42		
	V.SB-20:80 1	20 : 80	0.79	12.56		
2.5	V.SB-80:20 2.5	80 : 20	7.85	7.85	40.18	20.09
	V.SB-60:40 2.5	60 : 40	5.89	15.70		
	V.SB-40:60 2.5	40 : 60	3.93	23.55		
	V.SB-20:80 2.5	20 : 80	1.96	31.40		
4	V.SB-80:20 4	80 : 20	12.56	12.56	64.29	32.15
	V.SB-60:40 4	60 : 40	9.42	25.12		
	V.SB-40:60 4	40 : 60	6.28	37.68		
	V.SB-20:80 4	20 : 80	3.14	50.24		

Tabel 6 Komposisi sampel pengukuran kekuatan tekan

Ketebalan (cm)	Kode Sampel	Volume (%)	Styrofoam (gr)	Bulu ayam (gr)	PVAc (gr)	Air (ml)
10	T.SB-80:20	80 : 20	32.67	32.67	167.22	83.61
	T.SB-60:40	60 : 40	24.50	65.34		
	T.SB-40:60	40 : 60	16.33	98.01		
	T.SB-20:80	20 : 80	8.17	130.67		

d. Pengumpulan dan pengolahan bahan

1) Bulu Ayam

- Limbah bulu ayam dikumpulkan atau diambil dari peternakan ayam potong.
- Kemudian bulu ayam tersebut dibersihkan dengan memisahkan bagian-bagian yang tidak dibutuhkan seperti kulit, ari, dan yang lainnya. Selanjutnya bulu ayam dicuci 3x menggunakan air bersih dan detergen untuk menghilangkan noda dan darah yang masih melekat pada bagian bulu ayam.



Gambar 12 Proses pencucian

- Setelah proses pencucian, bulu ayam direbus dengan air mendidih 100°C untuk menghilangkan microorganisme yang masih menempel.
- Setelah proses perebusan, bulu ayam tersebut direndam dalam larutan pengawet formalin dan larutan *natrium hipoklorit* agar lebih bersih, tahan lama dan mencegah proses pembusukan. Perendaman dilakukan selama 2 hari.
-



Gambar 13 Proses perendaman

- Setelah proses perendaman, bulu ayam kemudian dibilas hingga bersih.
- Tahap selanjutnya bulu ayam yang telah dibersihkan dikeringkan di bawah terik matahari hingga kandungan airnya benar-benar menghilang. Proses pengeringan dilakukan selama 5-7 hari.



Gambar 14 Proses pengeringan

- Setelah kering sempurna, bulu ayam kemudian digunting menjadi potongan kecil-kecil berukuran 0,5 – 1,5 cm.



Gambar 15 Bulu ayam yang telah digunting
Menjadi potongan kecil

2) Styrofoam

- Pada penelitian ini styrofoam yang digunakan merupakan styrofoam berbentuk butiran (*granular*) tidak dilakukan *treatment* khusus pada *styrofoam* sebelum dicampurkan dengan bahan komposit lainnya.



Gambar 16 Styrofoam

e. Pembuatan Sampel (Pencetakan, pengeringan, dan Pengamplasan)

Pada tahapan ini dilakukan pencetakan sampel uji yang dibentuk dengan menggabungkan styrofoam dan bulu ayam sebagai filler digabungkan dengan PVAc sebagai matrik. Adapun langkah-langkah dalam pencetakan sampel sebagai berikut:

1. Styrofoam, bulu ayam, dan matrik terlebih dahulu ditimbang berdasarkan komposisi yang telah ditentukan sebelumnya.
2. Styrofoam, bulu ayam, dan matrik yang telah ditimbang dimasukkan dalam wadah kemudian dicampurkan dengan cara diaduk hingga rata.



Gambar 17 Proses pencampuran matrik dan filler serat

3. Adonan sampel yang telah tercampur kemudian dimasukkan ke dalam cetakan dan ditekan-tekan hingga permukaannya rata.



Gambar 18 Proses pencetakan

4. Setelah dicetak kemudian sampel dikeringkan hingga setengah kering agar sampel mudah dipisahkandan.



Gambar 19 Proses pengeringan sampel

5. Setelah setengah kering, sampel kemudian dilepaskan dari cetakan dan dikeringkan kembali hingga kering sempurna. Proses pengeringan berlangsung 3-7 hari.



Gambar 20 Sampel yang telah dipisahkan dari cetakan

6. Setelah sampel kering sempurna, tahap selanjutnya yaitu dilakukan pengamplasan untuk meratakan bagian pinggiran sampel.

2.7.2 Tahap Pengukuran

a. Pengukuran Nilai Penyerapan Suara

Peralatan yang digunakan untuk mengukur koefisien serap suara adalah tabung impedansi tipe 4206 dengan dua mikrofon sesuai dengan standarisasi ASTM E1050-1998. Pengoperasian tabung impedansi dihubungkan dengan beberapa alat yaitu

amplifier, generator sinyal, catu daya, mikrofon dan loudspeaker. Sinyal generator yang dihubungkan dengan loudspeaker menghasilkan output berupa bunyi yang memiliki frekuensi yang berbeda-beda. Loudspeaker tersebut diletakkan pada salah satu ujung tabung dan pada ujung tabung yang lain diletakkan sample yang akan diuji.

Pada posisi tengah tabung impedansi diletakkan mikrofon yang menghadap ke sample uji. Mikrofon tersebut diletakkan di ujung sebuah kawat sehingga dapat digeser dengan mudah untuk menentukan amplitudo tekanan maksimum dan minimum. Amplifier bertugas untuk memperkuat bunyi yang diterima mikrofon. Amplifier tersebut dihubungkan ke laptop yang telah terinstal software Pulse LabShop versi 16.1.0 sebagai aplikasi untuk menampilkan bentuk gelombang dan informasi penyerapan bunyi dari sampel yang diuji. Sebelum proses pengukuran, dilakukan kalibrasi alat untuk memastikan keakuratan dan konsistensi hasil pengukuran, kalibrasi alat tabung impedansi dilakukan pada aplikasi Pulse LabShop versi 16.1.0 yang terintegrasi dengan tabung impedansi.



Gambar 21 Proses pengukuran penyerapan suara

b. Pengukuran Nilai Kekuatan Tekan

Pengukuran kekuatan tekan sampel menggunakan alat Non Destruktif Test yaitu *Ultrasonic Pulse Velocity Test* (UPVT). Pada penggunaan alat ini, dua sensor ultrasonic digunakan. Sensor pertama bertindak sebagai pemancar gelombang sedangkan sensor kedua berfungsi sebagai penerima. Gelombang ultrasonic dikirimkan melalui material uji oleh sensor pemancar dan kemudian diterima oleh

sensor penerima. Waktu yang digunakan untuk gelombang bergerak dari pemancar menuju penerima diukur dan dicatat.

- 1) Permukaan benda uji harus dibersihkan terlebih dahulu. Jika terdapat permukaan yang kasar, maka perlu dihaluskan dan diratakan untuk memasang transduser.
- 2) Harus ada sambungan akustik (koplan) yang memadai antara permukaan material dan permukaan masing-masing transduser untuk memastikan bahwa pulsa ultrasonik yang dihasilkan pada transduser pemancar masuk ke dalam material dan kemudian dideteksi oleh transduser penerima. Koplan yang umum digunakan adalah jelly, minyak, sabun cair, atau pasta kaolin gliserol.
- 3) Pulsa elektronik yang dihasilkan diproyeksikan ke dalam benda uji dengan bantuan transduser pemancar dan kemudian diterima oleh transduser penerima yang bersentuhan dengan sisi spesimen yang lainnya.
- 4) Kecepatan yang digunakan untuk gelombang bergerak dari pemancar ke penerima dicatat.



Gambar 22 Proses pengukuran kekuatan tekan

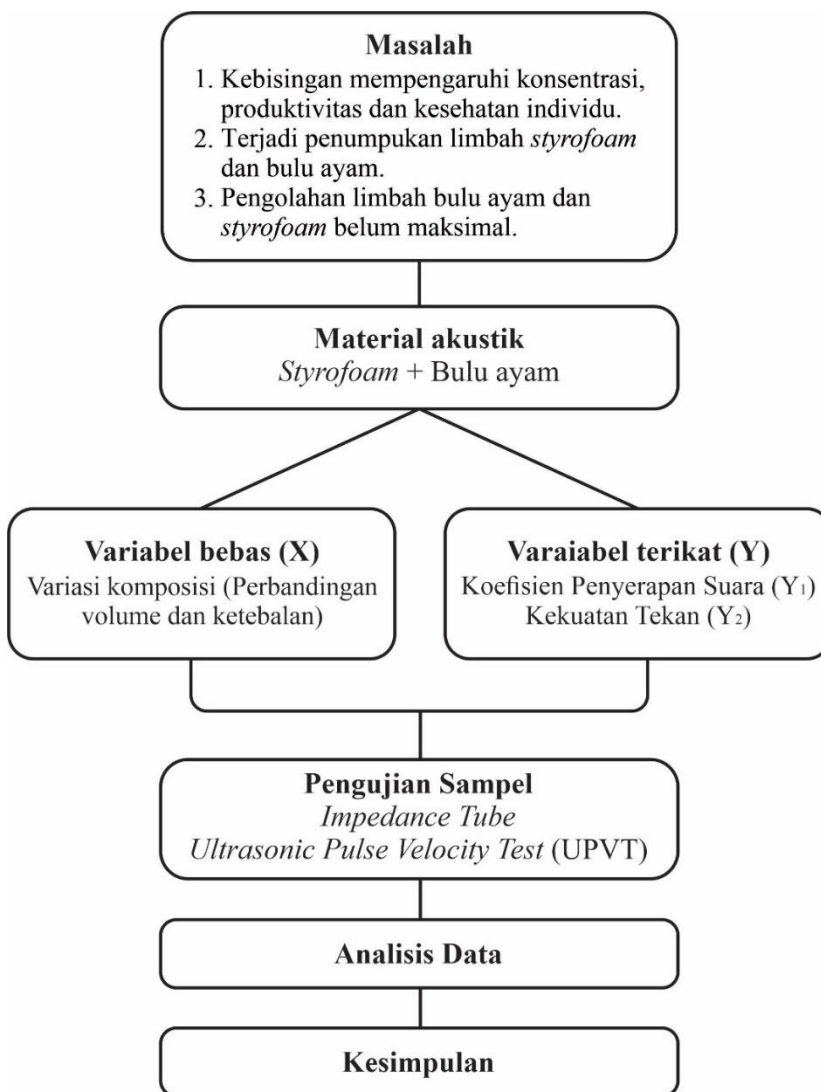
2.7.3 Tahap Analisis Data

Menganalisis data hasil pengukuran. Hasil pengukuran nilai penyerapan suara berupa grafik yang menunjukkan hubungan antara koefisien penyerapan bunyi dan frekuensi. Data pengujian sample dianalisis untuk dapat mengkategorikan kemampuan serap suara sampel dengan nilai $\alpha \geq 0,20$. Kemudian seluruh sample

yang telah diuji nantinya akan dibandingkan untuk melihat jenis sample yang memiliki nilai koefisien penyerapan suara paling tinggi hingga paling rendah.

Adapun hasil pengujian kekuatan tekan berupa informasi tentang kecepatan yang diperlukan gelombang melewati sampel pengujian. Hasil pengukuran selanjutnya akan dianalisis dan dibandingkan masing-masing sampel.

2.8 Kerangka Pikir



Gambar 23 Kerangka pikir