

## **TUGAS AKHIR**

# **PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PADAT SERBUK KAYU DAN PLASTIK *POLYETHYLENE TEREPHTHALATE* SEBAGAI CAMPURAN BATAKO UNTUK MEDIA PEREDAM KEBISINGAN**



Diajukan kepada Universitas Tadulako untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh derajat Sarjana Strata Satu Teknik Lingkungan

Oleh :

**MOH RAZAK  
STB. F131 21 062**

**PROGRAM STUDI SI TEKNIK LINGKUNGAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TADULAKO  
PALU 2025**

## **TUGAS AKHIR**

# **PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PADAT SERBUK KAYU DAN PLASTIK *POLYETHYLENE TEREPHTHALATE* SEBAGAI CAMPURAN BATAKO UNTUK MEDIA PEREDAM KEBISINGAN**



Diajukan Kepada Universitas Tadulako Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu Teknik Lingkungan

Oleh:

**MOH RAZAK**

**STB. F131 21 062**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TADULAKO  
PALU 2025**



## **FINAL PROJECT**

# **THE INFLUENCE OF ADDING WOOD SAWDUST AND POLYETHYLENE TEREPHTHALATE WASTE AS A MIXTURE IN BRICK FOR NOISE DAMPING MEDIA**



Submitted to fulfill the Requirements for Bachelor Degree  
in Environmental Engineering, Tadulako University

**By:**

**MOH RAZAK**

**F131 21 062**

**ENVIRONMENTAL ENGINEERING PROGRAM  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
TADULAKO UNIVERSITY  
PALU, 2025**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PADAT SERBUK KAYU DAN  
PLASTIK POLYETHYLENE TEREPHTHALATE SEBAGAI  
CAMPURAN BATAKO UNTUK MEDIA PEREDAM KEBISINGAN**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

**MOH. RAZAK**

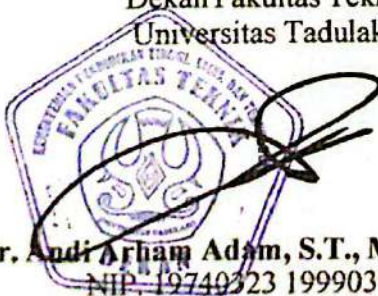
**F13121062**

**SKRIPSI**

Telah dipertahankan didepan Majelis Penguji dan dinyatakan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan  
Pada tanggal 16 Oktober 2025

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Tadulako,



Ir. Andi Arham Adam, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 19740323 199903 1 002

Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Tadulako,



Dr. Sriyati Ramadhani, S.T., M.T.  
NIP. 19750925 200501 2 011

## HALAMAN PERSETUJUAN

Panitia Ujian Tugas Akhir Program Studi S1 Teknik Lingkungan Universitas Tadulako yang ditetapkan berdasarkan SK Dekan Fakultas Teknik No. 19849/UN28.6/KP.00.00/2025 Tanggal 16 oktober 2025 menyatakan menyetujui Tugas Akhir yang telah dipertanggung jawabkan di hadapan Majelis Penguji pada Hari Kamis Tanggal 16 Oktober 2025 oleh :

Nama : MOIL. RAZAK

No. Stambuk : F 131 21 062

Judul Skripsi : "Pengaruh Penambahan Limbah Padat Serbuk Kayu Dan Plastik *Polyethylene Terephthalate* Sebagai Campuran Batako Untuk Media Peredam Kebisingan"

Dosen Pembimbing :

No.	Nama / NIP	Jabatan	Tanda tangan
1.	Ir. Moh Baitullah Amaludin, ST., M.Ling NIP: 199605022023211018	Pembimbing I	
2.	Dr. Eng. Ir. Hendra Setiawan, ST., MT NIP: 197504181999031002	Pembimbing II	

Palu, 10 November 2025  
Ketua Program Studi S1 Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Universitas Tadulako

  
Dr. Ir. Setiawan, S.T., M.T  
NIP. 19761217 200003 1 001



**PERNYATAAN**  
**ORISINALITAS LAPORAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : MOH. RAZAK

No. Stb : F 131 21 062

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil (S1 Teknik Lingkungan)

Dengan ini menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan duplikasi dari orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila pada masa mendatang diketahui bahwa pernyataan ini tidak benar adanya, maka saya bersedia menerima sanksi yang diberikan dengan segala konsekuensinya.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Palu, 07/11/2025



MOH. RAZAK  
F13121062

## **HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **Motto**

Aku tidak tahu dimana ujung perjalanan ini, aku tidak bisa menjanjikan apapun. Tapi, selama aku mampu, mimpi-mimpi kita adalah prioritas.

-Fiersa Besari

Berat, Tapi Besok Ada Di Tangan Kita.

-Hindia

### **Persembahan**

Dengan penuh rasa syukur, karya ini kupersembahkan kepada Allah SWT atas rahmat dan kekuatan-Nya. Untuk kedua orang tua, terima kasih atas doa, kasih sayang, dan semangat yang tak pernah padam di setiap langkah perjuangan ini. Terima kasih kepada para dosen pembimbing atas ilmu dan bimbingannya, serta teman-teman seperjuangan yang selalu memberi dukungan di saat lelah. Semoga karya sederhana ini menjadi wujud kecil dari kepedulian terhadap lingkungan, melalui pemanfaatan limbah serbuk kayu dan plastik PET sebagai bahan bangunan yang lebih berkelanjutan.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatu*

Alhamdulillahirabbil'alamin, saya panjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan segala rahmat, taufik dan hidayah- Nya sehingga penulis dapat mencapai tahap ini. Penulis berharap penelitian ini dapat berguna bagi semua pembaca. Skripsi ini ditulis sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program S1 Teknik Lingkungan Universitas Tadulako. Penulis ingin berterimakasih kepada diri sendiri, karena telah kuat dan bertanggung jawab untuk menyelesaikan tugas ini sebaik mungkin.

Tentunya, dalam penyelesaian skripsi ini, penulis sebagai makhluk sosial menerima berbagai bantuan, baik berupa arahan maupun dukungan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar- besarnya kepada:

1. Bapak **Ir. Andi Arham Adam, ST, M.Sc., Ph.D.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tadulako
2. Bapak **Dr. Ir. Setiawan, ST., MT.** selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Lingkungan
3. Bapak **Ir. Moh Baitullah Amaludin, ST., M.Ling.** sebagai pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan pada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak **Dr. Eng. Ir. Hendra Setiawan, ST., MT.** Sebagai pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan pada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak **Ir. M Marjan, ST., M.Sc.** selaku dosen penguji dan dosen wali yang telah membantu penulis selama menempuh pendidikan.
6. Kepada seluruh Dosen Teknik Lingkungan yang memberikan ilmu dan pengetahuan yang banyak kepada penulis.
7. Kepada kedua Orang Tua, Bapak **Ripwan** dan Ibu **Ainun** yang telah



memberikan doa, motivasi dan semangat serta memberikan segala kebutuhan material penulis selama kuliah.

8. Kepada Donatur **Fitri, S.T** yang telah banyak membantu dan membiayai penulis selama penyusunan tugas akhir.
9. Teman-teman seperjuangan “Teknik Lingkungan 21” yang tidak dapat disebutkan satu persatu namanya, telah menemani perjalanan kuliah penulis di Program Studi S1 Teknik Lingkungan.
10. BOB MARLEY dan THE SIGIT dengan karya/musik kalian yang menemani penulis selama pengerjaan Tugas Akhir.

Dengan Penuh kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan penulisan skripsi. Akhir kata, penulis mengharapkan semoga tujuan dari pembuatan skripsi ini dapat tercapai dengan yang diharapkan.

Palu,

2025

**MOH RAZAK**

**F 131 21 062**

# **PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PADAT SERBUK KAYU DAN PLASTIK *POLYETHYLENE TEREPHTHALATE* SEBAGAI CAMPURAN BATAKO UNTUK MEDIA PEREDAM KEBISINGAN**

Moh Razak, Moh Baitullah Amaludin, Hendra Setiawan

## **ABSTRAK**

Permasalahan timbunan limbah padat, khususnya serbuk kayu dari industri pengolahan kayu dan plastik Polyethylene Terephthalate (PET) dari botol bekas, masih menjadi isu lingkungan serius karena sulit terurai dan berpotensi mencemari ekosistem. Salah satu upaya pengelolaan berkelanjutan adalah pemanfaatannya sebagai bahan tambahan dalam material bangunan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan limbah serbuk kayu dan plastik PET pada batako terhadap densitas serta kemampuan peredaman kebisingan. Metode penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium dengan tiga variasi campuran, yaitu batako kontrol (0%), penambahan limbah 15%, dan 25%. Uji densitas dilakukan dengan menghitung perbandingan massa terhadap volume, sedangkan uji peredaman kebisingan dilakukan menggunakan metode LTM5 dengan Sound Level Meter, dan uji regresi dilakukan untuk melihat keterkaitan antara densitas dan kebisingan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase limbah, densitas batako semakin menurun, yaitu 1.333,33 kg/m<sup>3</sup> (kontrol), 1.212,12 kg/m<sup>3</sup> (15%), dan 878,79 kg/m<sup>3</sup> (25%). Sebaliknya, kemampuan redaman suara meningkat, dengan penurunan tingkat kebisingan dari 75,72 dB (kontrol), menjadi 68,62 dB (15%), dan 60,63 dB (25%), pada uji regresi data menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat ( $r = 0,974$ ) antara densitas batako dengan kemampuan peredaman kebisingan. Akan tetapi, nilai signifikansi ( $p = 0,146$ ) mengindikasikan bahwa model regresi tersebut tidak signifikan pada tingkat kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa serbuk kayu dan plastik PET berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan tambahan batako non-struktural. Inovasi ini tidak hanya mampu meningkatkan performa akustik batako, tetapi juga mendukung upaya pengurangan timbunan sampah dan pengelolaan limbah berkelanjutan.

**Kata kunci:** Batako, Serbuk kayu, Plastik PET, Peredaman kebisingan, Densitas, Regresi.

# ***The Influence Of Adding Wood Sawdust And Polyethylene Terephthalate Waste As A Mixture In Brick For Noise Damping Media***

Moh Razak, Moh Baitullah Amaludin, Hendra Setiawan

## ***ABSTRACT***

The problem solid waste generation, particularly sawdust from the wood-processing industry and Polyethylene Terephthalate (PET) plastic from used bottles, remains a serious environmental concern due to its non-biodegradable nature and potential to pollute ecosystems. One sustainable management effort is to utilize this waste as an additive in environmentally friendly building materials. This study aims to analyze the effect of adding sawdust and PET plastic waste to concrete blocks (batako) on their density and noise attenuation capability. The research was conducted experimentally in the laboratory with three mixture variations: control blocks (0%), 15% waste addition, and 25% waste addition. Density testing was carried out by calculating the ratio of mass to volume, while noise attenuation testing was conducted using the LTM5 method with a Sound Level Meter, and regression analysis was performed to examine the relationship between density and noise attenuation. The results showed that the higher the percentage of waste, the lower the density of the blocks, namely 1,333.33 kg/m<sup>3</sup> (control), 1,212.12 kg/m<sup>3</sup> (15%), and 878.79 kg/m<sup>3</sup> (25%). Conversely, the sound attenuation improved, with noise levels reduced from 75.72 dB (control), to 68.62 dB (15%), and 60.63 dB (25%). Regression analysis indicated a very strong correlation ( $r = 0.974$ ) between block density and noise attenuation. However, the significance value ( $p = 0.146$ ) suggested that the regression model was not statistically significant at the 95% confidence level ( $\alpha = 0.05$ ). The conclusion of this study is that sawdust and PET plastic waste have the potential to be utilized as additives in non-structural concrete blocks. This innovation not only enhances the acoustic performance of the blocks but also supports efforts to reduce waste generation and promote sustainable waste management.

**Keywords:** Concrete block, Sawdust, PET plastic, Noise attenuation, Density, Regression.



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>ORISINALITAS LAPORAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian .....	4
<b>BAB II.....</b>	<b>5</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Industri Kayu/Mebel.....	5
2.2 Limbah Serbuk Kayu.....	6
2.3 Tempat Pembuangan Sampah Ilegal .....	6
2.4 <i>Plastik Polyethylene Terephthalate (PET)</i> .....	7
2.5 Batako.....	8
2.6 Kebisingan .....	10
2.8 Standar Peraturan Kebisingan .....	13
2.9 Material Peredam Kebisingan .....	14
2.9.1 Porositas.....	14
2.9.2 Densitas.....	14
2.9.3 Ketahanan suara ( <i>Sound Insulation</i> ).....	15

2.10 Pengaruh Penambahan Limbah terhadap Sifat Material Konstruksi .....	15
2.11 Alur Berpikir .....	17
<b>BAB III.....</b>	<b>20</b>
<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>20</b>
3.1 Metode Penelitian.....	20
3.2 Bagan Alir Penelitian.....	21
3.3 Lokasi Dan Waktu.....	22
3.3.1 Lokasi.....	22
3.3.2 Waktu.....	22
3.4 Alat Dan Bahan Penelitian.....	22
3.4.1 Alat .....	22
3.4.2 Bahan .....	23
3.5 Pengumpulan Data .....	23
3.5.1 Data Primer .....	23
3.5.2 Data Sekunder .....	23
3.6 Tahapan Penelitian .....	23
3.7 Analisis Data.....	26
3.7.1 Variabel Penelitian.....	26
3.7.2 Metode Pengolahan Data .....	27
<b>BAB IV .....</b>	<b>33</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Gambaran Umum Penelitian .....	33
4.2 Hasil Pengujian .....	33
4.2.1 Hasil Uji Redaman Kebisingan .....	33
4.2.2 Uji Densitas Batako .....	41
4.2.3 Uji Regresi Sederhana.....	43
4.3 Pembahasan.....	44
4.3.1 Variasi Kontrol .....	44
4.3.2 Variasi 15% .....	45
4.3.3 Variasi 25% .....	46
4.3.4 Pengaruh Komposisi Limbah Terhadap Media Uji .....	47
4.3.5 Densitas Batako .....	48

<b>BAB V.....</b>	<b>51</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>51</b>
5.1 Kesimpulan .....	51
5.2 Saran.....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN I.....</b>	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN II .....</b>	<b>58</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Plastik Jenis PET .....	8
<b>Gambar 2. 2</b> Batako .....	10
<b>Gambar 2. 3</b> Alat Sound Level Meter .....	12
<b>Gambar 2. 4</b> Bagan Alur Pemikiran .....	19
<b>Gambar 3. 1</b> Bagan Alir Penelitian .....	21
<b>Gambar 3. 2</b> Desain Rencana Tampak Samping & Depan.....	30
<b>Gambar 3. 3</b> Desain Rencana Tampak Samping & Depan.....	31
<b>Gambar 3. 4</b> Desain Rencana Prototype Layout .....	32
<b>Gambar 4. 1</b> Hasil Uji Redaman Kebisingan.....	41
<b>Gambar 4. 2</b> Hasil Uji Densitas .....	43

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Baku Mutu Tingkat Kebisingan .....	13
<b>Tabel 2. 2</b> Penelitian Terdahulu .....	16
<b>Tabel 4. 1</b> Hasil rekapitulasi manual pengukuran intensitas kebisingan tanpa menggunakan campuran limbah (kontrol) .....	34
<b>Tabel 4. 2</b> Data untuk mencari intensitas kebisingan.....	35
<b>Tabel 4. 3</b> Hasil pengukuran intensitas kebisingan batu bata tanpa campuran limbah (kontrol).....	35
<b>Tabel 4. 4</b> Hasil rekapitulasi manual pengukuran intensitas kebisingan menggunakan campuran limbah (variasi 15%).....	36
<b>Tabel 4. 5</b> Data untuk mencari intensitas kebisingan.....	37
<b>Tabel 4. 6</b> Hasil pengukuran intensitas kebisingan batu bata dengan campuran limbah (variasi 15%) .....	37
<b>Tabel 4. 7</b> Hasil rekapitulasi manual pengukuran intensitas kebisingan menggunakan campuran limbah (variasi 25%).....	38
<b>Tabel 4. 8</b> Data untuk mencari intensitas kebisingan.....	39
<b>Tabel 4. 9</b> Hasil pengukuran intensitas kebisingan batu bata dengan campuran limbah (variasi 25%) .....	39
<b>Tabel 4. 10</b> Hasil pengukuran keseluruhan intensitas kebisingan .....	40
<b>Tabel 4. 11</b> Hasil timbangan masing-masing batako .....	42
<b>Tabel 4. 12</b> Hasil pengujian rata-rata densitas batako.....	43
<b>Tabel 4. 13</b> Hasil Uji Regresi Sederhana Menggunakan Software SPSS .....	44

## **DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Lampiran 1</b> Dokumentasi Penelitian.....	55
<b>Lampiran 2</b> Analisis Data.....	58



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sampah merupakan permasalahan utama yang dapat ditemukan hampir disemua pasar tradisional di Indonesia. Sebagian orang beranggapan bahwa sampah merupakan benda yang sudah rusak atau tidak dapat dipergunakan dan langsung dibuang. Sampah yang menumpuk disuatu tempat dapat menimbulkan pencemaran udara, estetika, dan gangguan kesehatan. Sampah yang dibuang mengakibatkan pencemaran lingkungan yang meningkat disebabkan oleh bertambahnya populasi. Diperburuk oleh kurang memadainya tempat dan lokasi pembuangan sampah, kurangnya kesadaran dan kemauan masyarakat dalam mengelola dan membuang sampah, kurangnya pemahaman masyarakat terkait memanfaatkan sampah, serta memanfaatkan kembali sampah, karena sampah masih dianggap sesuatu yang kotor dan harus dibuang. Hal itu terjadi karena kurangnya kesadaran dan kemauan masyarakat, manfaat sampah, dukungan pemerintah serta sarana dan prasarana, menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan (Asnifatima, dkk., 2018)

Timbulan sampah di Indonesia telah menjadi masalah yang signifikan akibat pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan perubahan gaya hidup masyarakat. Setiap tahunnya, negara ini menghasilkan lebih dari 68 juta ton sampah, sebagian besar berasal dari rumah tangga dan pasar tradisional. Sayangnya, pengelolaan sampah yang ada masih kurang efektif, dengan sebagian besar sampah berakhir di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang sering kali mengalami kelebihan kapasitas. Sampah plastik menjadi salah satu ancaman terbesar, menyumbang sekitar 17% dari total timbulan sampah dan menyebabkan pencemaran lingkungan, terutama di kawasan perairan. Kurangnya kesadaran masyarakat dalam pengelolaan sampah, seperti pemilahan dan daur ulang, semakin memperburuk kondisi ini. Masalah ini memberikan dampak serius terhadap lingkungan dan kesehatan, sehingga diperlukan upaya kolaboratif serta solusi inovatif untuk mengatasinya secara berkelanjutan.

Adapun salah satu dari permasalahan sampah yang banyak dihasilkan di Indonesia yaitu serbuk kayu dan plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*). Limbah tersebut menjadi permasalahan lingkungan yang serius akibat pengelolaan yang

belum optimal. Limbah serbuk kayu, yang mayoritas berasal dari industri pengolahan kayu dan furnitur, berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dimanfaatkan, misalnya sebagai bahan untuk kompos atau briket biomassa (Sunarti, dkk., 2020). Di sisi lain, limbah plastik PET, yang umum digunakan dalam kemasan minuman, menyumbang sekitar 10% dari total sampah plastik di Indonesia (Jambeck, dkk., 2015). Plastik PET membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terurai secara alami, sehingga menyebabkan polusi pada tanah dan ekosistem laut. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam proses daur ulang dan pemanfaatan kembali untuk mengurangi dampak negatifnya serta mendukung penerapan ekonomi sirkular di Indonesia.

Ada beberapa potensi pengelolaan limbah diatas yakni salah satunya menjadi media peredam kebisingan. Oleh karena itu, peneliti terpikir membuat hal demikian karena kebisingan di Indonesia telah menjadi salah satu masalah lingkungan yang semakin serius, khususnya di wilayah perkotaan dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi. Tingkat kebisingan yang melampaui batas aman, yaitu 55 dB untuk daerah permukiman dan 70 dB untuk kawasan industri (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 48 Tahun 1996), dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan, seperti gangguan pendengaran, stres, hingga penyakit kardiovaskular (WHO, 2018). Meski peraturan terkait telah diterapkan, efektivitasnya masih rendah karena kurangnya pengawasan dan rendahnya tingkat kesadaran masyarakat. Untuk mengurangi dampak kebisingan secara berkelanjutan, diperlukan pendekatan terpadu, termasuk penggunaan teknologi peredam suara, perencanaan tata kota yang lebih terintegrasi, serta peningkatan edukasi kepada masyarakat.

Berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Palu, total timbulan sampah di kota ini mencapai sekitar 97.492 ton per tahun, dengan rata-rata harian sekitar 267 ton untuk jumlah penduduk sebanyak 381.572 jiwa. Sampah plastik berkontribusi sekitar 10,4 persen dari jumlah tersebut. Pada tahun 2024, DLH Kota Palu mencatat total timbulan sampah sebanyak 70.000 ton, dengan 98,6 persen berhasil dikelola dan 1,4 persen sisanya belum terkelola. Penurunan volume sampah yang masuk ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) juga tercatat, yang menandakan adanya kemajuan dalam pengelolaan sampah di Kota Palu. Namun,

pengelolaan sampah, terutama sampah plastik yang sulit terurai, masih menghadapi tantangan besar yang memerlukan perhatian serius untuk menjaga kelestarian lingkungan di kota ini.

Dari permasalahan di atas, peneliti melihat bahwa limbah tersebut dapat menjadi inovasi dalam mengelolah limbah padat serbuk kayu dan plastik menjadi campuran batu bata ringan sebagai media peredam kebisingan. Maka dari itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang “Pengaruh Penambahan Limbah Padat Serbuk Kayu Dan Plastik Polyethylene Terephthalate Sebagai Campuran Batako Untuk Media Peredam Kebisingan”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa komposisi optimal serbuk kayu dan plastik *Polyethylene Terephthalate* yang diperlukan untuk menghasilkan batako dengan kinerja terbaik dalam meredam kebisingan?
2. Bagaimana efek penambahan limbah padat berupa serbuk kayu dan plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) terhadap sifat fisik batako?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang hendak dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengidentifikasi proporsi optimal serbuk kayu dan plastik *Polyethylene Terephthalate* sebagai bahan tambahan pada batako untuk menciptakan material peredam kebisingan yang efisien dan berwawasan lingkungan.
2. Untuk mengetahui dampak penambahan limbah serbuk kayu dan plastik *Polyethylene Terephthalate* terhadap karakteristik fisik batako.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat:

1. Berkontribusi dalam inovasi teknologi material konstruksi dengan memanfaatkan limbah padat sebagai bahan tambahan, yang dapat dijadikan acuan bagi penelitian sejenis.

2. Menekan penumpukan limbah serbuk kayu dan plastik *Polyethylene Terephthalate* yang sulit terurai, sekaligus mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan.
3. Mengembangkan material konstruksi alternatif yang inovatif, memiliki kemampuan peredaman kebisingan, dan dapat diterapkan pada bangunan untuk meningkatkan kualitas kenyamanan akustik.

### **1.5 Batasan Penelitian**

Dalam penelitian ini, batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Limbah padat yang digunakan adalah serbuk kayu dari limbah industri kayu.  
Dan limbah plastik yang digunakan adalah *Polyethylene Terephthalate* (PET) dari botol plastik bekas.
2. Komposisi keseluruhan yang digunakan pada pengujian ini yaitu, serbuk kayu dan *Polyethylene Terephthalate* sebanyak 28 kg, semen sebanyak 30 kg, pasir sebanyak 180 kg, dan air sebanyak  $\pm 35$  liter.
3. Proses pencampuran bahan akan mengikuti metode pencetakan dan pengeringan yang umum digunakan dalam pembuatan batako.
4. Pengujian akan dilakukan dalam skala laboratorium, bukan dalam skala industri atau proyek konstruksi nyata.
5. Penelitian ini tidak mengukur kadar air yang ada pada serbuk kayu.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Industri Kayu/Mebel**

Mebel merupakan hasil dari industri pengolahan kayu yang berfungsi sebagai perabot dalam berbagai lingkungan, termasuk rumah tangga, perkantoran, dan ruang publik. Jenis produk mebel sangat beragam, seperti kursi, meja, lemari, tempat tidur, dan rak penyimpanan. Meskipun kayu masih menjadi bahan utama dalam pembuatannya, material lain seperti logam, plastik, dan kaca kini semakin banyak digunakan untuk meningkatkan aspek estetika dan ketahanan produk (Husna, 2019).

Pembuatan mebel melalui berbagai tahapan, mulai dari pemilihan bahan baku, pemotongan, perakitan, hingga tahap akhir berupa pewarnaan dan pelapisan untuk meningkatkan keindahan serta daya tahan produk. Seiring perkembangan teknologi, industri mebel kini semakin canggih dengan pemanfaatan mesin CNC (Computer Numerical Control) untuk memastikan presisi dalam pemotongan kayu. Selain itu, teknik finishing ramah lingkungan juga mulai diterapkan guna mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya (Santoso, 2019).

Mebel juga perabot yang berfungsi untuk mendukung berbagai aktivitas manusia di berbagai tempat, seperti rumah, perkantoran, dan fasilitas umum. Produk mebel dapat dibuat dari beragam bahan, seperti kayu, logam, plastik, dan kaca, dengan desain yang disesuaikan agar memenuhi aspek fungsional serta estetika. Industri mebel memainkan peran penting dalam perekonomian, baik di tingkat lokal maupun global, karena mampu menghasilkan produk dengan nilai jual tinggi serta membuka peluang kerja. Selain itu, inovasi dalam desain dan pemanfaatan bahan yang lebih ramah lingkungan terus dikembangkan guna memenuhi permintaan pasar yang semakin berorientasi pada keberlanjutan (Santoso dkk., 2019).

Di Indonesia, industri mebel memiliki peluang besar berkat ketersediaan bahan baku yang melimpah serta keterampilan pengrajin yang diwariskan secara turun-temurun. Berdasarkan laporan Kementerian Perindustrian (2022).

## **2.2 Limbah Serbuk Kayu**

Limbah serbuk kayu adalah hasil sisa dari berbagai proses pengolahan kayu, seperti pemotongan, penggergajian, dan pengamplasan. Karena jumlahnya yang cukup banyak, serbuk kayu sering dianggap sebagai limbah yang dapat mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Meskipun demikian, serbuk kayu masih memiliki manfaat, terutama sebagai bahan dasar dalam pembuatan papan partikel, kompos, serta briket biomassa yang lebih ramah lingkungan (Purwaningsih, dkk., 2020).

Dari perspektif lingkungan, keberadaan limbah serbuk kayu dapat menimbulkan pencemaran udara apabila partikel halusnya beterbangan dan terhirup oleh manusia, yang dapat berdampak negatif terhadap sistem pernapasan. Selain itu, jika dibiarkan menumpuk tanpa adanya pengolahan, limbah ini berpotensi menjadi tempat berkembangnya jamur dan mikroorganisme yang berbahaya. Oleh sebab itu, diperlukan strategi pengelolaan yang efektif, seperti pemanfaatan dalam sektor pertanian sebagai media tanam atau dalam industri sebagai bahan tambahan dalam konstruksi ringan (Rahman, dkk., 2024).

Berbagai upaya inovatif telah dilakukan untuk meningkatkan nilai ekonomi dari limbah serbuk kayu, salah satunya dengan memanfaatkannya sebagai bahan baku biokomposit dan adsorben dalam pengolahan limbah cair. Serbuk kayu memiliki daya serap yang baik terhadap zat pencemar dalam air, termasuk logam berat, sehingga dapat digunakan sebagai media filtrasi alami. Selain membantu mengurangi pencemaran lingkungan, pemanfaatan ini juga membuka peluang usaha baru di bidang teknologi ramah lingkungan (Firmanto, dkk., 2021).

## **2.3 Tempat Pembuangan Sampah Ilegal**

Pembuangan sampah ilegal merupakan aktivitas membuang limbah atau sampah di suatu tempat tanpa izin dari pihak berwenang. Praktik ini sering ditemukan di area terpencil, lahan kosong, sungai, atau pinggir jalan, yang berakibat buruk bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat. Sampah yang dibuang secara tidak sah dapat mencemari tanah, air, dan udara karena mengandung zat berbahaya yang tidak terkelola dengan baik. Selain itu, sampah yang menumpuk di tempat yang tidak semestinya dapat menyumbat saluran air sehingga menyebabkan banjir,

serta meningkatkan risiko penyebaran penyakit akibat berkembangnya bakteri dan vektor penyakit seperti nyamuk dan tikus (Jambeck, dkk., 2015).

Dampak pembuangan sampah ilegal terhadap lingkungan sangat signifikan, terutama dalam merusak ekosistem dan keanekaragaman hayati. Sampah plastik yang tersebar di alam dapat mencemari perairan dan membahayakan makhluk hidup di dalamnya, sementara limbah organik yang mengalami pembusukan menghasilkan gas metana yang mempercepat perubahan iklim. Selain itu, pembuangan limbah beracun dari sektor industri maupun rumah tangga secara sembarangan dapat meresap ke dalam tanah dan mencemari sumber air bawah tanah yang dikonsumsi oleh masyarakat. Penelitian menunjukkan bahwa daerah dengan tingkat pembuangan sampah ilegal yang tinggi cenderung mengalami penurunan kualitas lingkungan dan kesehatan penduduknya (Hoornweg, 2012).

Tempat pembuangan sampah ilegal area yang tidak memiliki izin resmi namun tetap digunakan untuk membuang limbah tanpa pengelolaan yang sesuai dengan regulasi lingkungan. Keberadaan tempat ini dapat menyebabkan berbagai dampak buruk, seperti pencemaran tanah, air, dan udara, serta meningkatkan risiko kesehatan bagi masyarakat sekitar akibat paparan zat berbahaya dan berkembangnya vektor penyakit. Selain itu, praktik pembuangan sampah ilegal menunjukkan rendahnya kesadaran masyarakat serta lemahnya implementasi aturan dalam pengelolaan limbah. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah yang lebih ketat, seperti peningkatan pengawasan, penegakan hukum yang lebih tegas, serta edukasi kepada masyarakat guna mengurangi kebiasaan membuang sampah secara sembarangan (Laily, 2022).

#### **2.4 Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET)**

Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) merupakan salah satu jenis plastik yang paling umum digunakan dalam industri kemasan, terutama untuk botol minuman, wadah makanan, dan serat tekstil. Plastik *Polyethylene Terephthalate* memiliki karakteristik yang transparan, ringan, kuat, serta tahan terhadap gas dan kelembapan, sehingga sangat ideal untuk digunakan sebagai kemasan produk yang membutuhkan perlindungan maksimal. Selain itu, *Polyethylene Terephthalate* juga memiliki keunggulan dalam hal daur ulang, sehingga sering dimanfaatkan kembali



untuk membuat produk baru, seperti botol berbahan daur ulang dan kain berbasis poliester (Ariyadi., 2019).

Dari sisi lingkungan, *Polyethylene Terephthalate* dapat menjadi ancaman jika tidak dikelola dengan baik, karena memerlukan waktu yang lama untuk terurai secara alami. Sampah plastik *Polyethylene Terephthalate* yang tidak terkontrol dapat mencemari lingkungan, terutama perairan, serta membahayakan ekosistem laut. Oleh karena itu, pengelolaan yang tepat, seperti proses daur ulang dan pemanfaatan kembali, menjadi langkah utama dalam mengurangi dampak negatif limbah *Polyethylene Terephthalate*. Banyak negara telah menerapkan sistem pengumpulan dan daur ulang *Polyethylene Terephthalate* untuk mengurangi polusi serta meningkatkan penggunaan plastik ini dalam industri yang berkelanjutan (Linda., 2018).

Teknologi daur ulang *Polyethylene Terephthalate* terus mengalami perkembangan, salah satunya melalui metode chemical recycling, yang memungkinkan plastik ini dipecah kembali menjadi monomer penyusunnya untuk digunakan sebagai bahan baku baru. Teknik ini lebih unggul dibandingkan mechanical recycling, karena mampu menghasilkan bahan berkualitas tinggi tanpa mengurangi sifat asli dari plastik *Polyethylene Terephthalate*. Selain itu, penelitian mengenai bioplastik berbasis *Polyethylene Terephthalate* juga sedang dikembangkan sebagai solusi yang lebih ramah lingkungan untuk mengurangi ketergantungan terhadap plastik berbahan dasar minyak bumi (Alfarisi, dkk 2021).



*Sumber: Google*

**Gambar 2. 1** Plastik Jenis PET

## **2.5 Batako**

Batako merupakan material bangunan yang banyak digunakan untuk pembuatan dinding, khususnya pada bagian yang tidak menanggung beban

struktural. Material ini umumnya dibuat dari campuran semen, pasir, dan air yang dibentuk menjadi balok persegi panjang. Jika dibandingkan dengan batu bata merah, batako memiliki dimensi lebih besar, sehingga proses pengerjaan dinding menjadi lebih cepat dan penggunaan perekat seperti mortar dapat diminimalkan. Terdapat dua jenis batako yang lazim dijumpai, yaitu batako padat dan batako berlubang. Jenis berlubang memiliki bobot yang lebih ringan serta kemampuan insulasi panas dan suara yang lebih baik, sedangkan jenis padat menawarkan daya tekan lebih tinggi sehingga cocok untuk konstruksi dengan beban yang lebih besar (Mulyono, 2004).

Dari sisi keberlanjutan, batako kini juga dikembangkan sebagai bahan bangunan yang lebih ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah industri seperti fly ash atau slag sebagai substitusi sebagian kandungan semen. Pemanfaatan bahan alternatif ini tidak hanya mendukung pengurangan limbah, tetapi juga membantu menekan emisi karbon yang dihasilkan selama proses produksi semen. Meski demikian, batako tetap memiliki beberapa kelemahan, antara lain rentan retak akibat benturan serta memiliki tingkat penyerapan air yang tinggi apabila tidak dilapisi atau diberi perlakuan khusus (Neville, 2012). Dengan demikian, pemakaian batako perlu disesuaikan dengan kebutuhan teknis dan kondisi lingkungan proyek konstruksi.

Batako merupakan bahan bangunan berbentuk balok yang terbuat dari campuran semen, pasir, dan air, yang dicetak dengan atau tanpa tambahan material seperti batu apung atau fly ash guna meningkatkan daya tahan serta mengurangi bobotnya. Secara umum, batako memiliki ukuran standar sekitar 30 cm x 15 cm x 10 cm atau lebih besar dibandingkan bata merah, dengan kerapatan berkisar antara 1.000 – 1.800 kg/m<sup>3</sup> dan kekuatan tekan sekitar 2,5 – 7,5 MPa, tergantung pada kualitas bahan serta metode pembuatannya. Karena memiliki daya serap air yang cukup tinggi, yaitu sekitar 10 – 20%, batako perlu dilapisi plester untuk menghindari rembesan air. Keunggulan batako terletak pada proses pemasangannya yang lebih cepat dan bobotnya yang lebih ringan dibandingkan bata merah, meskipun kekuatannya dalam menopang beban struktural lebih rendah tanpa perkuatan tambahan. Material ini sering digunakan untuk konstruksi dinding non-struktural pada rumah, ruko, serta gudang

karena lebih ekonomis dan mudah diperoleh (SNI 03-0349-1989).



*Sumber: Google*

**Gambar 2. 2 Batako**

## **2.6 Kebisingan**

Kebisingan merupakan suara yang tidak diinginkan yang dapat mengganggu kenyamanan serta berdampak pada kesehatan manusia, terutama di area perkotaan dan kawasan industri. Sumber utama kebisingan berasal dari kendaraan bermotor, aktivitas industri, serta perangkat elektronik yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Paparan kebisingan yang berlebihan berpotensi menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, seperti penurunan fungsi pendengaran, stres, serta gangguan tidur (Putra, 2020). Berdasarkan standar yang ditetapkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), tingkat kebisingan yang dianggap aman untuk area hunian adalah maksimal 55 dB pada siang hari dan 45 dB pada malam hari, sementara untuk lingkungan kerja batasnya tidak boleh melebihi 85 dB dalam durasi paparan yang lama (WHO., 2021).

Berbagai strategi dapat diterapkan untuk mengurangi dampak kebisingan, di antaranya dengan menggunakan desain bangunan yang memiliki kemampuan peredam suara, memilih material yang dapat menyerap suara, serta menata ruang kota dengan mempertimbangkan jarak antara sumber kebisingan dan pemukiman penduduk. Selain itu, banyak negara telah menerapkan regulasi untuk mengontrol tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh sektor industri dan transportasi (Haryanto, dkk., 2019). Studi terbaru juga mengungkapkan bahwa keberadaan vegetasi hijau di lingkungan perkotaan dapat berperan dalam menyerap serta meredam suara

bising, sehingga menciptakan lingkungan yang lebih nyaman bagi masyarakat (Susanto, 2022).

## **2.7 Sound Level Meter (SLM)**

*Sound Level Meter* (SLM) merupakan instrumen untuk mengukur tingkat kebisingan dengan rentang 30–130 dB dan frekuensi 20–20.000 Hz. Alat ini terdiri atas mikrofon, amplifier, jaringan pembobotan (weighting network), serta layar yang menampilkan hasil dalam satuan desibel (dB). Umumnya, level kebisingan pada SLM dilambangkan dengan huruf L yang diikuti subscript tertentu sesuai jenis pengukuran. Sistem pembobotan bekerja dengan menyesuaikan sensitivitas alat terhadap frekuensi yang mirip dengan respon pendengaran manusia. Terdapat empat jenis pembobotan, yaitu A, B, C, dan D. Pembobotan A digunakan untuk tingkat kebisingan rendah, B untuk tingkat sedang, C untuk tingkat tinggi, sedangkan D lebih sesuai untuk bunyi pesawat terbang. Namun, pembobotan B dan C sering dianggap kurang akurat karena hanya menekankan satu aspek frekuensi, sedangkan kehidupan nyata menampilkan berbagai kombinasi bunyi secara bersamaan. Oleh sebab itu, pembobotan A lebih banyak dipakai karena dinilai paling sesuai dengan persepsi manusia terhadap kebisingan. Bahkan, standar IEC 61672:2003 tidak lagi merekomendasikan penggunaan pembobotan B dan D. Selain itu, SLM dibedakan menjadi dua kelas, yaitu Class 1 (Tipe 1) dan Class 2 (Tipe 2). Perbedaan ini didasarkan pada tingkat presisi dan kebutuhan pengukuran. Class 1 memiliki akurasi tinggi sehingga biasa digunakan pada penelitian atau kalibrasi di laboratorium, sedangkan Class 2 digunakan untuk pengukuran kebisingan lingkungan maupun industri. Pada umumnya, SLM Class 1 mampu mengukur pembobotan A, C, serta linier (Z), sementara Class 2 terbatas pada pembobotan A dan C saja. (Meikaharto, 2021). Adapun penjelasan penggunaan alat *sound level meter* adalah sebagai berikut:

### **1. Kalibrasi Awal**

- a. Lakukan kalibrasi menggunakan acoustic calibrator sebelum pengukuran agar hasil akurat.

### **2. Pengaturan Mode**

- a. Pilih mode A-weighting untuk pengukuran kebisingan lingkungan (umum digunakan).

- b. Pilih Slow (S) atau Fast (F) response:  
*Fast* (125 ms) → untuk suara yang fluktuatif.  
*Slow* (1 s) → untuk suara stabil.
- 3. Penempatan Alat
  - a. Pegang atau letakkan SLM pada tinggi telinga manusia ( $\pm 1,2 - 1,5$  m dari permukaan tanah).
  - b. Jarakkan alat minimal 1 meter dari dinding atau permukaan keras agar tidak ada pantulan suara.
  - c. Arahkan mikrofon ke arah sumber suara.
- 4. Pengukuran
  - a. Hidupkan alat dan biarkan beberapa detik untuk menstabilkan hasil.
  - b. Catat nilai  $L_{max}$  (maksimum),  $L_{min}$  (minimum), dan  $L_{eq}$  (setara/rata-rata kebisingan) sesuai kebutuhan.
  - c. Jika menggunakan metode LTM5, lakukan pencatatan kebisingan setiap 5 detik lalu diolah menjadi nilai rata-rata.
- 5. Penyimpanan Data
  - a. Jika alat mendukung data logging, hasil dapat disimpan untuk analisis lebih lanjut menggunakan perangkat lunak.
  - b. Jika manual, catat angka yang ditampilkan pada layar.



*Sumber: Google*

**Gambar 2. 3** *Alat Sound Level Meter*

## 2.8 Standar Peraturan Kebisingan

Di Indonesia, regulasi mengenai kebisingan diberlakukan untuk menjaga kesehatan masyarakat serta kelestarian lingkungan. Salah satu aturan utama yang mengatur hal ini adalah Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan, yang menetapkan batas kebisingan maksimum berdasarkan jenis wilayah, seperti kawasan permukiman (55 dB), area perkantoran dan perdagangan (65 dB), serta zona industri (70 dB). Selain itu, Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara juga mencantumkan kebisingan sebagai salah satu bentuk pencemaran yang harus dikendalikan. Di lingkungan kerja, batas kebisingan diatur dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 5 Tahun 2018, yang menetapkan tingkat kebisingan maksimal 85 dB untuk durasi kerja 8 jam per hari. Regulasi ini dibuat untuk mencegah dampak negatif akibat paparan suara berlebih, seperti gangguan pendengaran, stres, dan penurunan produktivitas (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan., 2020).

**Tabel 2. 1** Baku Mutu Tingkat Kebisingan

*Sumber : KEP-48/MENLH/11/1996*

Peruntukan Kawasan/ Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan dB(A)
a. Peruntukan Kawasan	
1. Perumahan dan permukiman	55
2. Perdagangan dan jasa	70
3. Perkantoran dan perdagangan	65
4. Ruang terbuka hijau	50
5. Industri	70
6. Pemerintahan dan fasilitas umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus	
- Bandar udara *)	
- Stasiun kereta api *)	
- Pelabuhan laut	70
- Cagar budaya	60
b. Lingkungan Kegiatan	
1. Rumah sakit atau sejenisnya	55
2. Sekolah atau sejenisnya	55

## 2.9 Material Peredam Kebisingan

Material peredam kebisingan memiliki beberapa faktor penting yang memengaruhi kemampuannya dalam meredam suara, antara lain adalah porositas, densitas, dan ketahanan suara.

### 2.9.1 Porositas

Porositas batako dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara volume rongga atau ruang kosong di dalam batako dengan total volumenya. Besarnya nilai porositas sangat memengaruhi sifat fisik dan mekanik batako, termasuk kuat tekan, kemampuan menyerap air, serta efektivitasnya dalam meredam panas dan suara. Batako dengan porositas tinggi biasanya lebih ringan dan mampu menyerap suara lebih baik, tetapi memiliki kelemahan pada kekuatan tekan dan ketahanan terhadap air. Sebaliknya, batako dengan porositas rendah cenderung lebih kuat, lebih awet, namun berbobot lebih berat. Tingkat porositas ini dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti proporsi campuran, ukuran butir agregat, hingga penambahan material tambahan seperti serbuk kayu atau plastik PET. Sejalan dengan hal tersebut, Neville (2011) menjelaskan bahwa porositas pada beton atau material sejenis memiliki peranan penting dalam menentukan kekuatan serta daya tahan, sebab rongga yang terbentuk dapat menjadi jalur masuk air maupun zat agresif dari lingkungan luar.

### 2.9.2 Densitas

Massa jenis atau densitas batako menjadi salah satu faktor penting yang berperan dalam menentukan kekuatan, durabilitas, serta kegunaan batako, baik untuk konstruksi struktural maupun non-struktural. Berdasarkan SNI 03-0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding, batako padat atau struktural memiliki rentang densitas sekitar 1.800–2.200 kg/m<sup>3</sup>, sedangkan batako ringan atau berongga yang bersifat non-struktural berada pada kisaran 1.000–1.500 kg/m<sup>3</sup>. Perbedaan densitas ini dipengaruhi oleh jenis material penyusun dan keberadaan rongga di dalam batako. Batako dengan densitas rendah umumnya dimanfaatkan sebagai dinding non-struktural, misalnya



untuk pengisi atau peredam panas dan suara, sementara batako dengan densitas lebih tinggi memiliki daya tekan yang lebih besar sehingga sesuai untuk digunakan sebagai elemen structural. (Badan Standardisasi Nasional 1989).

### 2.9.3 Ketahanan suara (*Sound Insulation*)

Kemampuan batako dalam menahan suara dipengaruhi oleh faktor densitas, tingkat porositas, serta jenis material penyusunnya. Batako dengan densitas tinggi cenderung memiliki kemampuan meredam suara lebih baik karena partikel penyusunnya rapat sehingga gelombang bunyi sulit menembus. Sebaliknya, batako yang memiliki pori-pori atau rongga dapat meningkatkan sifat absorpsi suara akibat adanya penyebaran dan pelemahan energi bunyi di dalam struktur berporinya. Variasi bahan tambahan, seperti serbuk kayu, sekam padi, maupun plastik PET, juga dapat berkontribusi terhadap kemampuan batako dalam mengurangi kebisingan. Sejalan dengan hal tersebut, Hariyanto & Wibowo (2017) menyatakan bahwa material berpori mampu memperbaiki kinerja peredaman suara melalui mekanisme penyerapan gelombang bunyi di dalam rongga yang dimilikinya.

Dengan memperhatikan ketiga faktor ini, material peredam kebisingan dapat didesain untuk meningkatkan efektivitasnya dalam berbagai aplikasi konstruksi dan pengelolaan kebisingan.

## 2.10 Pengaruh Penambahan Limbah terhadap Sifat Material Konstruksi

Berbagai penelitian telah mengkaji pengaruh limbah serbuk kayu terhadap kekuatan, berat, dan sifat akustik batu bata, dengan hasil yang menunjukkan potensi positif. Penambahan serbuk kayu ke dalam campuran batu bata dapat mengurangi beratnya, karena serbuk kayu memiliki densitas rendah, membuat batu bata menjadi lebih ringan dibandingkan dengan batu bata konvensional (Sunarti, 2020). Penggunaan serbuk kayu dalam pembuatan batu bata dapat memengaruhi karakteristik mekanik dan akustiknya. Sejumlah penelitian telah meneliti dampak penambahan serbuk kayu terhadap daya tekan serta kemampuan meredam suara pada batu bata. Hasil uji menunjukkan bahwa serbuk gergaji kayu memiliki pengaruh signifikan terhadap ketiga aspek yang diuji, dengan nilai kuat tekan tertinggi ditemukan pada variasi A (0%) sebesar 105,21 kg/cm<sup>2</sup>, tingkat penyerapan

air optimal pada variasi E (9%) sebesar 14%, serta kemampuan peredaman suara terbaik pada variasi E (9%) yang mencapai 25,56 dB (Nurfalah, 2024).

Beberapa penelitian telah mengkaji pengaruh limbah *Polyethylene Terephthalate* terhadap struktur, densitas, dan kemampuan peredaman suara pada material konstruksi. Penambahan limbah *Polyethylene Terephthalate* dalam campuran bahan bangunan, seperti beton atau batu bata ringan, dapat mengurangi densitas material, menjadikannya lebih ringan dan lebih mudah untuk diproses (Mahmoud, 2018).

## 2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah tinjauan terhadap penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang relevan dengan topik penelitian yang sedang dijalankan. Penelitian terdahulu berfungsi sebagai acuan, perbandingan, dan landasan untuk penelitian baru, membantu peneliti dalam memahami konteks penelitian, mengidentifikasi celah, dan memberikan inspirasi.

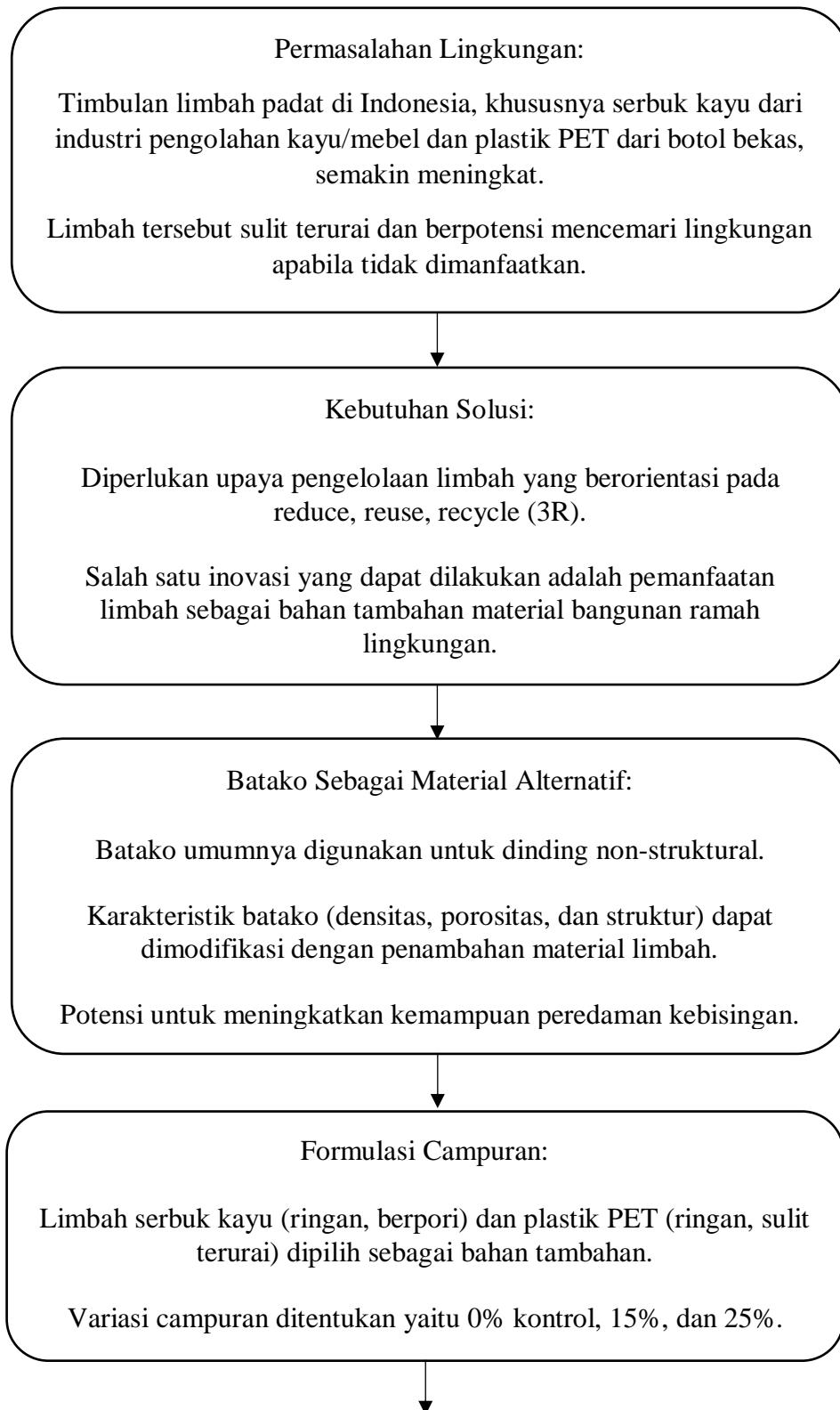
**Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu**

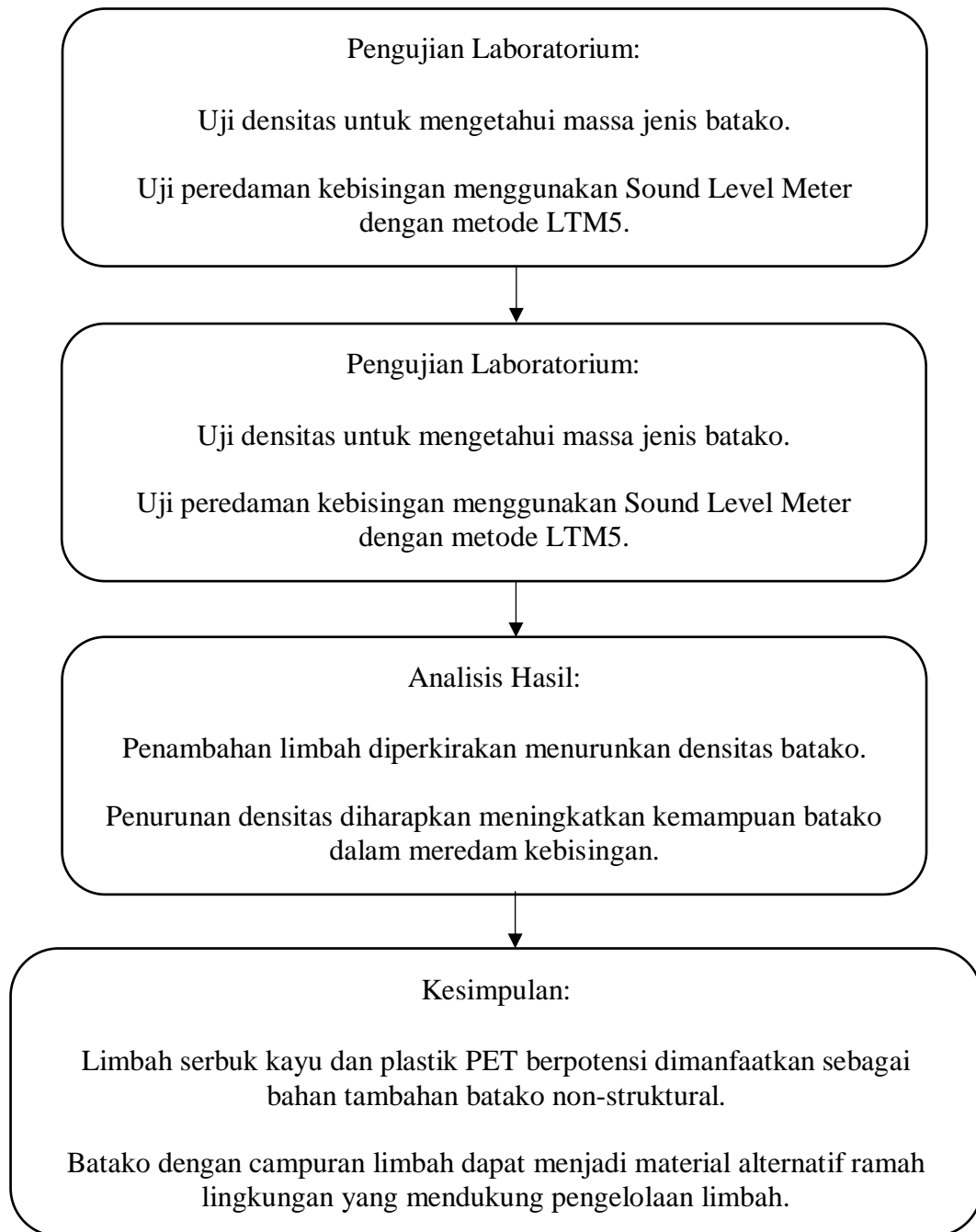
No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil penelitian
1.	Shela Nadia Putri , Hardoyo, Rani Ismiarti Ergantara	Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sengon Dan Kayu Kelapa Sebagai Campuran Batu Bata Ringan Untuk Media Peredam Kebisingan	Studi menunjukkan bahwa penambahan serbuk gergaji dari sengon dan kayu kelapa ke batu bata ringan secara efektif mengurangi tingkat kebisingan. Pengurangan optimal diamati dengan serbuk gergaji sengon 25%, mencapai penurunan tingkat kebisingan dari 83,5 dB menjadi 81,5 dB, pengurangan 2 dB, setara dengan efisiensi 2,39%. Sebaliknya, serbuk gergaji kayu kelapa menghasilkan pengurangan 1,8 dB, atau efisiensi 2,15%. Penelitian mengkonfirmasi bahwa persentase serbuk gergaji yang lebih tinggi berkorelasi dengan pengurangan intensitas kebisingan yang lebih besar, menyoroti potensi bahan-bahan ini sebagai media penekan kebisingan yang efektif.

2.	Darasita Zahra Dayanun	Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Pada Campuran Geopolimer Sebagai Material Dinding Insulasi	Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan jumlah serbuk gergaji dalam campuran geopolimer menyebabkan penurunan kekuatan tekan, dengan nilai rata-rata sebesar 5,2 MPa, yang sesuai dengan klasifikasi mortar N berdasarkan SNI 03-6882-2002. Penyerapan kebisingan meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan serbuk gergaji, di mana sampel dengan kandungan 60% dan 80% serbuk gergaji memiliki koefisien penyerapan suara yang cukup tinggi, masing-masing sekitar 0,85 dan 0,75 pada frekuensi 500 Hz dan 315 Hz. Selain itu, ketebalan sampel juga memengaruhi performa, baik dalam hal pengurangan kebisingan maupun kekuatan tekan.
3.	R. Exaudi Simon Purba, Irwan & Nurmaidah	Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sebagai Substitusi Campuran Bata Ringan Kedap Suara	Penelitian mengungkapkan bahwa penggunaan serbuk gergaji sebagai substitusi parsial dalam campuran bata ringan secara signifikan meningkatkan kemampuan penyerapan suara. Komposisi optimal ditemukan pada campuran dengan 30% serbuk gergaji, menghasilkan koefisien penyerapan suara tertinggi sebesar 0,6832 pada frekuensi 1000 Hz. Studi ini menyimpulkan bahwa peningkatan persentase serbuk gergaji dalam campuran berbanding lurus dengan peningkatan kemampuan peredaman suara. Hasil uji coba menunjukkan bahwa sifat fisik spesimen bervariasi tergantung pada persentase serbuk gergaji yang digunakan, yang berdampak pada berat total serta efisiensi penyerapan suara.

## 2.11 Alur Berpikir

Alur berpikir merupakan rangkaian logis dalam proses mental seseorang yang bertujuan untuk memperoleh kesimpulan atau pemahaman. Proses ini meliputi langkah-langkah seperti mengenali masalah, menghimpun informasi, mengevaluasi data, hingga menentukan keputusan atau merumuskan argumen.





**Gambar 2. 4** Bagan Alur Pemikiran

## **BAB III**

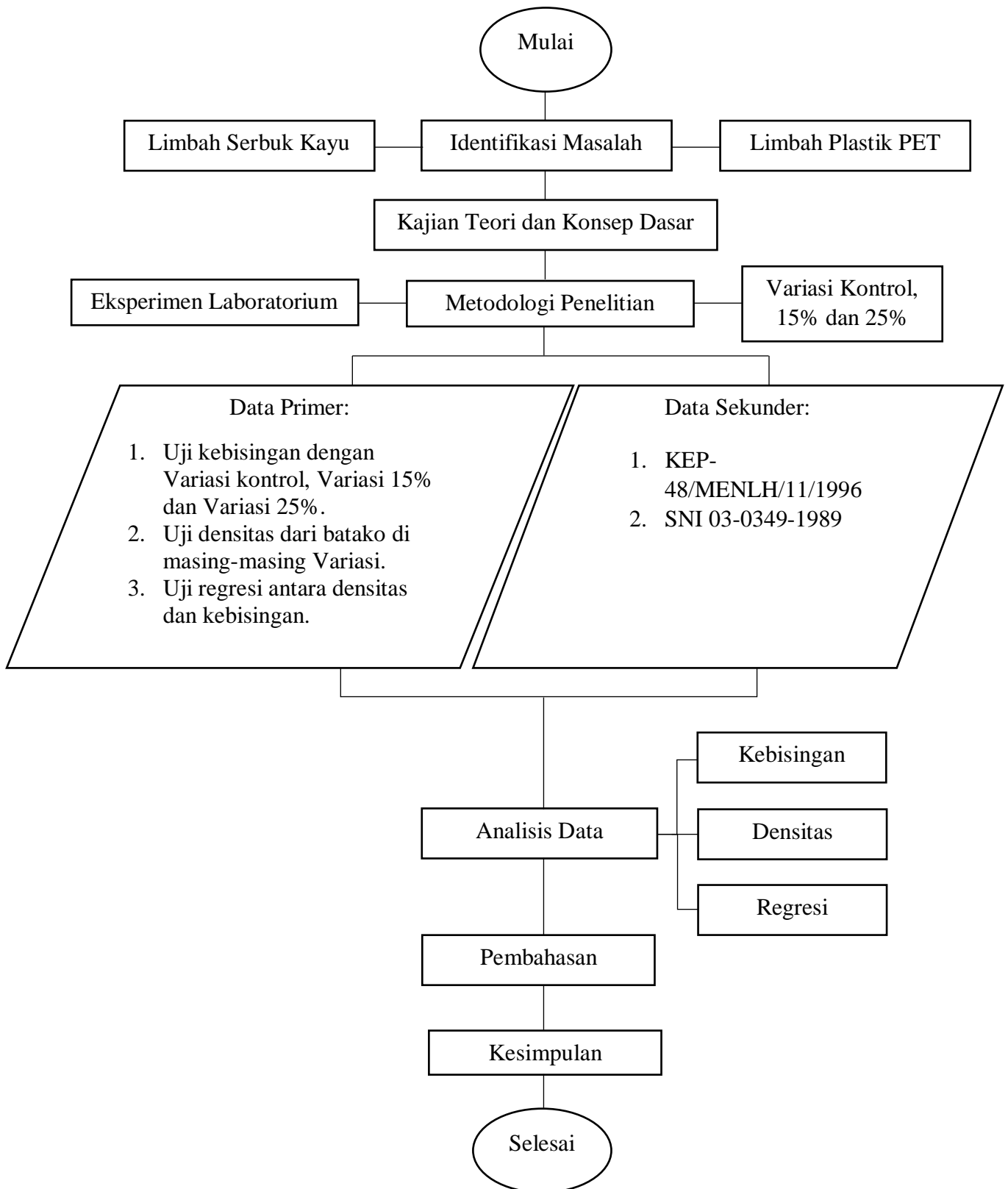
### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Metode Penelitian**

Penelitian ini menerapkan metode eksperimen pengujian untuk meneliti dampak penambahan limbah padat serbuk kayu dan plastik *Polyethylene Terephthalate* terhadap sifat batako sebagai material peredam kebisingan. Pembuatan batako dilakukan dengan berbagai variasi komposisi serbuk kayu dan plastik *Polyethylene Terephthalate* yang dicampurkan dengan semen, pasir, dan air. Tahapan produksi mencakup persiapan bahan baku, proses pencampuran, pencetakan, serta pengeringan. Setelah sampel batu bata ringan siap, dilakukan serangkaian pengujian untuk mengevaluasi karakteristik akustiknya guna menilai efektivitasnya dalam meredam suara.

Pengujian yang dilakukan meliputi uji peredaman kebisingan menggunakan *Sound Level Meter* untuk menganalisis tingkat absorpsi suara. Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif melalui pendekatan statistik deskriptif dan komparatif guna memahami pengaruh variasi komposisi terhadap karakteristik batako. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengidentifikasi formulasi terbaik yang memberikan keseimbangan optimal antara kemampuan peredaman suara dan kekuatan struktural, sehingga dapat dimanfaatkan dalam industri konstruksi sebagai material yang lebih ramah lingkungan.

### 3.2 Bagan Alir Penelitian



**Gambar 3. 1** Bagan Alir Penelitian



### 3.3 Lokasi Dan Waktu

#### 3.3.1 Lokasi

Pengujian ini dilaksanakan di jalan tarakomplek perumahan btn hasanah land, palu selatan . Pemilihan lokasi ini didasarkan pada karakteristiknya yang mendukung tujuan penelitian, seperti kondisi lingkungan yang minim suara dari luar yang mana pada saat pengukuran kebisingan tidak terganggu suara dari luar pada saat pengujian kebisingan dari media bata tersebut.

Dengan memilih lokasi ini, diharapkan hasil penelitian dapat merepresentasikan kondisi yang diteliti dan memberikan dasar yang kuat untuk analisis lebih lanjut terkait “Pengaruh Penambahan Limbah Padat Serbuk Kayu Dan Plastik *Polyethylene Terephthalate* Sebagai Campuran Batako Untuk Media Peredam Kebisingan”.

#### 3.3.2 Waktu

Untuk waktu yang ditargetkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

**Tabel 3. 1** Rencana Penelitian

		Waktu Penelitian															
No	Kegiatan	Bulan															
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Penyusunan Proposal																
2	Ujian Seminar Proposal																
3	Pengambilan Sampel																
4	Pengujian Dan Analisis Data																
5	Ujian Seminar Hasil																
6	Evaluasi Penelitian																
7	Penyusunan Laporan TA																

### 3.4 Alat Dan Bahan Penelitian

#### 3.4.1 Alat

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Laptop
2. Buku
3. Pulpen

4. Cetakan bata
5. Saringan Pasir
6. Sekop/cangkul
7. Sound level meter
8. Kotak dengan ukuran 62 x 52 x 26
9. speaker
10. Alat ukur volume menggunakan timbangan.

#### 3.4.2 Bahan

Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pasir
2. Semen
3. Air
4. Serbuk Kayu
5. Plastik *Polyethylene Terephthalate*

### 3.5 Pengumpulan Data

#### 3.5.1 Data Primer

Data primer yang diperoleh langsung melalui eksperimen, pengujian kebisingan, dan observasi selama proses penelitian pada bata yang mengandung limbah serbuk kayu dan plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET). Pengujian mencakup pengukuran kemampuan peredaman kebisingan dengan menggunakan alat sound level meter guna menilai efektivitas bata dalam menyerap suara.

#### 3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari berbagai referensi, termasuk jurnal ilmiah, buku, laporan penelitian, serta standar teknis yang membahas pemanfaatan limbah serbuk kayu dan plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dalam bahan konstruksi, khususnya bata. parameter baku mutu kebisingan, dijadikan pedoman dalam menganalisis hasil penelitian, yaitu *KEP-48/MENLH/11/1996*.

### 3.6 Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

## 1. Tahap Persiapan

### a. Studi Literatur

Melakukan pencarian dan analisis referensi mengenai pemanfaatan limbah serbuk kayu serta plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dalam bidang konstruksi, terutama sebagai bahan tambahan dalam pembuatan batu bata ringan.

### b. Pengadaan Bahan

Mengumpulkan bahan utama yang dibutuhkan dalam penelitian, termasuk serbuk kayu, limbah plastik *Polyethylene Terephthalate*, semen, pasir, serta bahan tambahan lainnya yang mendukung proses pembuatan batu bata ringan.

### c. Persiapan Peralatan

Menyiapkan berbagai alat yang diperlukan untuk proses produksi dan pengujian batu bata ringan, seperti cetakan, alat pencampur, serta perangkat uji untuk mengukur ketahanan dan kemampuan peredaman suara.

### d. Penentuan Komposisi Campuran

Merancang variasi campuran dengan persentase berbeda dari serbuk kayu dan plastik *Polyethylene Terephthalate* guna mengevaluasi pengaruhnya terhadap sifat fisik dan mekanis batako.

## 2. Tahap Pembuatan

### a. Persiapan Bahan

Limbah serbuk kayu diberikan air terlebih dahulu kemudian di peras untuk mencegah serbuk menyerap air dari campuran, sedangkan plastik *Polyethylene Terephthalate* dicacah menjadi ukuran kecil agar lebih mudah tercampur dalam adonan. Komposisi limbah yang digunakan pada penelitian ini variasi kontrol, adalah pembuatan dengan bahan batako pada umumnya yaitu pasir, semen dan air. Pada variasi 15%, limbah yang digunakan sebanyak 10,5 kg, yang mana berat tersebut di dapatkan dari total pasir dan semen. Sedangkan pada variasi 25% limbah yang digunakan sebanyak 17,5 kg, dari total berat pasir dan semen.

### b. Proses Pencampuran

Bahan-bahan utama, seperti semen, pasir, serbuk kayu, dan plastik *Polyethylene Terephthalate*, dicampurkan sesuai dengan komposisi yang telah ditetapkan hingga membentuk campuran yang tepat. Yaitu pada campuran variasi 15% dibagi masing-masing limbah antara serbuk kayu dan plastik *Polyethylene Terephthalate* sebanyak 5,25 kg. dan pada variasi 25% didapatkan hasil 8,75 kg.

c. Pencetakan

Campuran yang sudah merata dituangkan ke dalam cetakan dengan ukuran standar batako, dengan masing-masing sampel sebanyak 12 batako. Jadi, untuk total keseluruhan batako di semua variasi sebanyak 36 batako.

d. Pengeringan dan Pengerasan

Batu bata yang telah dicetak dikeringkan langsung dibawah panas matahari selama satu hari 12 jam (tergantung cuaca) sebelum menjalani proses curing untuk meningkatkan kekuatan material.

3. Tahap Pengujian

a. Uji Peredam Kebisingan

Menggunakan alat pengukur tingkat kebisingan untuk mengetahui efektivitas batu bata dalam meredam suara.

b. Uji Densitas Batako

Uji densitas batako dilakukan untuk mengetahui massa jenis batako dengan cara membandingkan massa batako terhadap volumenya. Nilai densitas ini penting karena berhubungan langsung dengan kualitas batako, seperti kekuatan tekan, daya serap air, serta kemampuannya sebagai material struktural maupun non-struktural.

c. Uji Regresi Sederhana

Uji regresi dilakukan untuk mengetahui apakah densitas batako berpengaruh terhadap redaman kebisingannya.

Berikut ini komposisi material yang digunakan adalah:

1. Komposisi material batu bata yang digunakan dibuat tetap.
2. Penelitian ini menggunakan 2 jenis bahan, yaitu serbuk kayu dan plastik *Polyethylene Terephthalate*.

3. Penelitian ini menggunakan 2 variasi penambahan serbuk kayu dan plastik, yaitu 15% dan 25%.

4. Variasi batu bata:

- a. Kontrol (semen = 10 kg, pasir = 60 kg, serbuk kayu dan *Polyethylene Terephthalate* = 0 kg)
- b. Variasi I 15% (semen = 10 kg, pasir = 60 kg, serbuk kayu dan *Polyethylene Terephthalate* = 10,5 kg)
- c. Variasi II 25% (semen = 10 kg, pasir = 60 kg serbuk kayu dan *Polyethylene Terephthalate* = 17,5 kg)

Untuk total campuran pembuatan bahan yaitu Serbuk kayu dan *Polyethylene Terephthalate* sebanyak 28 kg, semen sebanyak 30 kg, pasir sebanyak 180 kg, dan air sebanyak  $\pm$  35 liter.

### 3.7 Analisis Data

Penelitian ini bertujuan untuk menilai pengaruh pemanfaatan limbah padat berupa serbuk kayu dan plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dalam campuran pembuatan batu bata ringan yang berfungsi sebagai peredam kebisingan. Analisis data meliputi karakteristik fisik dan mekanik batu bata serta tingkat keefektifannya dalam mereduksi kebisingan.

#### 3.7.1 Variabel Penelitian

##### a. Variabel Independen

Variabel independen adalah faktor yang mempengaruhi atau menjadi pemicu perubahan pada variabel lain. Variabel ini juga dikenal sebagai variabel bebas.

##### 1. Persentase Campuran Serbuk Kayu dan Plastik *Polyethylene Terephthalate* Dalam Batako(%)

Kandungan serbuk kayu dan plastik *Polyethylene Terephthalate* dalam campuran batu batako(%) adalah faktor utama yang mempengaruhi sifat material, termasuk berat, ketahanan, dan efektivitas dalam meredam suara.

##### b. Variabel Dependen

Variabel dependen adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel independen. Variabel ini juga dikenal sebagai variabel terikat, output, kriteria, konsekuen, atau hasil.

1. Densitas Batu Bata ( $\text{Kg/m}^3$ )

Densitas batu bata ( $\text{Kg/m}^3$ ) merupakan ukuran massa dalam setiap satuan volume bata, yang berperan dalam menentukan kekuatan, daya tahan, pembeda, serta efektivitasnya dalam isolasi termal dan akustik.

2. Kemampuan Peredam Kebisingan (dB)

Kemampuan peredam kebisingan (dB) merujuk pada kapasitas suatu material dalam menahan atau menyerap gelombang suara, sehingga menurunkan tingkat kebisingan di sekelilingnya. Semakin besar nilai peredaman, semakin baik material tersebut dalam menghalangi transmisi suara.

c. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan sehingga dampak variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dipengaruhi oleh faktor eksternal yang tidak termasuk dalam penelitian.

1. Komposisi dasar dalam bahan baku batu bata ringan.
2. Metode pencampuran dan proses pencetakan,
3. Suhu dan waktu proses pemadatan/pengeringan.

### 3.7.2 Metode Pengolahan Data

a. Analisis Statistik Deskriptif

Analisis statistik deskriptif merupakan teknik yang digunakan untuk menyajikan dan merangkum data dalam bentuk tabel, grafik, diagram, atau indikator numerik seperti mean, median, dan standar deviasi, sehingga pola serta karakteristik data lebih jelas dan mudah dianalisis.

b. Uji Peredam Kebisingan

1. Mengukur tingkat penyerapan suara menggunakan sound level meter pada frekuensi tertentu.
2. Sebelum adanya nilai interval bising, perlu dilakukan perhitungan menggunakan rumus untuk mencari intervalnya. Adapun perhitungannya antara lain sebagai berikut:

- a. Menentukan Banyak Kelas (k)  $k=1+3,3\log 10n$
  - b. Menentukan Rentang Data (R)  $R=X_{maks}-X_{min}$
  - c. Menentukan Panjang Kelas (i)  $i=\frac{k}{R}$
3. Pengukuran dilakukan untuk tingkat tekanan suara (dB) selama 10 menit. Setiap pengukuran berlangsung selama 5 detik (LTM5), sehingga dalam rentang waktu 10 menit, diperoleh sebanyak 120 data. Perhitungan tingkat kebisingan mengacu pada Kepmen LH No. 48 Tahun 1996.

$$10 \log \frac{1}{n} \sum T_n \cdot 10^{0,1 L_n}$$

Keterangan :

LTM5 = Tingkat kebisingan rata-rata selama 5 detik (dB)

T = Total waktu pengukuran

$L_n$  = Tingkat kebisingan pada interval ke-n (dB)

$t_i$  = Durasi masing-masing interval (detik)

n = Jumlah data pengukuran

#### c. Uji Densitas Batako

Uji densitas atau massa jenis batako bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara massa batako dengan volumenya. Nilai densitas ini penting karena memengaruhi sifat mekanik (seperti kuat tekan) dan sifat fisik (seperti daya serap air serta kemampuan meredam suara).

1. Penimbangan massa (W) – Batako ditimbang dalam kondisi kering untuk mendapatkan massanya (dalam satuan kilogram).
2. Pengukuran dimensi ( $p \times l \times t$ ) – Panjang, lebar, dan tinggi batako diukur menggunakan jangka sorong atau penggaris untuk menentukan volumenya (dalam satuan  $m^3$ ).
3. Perhitungan densitas ( $\rho$ ) – Menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{W}{V}$$



Keterangan:

$\rho$  = Densitas (kg/m<sup>3</sup>)

W = Massa batako (kg)

V = Volume batako (m<sup>3</sup>)

d. Uji Regresi Sederhana

Regresi linier sederhana adalah metode statistik yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara satu variabel bebas (X) dengan satu variabel terikat (Y). Berikut rumus untuk menghitung regresi linier sederhana:

$$Y = a + bX$$

Keterangan:

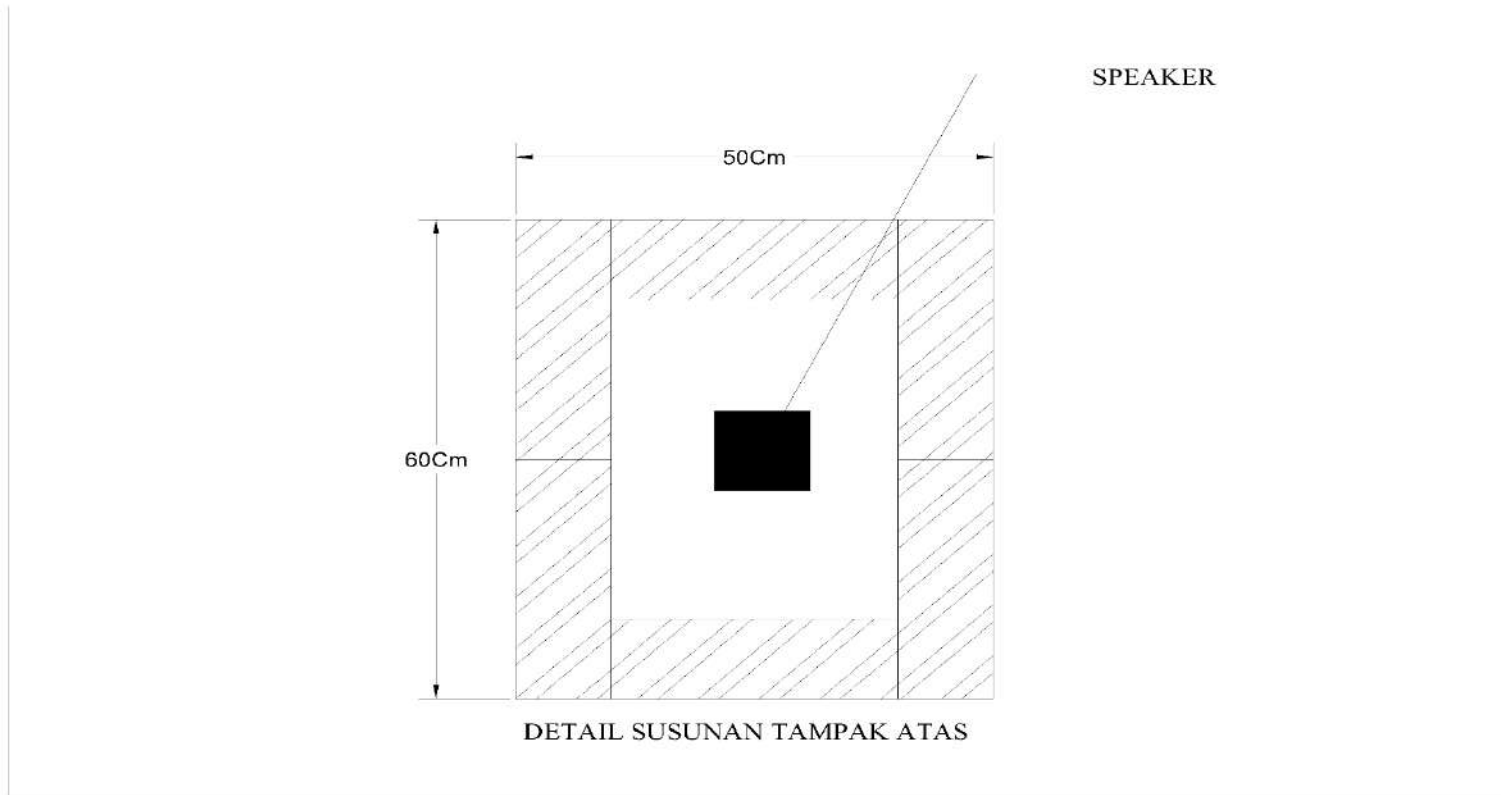
Y = Variabel dependen (terikat)

X = Variabel independent (bebas)

a = Konstanta

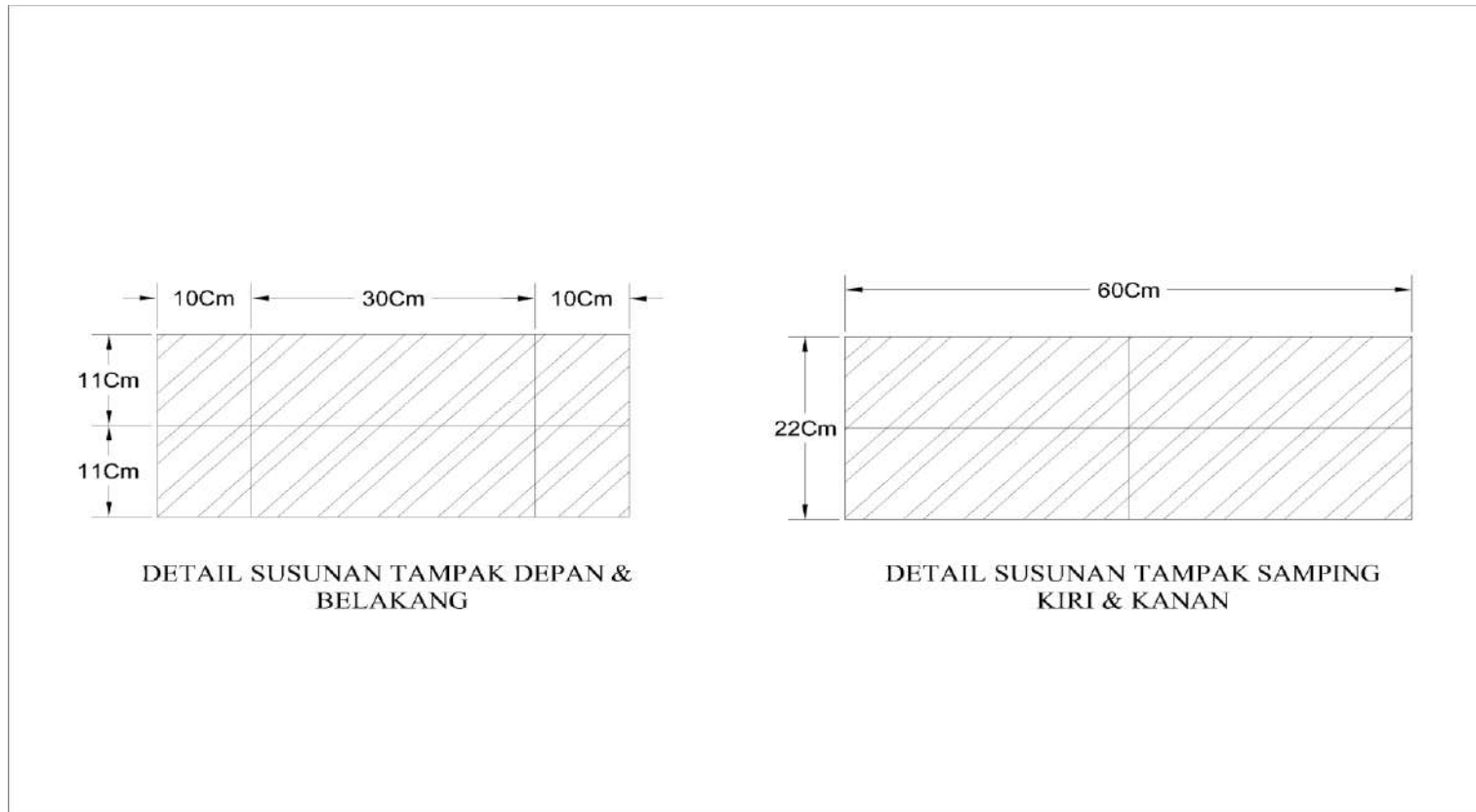
b = Koefisien regresi

### 3.8 Rencana Desain Prototype Ruang



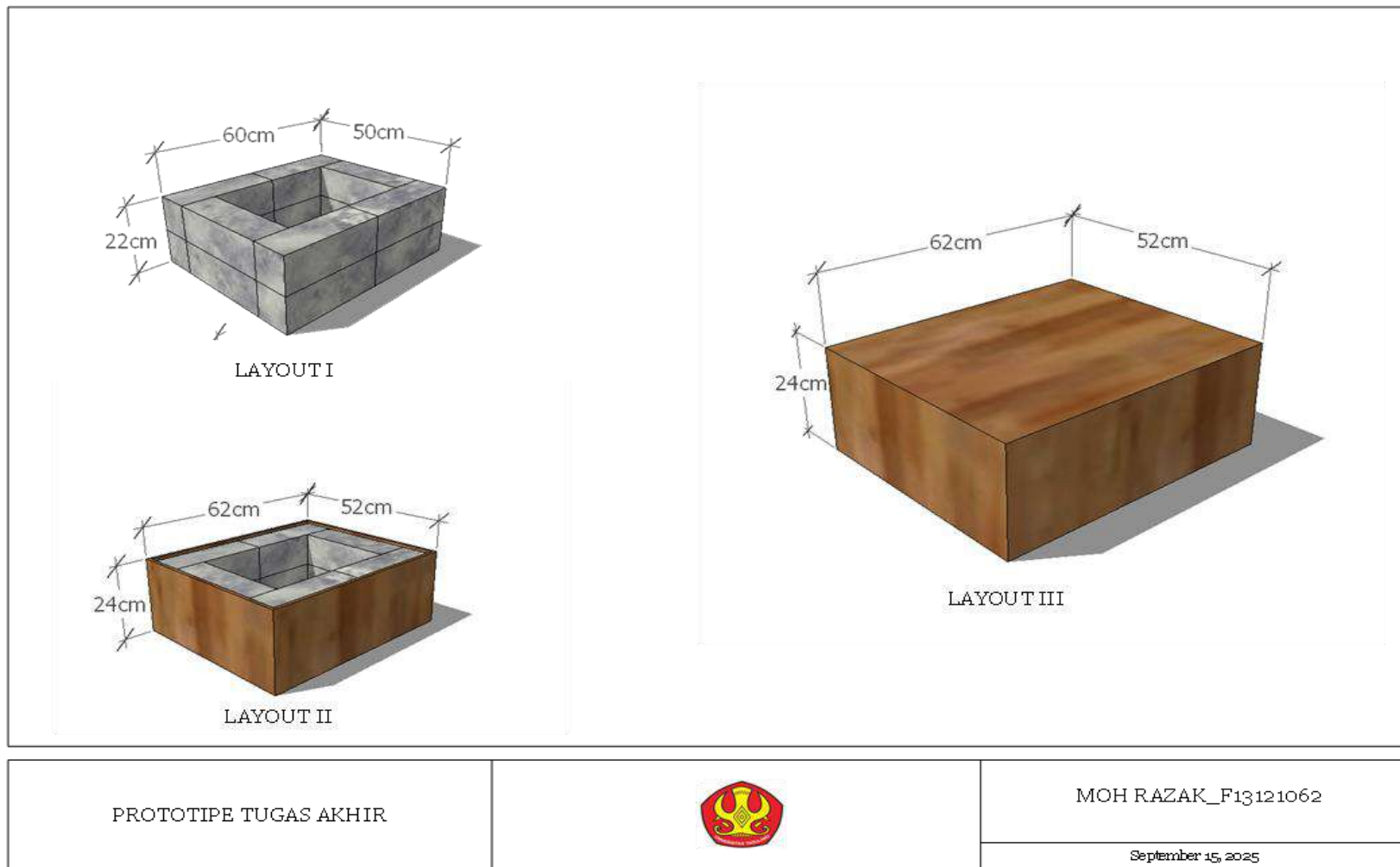
PROTOTYPE TUGAS AKHIR		MOH RAZAK_F13121062 September 15, 2025
-----------------------	--	---

**Gambar 3. 2** Desain Rencana Tampak Samping & Depan



PROTOTIPE TUGAS AKHIR		MOH RAZAK_F13121062
		September 15, 2025

**Gambar 3. 3** Desain Rencana Tampak Samping & Depan



**Gambar 3. 4** Desain Rencana Prototype Layout

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Gambaran Umum Penelitian**

Tahapan penelitian meliputi persiapan bahan berupa semen, pasir, serbuk kayu, dan plastik PET yang dicacah menggunakan alat crusher plastik dengan ukuran 0,5-1 cm. Setelah itu, campuran batako dibuat dengan beberapa variasi komposisi guna membandingkan redaman dan densitinya, yaitu batako kontrol (tanpa limbah), campuran dengan tambahan serbuk kayu, dan campuran dengan tambahan limbah plastik PET. Batako yang telah dicetak kemudian dilakukan proses curing (perawatan) hingga mencapai umur 7 hari sebelum dilakukan pengujian.

Jenis pengujian yang digunakan mencakup uji fisik, dan akustik. Uji fisik meliputi pengukuran densitas dengan cara mengukur dan dan menimbang batako tersebut untuk mengetahui massa jenis serta volume pada batako. Sementara itu, uji akustik dilakukan dengan mengukur kemampuan redaman suara pada berbagai frekuensi kebisingan berdasarkan standar pengujian akustik (ISO 10140). Rangkaian uji ini diharapkan mampu memberikan pemahaman menyeluruh mengenai kinerja batako dengan tambahan limbah serbuk kayu dan plastik PET.

Secara umum, penelitian ini diharapkan dapat mendukung pengembangan material bangunan berwawasan lingkungan. Pemanfaatan limbah padat sebagai bahan tambahan batako tidak hanya mampu mengurangi jumlah sampah kayu dan plastik PET, tetapi juga berpotensi menghasilkan batako dengan sifat akustik yang lebih baik sehingga dapat digunakan sebagai material peredam kebisingan pada bangunan non-struktural.

#### **4.2 Hasil Pengujian**

##### **4.2.1 Hasil Uji Redaman Kebisingan**

###### **1. Pengukuran Intensitas Kebisingan Untuk Variasi Kontrol**

Pada tahap pengujian ini, sumber suara diletakkan di dalam ruang uji, dan pengukuran tingkat tekanan suara dilakukan menggunakan Sound Level Meter (SLM)

pada jarak dan posisi yang telah ditetapkan sebelumnya (1 meter). Proses pengukuran mencakup rentang frekuensi tertentu, yaitu 2000 Hz, sesuai dengan ketentuan dalam standar ISO 10140.

Data tingkat kebisingan yang diperoleh dari variasi kontrol kemudian dimanfaatkan sebagai dasar perhitungan untuk menentukan efektivitas peredaman dari variasi material batako lainnya. Melalui perbandingan hasil pengukuran antara variasi kontrol dan variasi uji, dapat diketahui sejauh mana kemampuan masing-masing material dalam meredam kebisingan.

**Tabel 4. 1** Hasil rekapitulasi manual pengukuran intensitas kebisingan tanpa menggunakan campuran limbah (kontrol)

No.	Detik/Menit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	63.4	53	63.7	63.2	65.9	65.1	64.9	65.3	66.8	66.7
2	10	64.4	63	64.8	63.8	65.5	65.5	64.9	65.3	66.7	66.5
3	15	64.9	61.8	64.7	63.9	65.9	65.2	63.9	65.5	65.4	66.5
4	20	64.4	61.4	64.5	63.4	65.9	66	63.9	66.5	64.2	66.6
5	25	64.2	62.4	63.2	63.1	65.3	65.9	64.3	64.3	65.1	66.8
6	30	64.3	64.1	62.9	63	65.8	65.7	66.5	65.5	65.3	70.2
7	35	64.3	63.2	63.1	63.8	66.2	65.6	65.3	66.4	65.1	67
8	40	64.3	63.9	64	64.8	66.3	65.5	66	66.4	66.5	66.4
9	45	62.2	64.8	62.3	65	66.3	66.3	65.7	65.7	66.3	66.4
10	50	62.1	63.7	63.8	65.1	66.3	64.9	65.7	65.4	66.1	66.8
11	55	61.6	63.7	63.5	64	62.3	64.4	65.4	65.6	66	65.8
12	60	64.1	63.6	63.4	64.5	65.2	64.2	65.4	64	66.6	65.4

Dari 120 data yang diperoleh pada tabel diatas maka diketahui nilai kebisingan tertinggi bernilai 70.2 dB dan nilai kebisingan terendah 53 dB, selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan excel untuk menghitung distribusi frekuensi. Berikut ini adalah hasil dari perhitungan untuk mencari distribusi frekuensi:

**Tabel 4. 2** Data untuk mencari intensitas kebisingan

Variasi Kontrol	
Nilai maksimal	70.2 dB
Nilai minimal	53 dB
n	120
k	8
i	2

Dari data tabel diatas selanjutnya data tersebut di olah dalam formula excel sehingga dapat diketahui nilai interval bisingnya, yang ada pada tabel 4.3 berikut ini:

**Tabel 4. 3** Hasil pengukuran intensitas kebisingan batu bata tanpa campuran limbah (kontrol)

Interval Kelas	Nilai Tengah	Frekuensi
53-56	54.5	1
57-60	58.5	0
61-64	62.5	34
65-68	66.5	84
69-72	70.5	1
73-76	74.5	0
77-80	78.5	0
81-84	82.5	0

**Sumber :** Data primer, 2025

$$\begin{aligned}
 L_{TM5} &= 10 \log \frac{1}{n} \sum Tn. 10^{0,1 Ln} \\
 &= 10 \log \frac{1}{120} (1.10^{0,1.54.5} + 0.10^{0,1.58.5} + 34.10^{0,1.62.5} + 84.10^{0,1.66.5} + 1.10^{0,1.70.5} + \\
 &\quad 0.10^{0,1.74.5} + 0.10^{0,1.78.5} + 0.10^{0,1.82.5}) \\
 &= 10 \log \frac{1}{120} ( 44.792.596,79 ) \\
 &= 10 \log ( 37.327.164,0 ) \\
 &= 75.72 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan didapat tingkat kebisingannya sebesar 75.72 dB.

## 2. Pengukuran Intensitas Kebisingan Untuk Variasi 15%

Pengukuran dilakukan dengan memasukkan batu bata campuran limbah padat perbandingan 15% ke dalam kotak kayu, setelah kotak terisi penuh baru kemudian dilakukan pengukuran. Hasil pengukuran intensitas kebisingan untuk 15% disajikan pada Tabel 4.4

**Tabel 4. 4** Hasil rekapitulasi manual pengukuran intensitas kebisingan menggunakan campuran limbah (variasi 15%)

No.	Detik/Menit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	67.6	73.6	55.1	56.9	71.6	60	71.1	66.8	50.7	67.5
2	10	70.1	69.7	73.1	61.3	72.3	58.9	73.6	52.7	56.3	67.4
3	15	73.2	68.6	72	62.1	72.5	45.5	72.5	57.6	62.1	67.8
4	20	71.1	70.1	68.3	61.2	70.3	51.5	70.4	64.8	61.2	68.7
5	25	74	73.3	68.4	60	71.9	50.3	62.3	65.1	61.4	68.9
6	30	66.5	62.9	69.4	58.8	71.5	61.9	61.7	64.3	60.8	55.7
7	35	66.4	60.9	71.2	57.3	61.6	69.3	66.9	71.3	59.8	52.8
8	40	70.1	60.7	70.5	56.4	64.6	68.1	65.7	70	53.5	52.1
9	45	73.3	52.3	70.5	64.3	61.3	69.4	65.2	51.3	67.6	50.9
10	50	74.10	57.8	72.3	73.2	62.4	68.2	65.1	55.9	67.2	55
11	55	68.5	59.4	63.8	58.8	59.3	69.9	65.1	45.8	67.6	46.9
12	60	68.8	57.5	58.9	73.8	58.2	72.3	65.3	49.8	67.3	53.9

Dari 120 data yang diperoleh pada tabel diatas maka diketahui nilai kebisingan tertinggi bernilai 74.1 dB dan nilai kebisingan terendah 45.5 dB, selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan excel untuk menghitung distribusi frekuensi. Berikut ini adalah hasil dari perhitungan untuk mencari distribusi frekuensi.



**Tabel 4. 5** Data untuk mencari intensitas kebisingan

Variasi 15%	
Nilai maksimal	74.1 dB
Nilai minimal	45.5 dB
n	120
k	8
i	4

Dari data tabel diatas selanjutnya data tersebut di olah dalam formula excel sehingga dapat diketahui nilai interval bisingsnya, yang ada pada tabel 4.6 berikut ini:

**Tabel 4. 6** Hasil pengukuran intensitas kebisingan batu bata dengan campuran limbah (variasi 15%)

Interval Kelas	Nilai Tengah	Frekuensi
45.5-48.5	47	3
49.5-52.5	51	8
53.5-56.5	55	10
57.5-60.5	59	15
61.5-64.5	63	19
65.5-68.5	67	25
69.5-72.5	71	30
73.5-76.5	75	10

**Sumber :** Data Primer 2025

$$\begin{aligned}
 L_{TM5} &= 10 \log \frac{1}{n} \sum Tn. 10^{0,1 Ln} \\
 &= 10 \log \frac{1}{120} (3.10^{0,1.47} + 8.10^{0,1.51} + 10.10^{0,1.55} + 15.10^{0,1.59} + 19.10^{0,1.63} + 25 \\
 &\quad .10^{0,1.67} + 30.10^{0,1.71} + 10.10^{0,1.75}) \\
 &= 10 \log \frac{1}{120} ( 850.173.880,9 ) \\
 &= 10 \log ( 7084782,34 )
 \end{aligned}$$

$$= 68.62 \text{ dB}$$

Dari hasil perhitungan didapat tingkat kebisingannya sebesar 68.62 dB.

### 3. Pengukuran Intensitas Kebisingan Untuk Variasi 25%

Pengukuran dilakukan dengan memasukkan batu bata campuran serbuk kayu dan plastik pet perbandingan 25% ke dalam kotak kayu, setelah kotak terisi penuh baru kemudian dilakukan pengukuran. Hasil pengukuran intensitas kebisingan untuk 25% penambahan limbah tersebut, disajikan pada Tabel 4.7.

**Tabel 4. 7** Hasil rekapitulasi manual pengukuran intensitas kebisingan menggunakan campuran limbah (variasi 25%)

No.	Detik/Menit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	64.4	58	60.1	57.1	59.4	62.7	54.3	55.1	63.7	62.2
2	10	60.2	55.7	57.5	56.6	59.4	58.7	57.3	57.8	58.8	62.4
3	15	60.5	57.5	63.4	55.1	57.8	56.7	58.4	53.8	53.5	62.2
4	20	63.4	53	62.5	59.4	59.2	57	57.1	62.4	61.2	61.8
5	25	56.7	60.1	61.4	58.1	58.4	59.6	58.9	62.5	61.7	60.4
6	30	57.1	60.8	62.1	61.9	59.2	55.4	55.4	62.9	62.3	62.1
7	35	56.6	61.1	62	61.2	58.1	62	55.2	58.2	59.1	60.8
8	40	61.9	56.6	61.6	61.6	57.2	62.7	58.6	57.3	61	57
9	45	59.3	55.1	58.1	62.4	50.5	60.3	54.4	57.4	59.9	61.8
10	50	60	54.3	56.2	62.2	60	63.3	46.9	59	51.9	55.3
11	55	56.6	54.8	56.4	58.8	60.4	57	59.9	62.7	62.8	55.4
12	60	56.2	54.9	56.5	57.8	56.5	52.3	54.4	63.7	63	56.7

Dari 120 data yang diperoleh pada tabel diatas maka diketahui nilai kebisingan tertinggi bernilai 64.4 dB dan nilai kebisingan terendah 46.9 dB, selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan excel untuk menghitung distribusi frekuensi. Berikut ini adalah hasil dari perhitungan untuk mencari distribusi frekuensi:

**Tabel 4. 8** Data untuk mencari intensitas kebisingan

Variasi 25%	
Nilai maksimal	64.4 dB
Nilai minimal	46.9 dB
n	120
k	8
i	2

Dari data tabel diatas selanjutnya data tersebut di olah dalam formula excel sehingga dapat diketahui nilai interval bisingnya, yang ada pada tabel 4.8 berikut ini:

**Tabel 4. 9** Hasil pengukuran intensitas kebisingan batu bata dengan campuran limbah (variasi 25%)

Interval Kelas	Nilai Tengah	Frekuensi
46.9-49.9	48.4	1
50.9-53.9	52.4	6
54.9-57.9	56.4	42
58.9-61.9	60.4	46
62.9-65.9	64.4	25
66.9-69.9	68.4	0
70.9-73.9	72.4	0
74.9-77.9	76.4	0

**Sumber :** Data Primer 2025

$$\begin{aligned}
 L_{TM5} &= 10 \log \frac{1}{n} \sum Tn. 10^{0,1 Ln} \\
 &= 10 \log \frac{1}{120} (1.10^{0,1.48,4} + 6.10^{0,1.52,4} + 42.10^{0,1.56,4} + 46.10^{0,1.60,4} + 25.10^{0,1.64,4} + \\
 &\quad 0.10^{0,1.68,4} + 0.10^{0,1.72,4} + 0.10^{0,1.76,4}) \\
 &= 10 \log \frac{1}{120} ( 138.739.243,1544694 ) \\
 &= 10 \log ( 1.156.160,3596205783 )
 \end{aligned}$$

$$= 60.63 \text{ dB}$$

Dari hasil perhitungan didapat tingkat kebisingannya sebesar 60.63 dB.

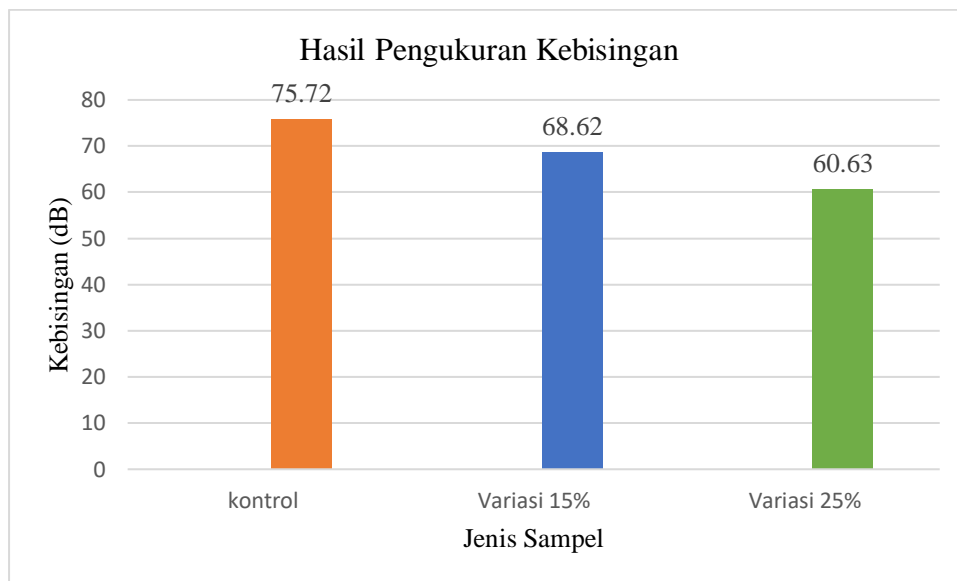
Pengukuran tingkat kebisingan pada berbagai variasi campuran menunjukkan adanya perbedaan pada nilai redaman. Variasi persentase serbuk kayu dan plastik PET menghasilkan kemampuan peredaman yang tidak sama. Nilai kebisingan diperoleh dari hasil pengukuran kebisingan, kemudian dibandingkan dengan sampel kontrol. Berdasarkan hasil perhitungan, campuran dengan komposisi 25% yang mampu mereduksi kebisingan lebih besar dibandingkan campuran lainnya, sehingga membuktikan bahwa proporsi bahan berperan langsung terhadap efektivitas peredaman suara. Adapun hasil dari hasil uji redaman dari ketiga campuran dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4. 10** Hasil pengukuran keseluruhan intensitas kebisingan

Jenis Sampel	Kebisingan (dB)
kontrol	75.72
15%	68.62
25%	60.63

**Sumber :** Data Primer 2025

Perbandingan penambahan sampah serbuk kayu dan plastik pet pada campuran batako dengan tingkat kebisingan digambarkan pada gambar berikut:



**Gambar 4. 1** Hasil Uji Redaman Kebisingan

Dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan Gambar 4.1 nilai penurunan tingkat kebisingan terbesar yaitu pada batu bata dengan campuran serbuk kayu dan plastik pet variasi 25 % sebagai bahan peredam sebesar 60.63 dB, variasi 15% sebesar 68.62 dB, dan kontrol sebesar 75.72 dB.

#### 4.2.2 Uji Densitas Batako

Pengujian densitas batako dilakukan untuk menentukan massa jenis setiap sampel yang dibuat dengan variasi campuran limbah serbuk kayu dan plastik Polyethylene Terephthalate (PET). Tujuan pengujian ini adalah menilai tingkat kerapatan material, yang memengaruhi karakteristik mekanik maupun fisik dari batako tersebut. Metode pengujian dilakukan dengan dua tahap utama. Pertama, penimbangan massa masing-masing sampel menggunakan timbangan digital. Kedua, pengukuran dimensi panjang, lebar, dan tinggi menggunakan penggaris presisi, volume sampel diperoleh dari hasil perkalian dimensi yang telah dikonversi ke satuan meter. Berikut ini tabel hasil densitas batako sebanyak 12 di masing-masing sampel:

**Tabel 4. 11** Hasil timbangan masing-masing batako

No	Kontrol	Variasi 15%	Variasi 25%
1	4.4	4.1	2.6
2	4.6	4.1	3
3	4.2	4	3.1
4	4.7	3.7	3.2
5	4.4	3.9	3.1
6	4.2	4	2.9
7	4	4	2.6
8	4.7	4.3	2.8
9	4.6	4	3.6
10	4.1	4.1	2.4
11	4.8	4.5	3.1
12	4.3	3.8	2.5
<b>Mean±SD</b>	4.41±0.26	4.04±0.21	2.90±0.34

Sumber : Data Primer 2025

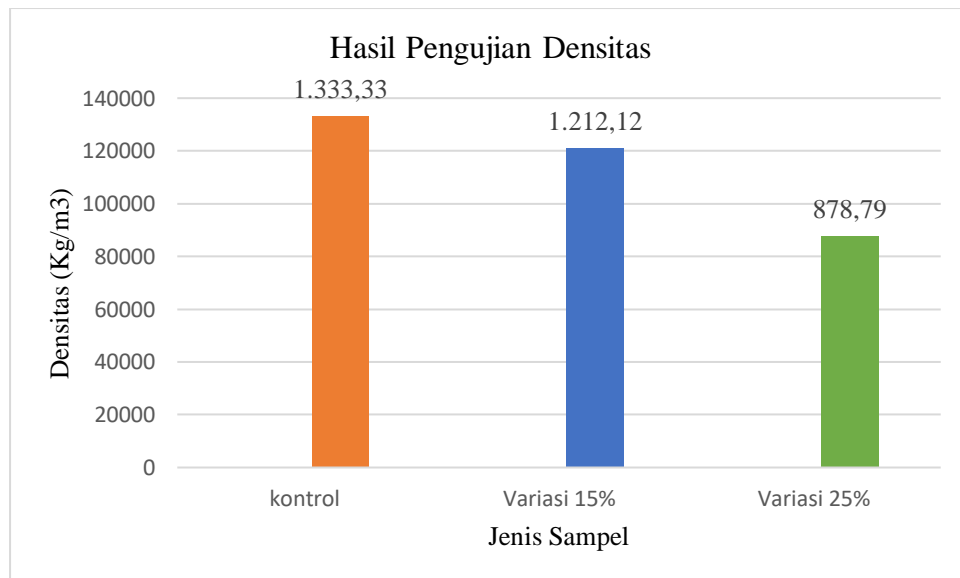
Berdasarkan tabel tersebut hasil uji pada batako kontrol, variasi dengan tambahan limbah 15%, dan variasi dengan tambahan limbah 25%. Pada kontrol, nilai rata-rata sebesar  $4,41 \pm 0,26$  menunjukkan hasil yang relatif tinggi dengan sebaran data yang kecil sehingga cukup konsisten. Pada variasi 15%, rata-rata menurun sedikit menjadi  $4,04 \pm 0,21$ , dan standar deviasi yang lebih rendah dibanding kontrol mengindikasikan bahwa hasil uji lebih seragam atau homogen. Sedangkan pada variasi 25%, rata-rata mengalami penurunan cukup besar yaitu  $2,90 \pm 0,34$ , dengan standar deviasi lebih tinggi dibanding dua kelompok lainnya. Hal ini menunjukkan hasil pengujian lebih bervariasi atau kurang homogen. Dengan demikian, semakin tinggi proporsi limbah (serbuk kayu dan PET) yang ditambahkan, kualitas batako cenderung menurun dan hasilnya menjadi kurang stabil. Oleh karena itu, variasi 15% masih dapat dipertimbangkan karena penurunannya kecil dan konsisten, sementara variasi 25% menunjukkan penurunan signifikan dengan sebaran data yang lebih besar.

**Tabel 4. 12** Hasil pengujian rata-rata densitas batako

Kode sampel	Massa (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Volume (m <sup>3</sup> )	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )
Kontrol	4,4	30	10	11	0,0033	1.333,33
Variasi 15%	4,0	30	10	11	0,0033	1.212,12
Variasi 25%	2,9	30	10	11	0,0033	878,79

**Sumber :** Data Primer 2025

Pengujian densitas bertujuan untuk mengetahui massa jenis batako pada setiap variasi campuran serbuk kayu dan plastik Polyethylene Terephthalate (PET). Pengujian dilakukan dengan mengukur massa dan dimensi batako, Untuk mempermudah analisis perbandingan densitas setiap variasi campuran ditunjukkan pada gambar berikut:



**Gambar 4. 2** Hasil Uji Densitas

Berdasarkan Tabel 4.11 dan Gambar 4.2, terlihat bahwa penambahan limbah serbuk kayu dan plastik PET menurunkan densitas batako secara signifikan. Batako kontrol memiliki densitas tertinggi (1.333,33 kg/m<sup>3</sup>), sedangkan batako dengan campuran 25% memiliki densitas terendah (878,79 kg/m<sup>3</sup>).

#### 4.2.3 Uji Regresi Sederhana

Pada Tabel X ditampilkan hasil pengukuran densitas batako yang dihasilkan dari beberapa variasi komposisi material penyusun. Informasi yang tercantum meliputi

nilai rata-rata beserta standar deviasi ( $\text{Mean} \pm \text{SD}$ ) untuk setiap sampel, sehingga memberikan gambaran mengenai sebaran data densitas yang diperoleh. Selain parameter densitas, tabel ini juga menyajikan tingkat kebisingan (dB) yang mampu direduksi oleh masing-masing variasi serta nilai koefisien korelasi ( $R$ ) yang menunjukkan hubungan antara densitas batako dengan efektivitas redaman kebisingan. Berdasarkan data yang disajikan, terlihat adanya kecenderungan bahwa peningkatan densitas batako berbanding lurus dengan meningkatnya kemampuan material dalam meredam kebisingan, yang semakin diperkuat dengan nilai koefisien korelasi yang tinggi. Berikut tabel uji regresi sederhana sebagai berikut:

**Tabel 4. 13** Hasil Uji Regresi Sederhana Menggunakan Software SPSS

Densitas ( $\text{Kg/m}^3$ ) Mean $\pm$ SD	Kebisingan (dB)	Nilai R	Nilai P	Keterangan
4.41 $\pm$ 0.26	75.72	0,974	0,146	Tidak Sig.
4.04 $\pm$ 0.21	68.62			
2.90 $\pm$ 0.34	60.63			

**Sumber :** Data Primer 2025

Hasil analisis regresi sederhana menggunakan *SPSS* menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat ( $r = 0,974$ ) antara densitas batako dengan kemampuan peredaman kebisingan. Akan tetapi, nilai signifikansi ( $p = 0,146$ ) mengindikasikan bahwa model regresi tersebut tidak signifikan pada tingkat kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Kondisi ini diduga dipengaruhi oleh keterbatasan jumlah data yang digunakan, yakni hanya tiga sampel, sehingga kekuatan uji statistik tidak mencukupi untuk memastikan adanya signifikansi. Oleh karena itu, meskipun secara korelasi hubungan antarvariabel tampak erat, secara statistik model regresi belum dapat dinyatakan signifikan.

### 4.3 Pembahasan

#### 4.3.1 Variasi Kontrol

Pada pengujian sampel kontrol, tingkat kebisingan yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah 75.72 dB. Angka ini merepresentasikan kondisi awal batako tanpa



penambahan bahan sampah, sehingga dapat dijadikan patokan untuk menilai kinerja variasi campuran yang lain. Nilai tersebut menunjukkan bahwa batako kontrol masih memiliki keterbatasan dalam mereduksi suara, karena tingkat kebisingan yang terukur tergolong cukup tinggi.

Apabila dibandingkan dengan baku mutu kebisingan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996, nilai 75.72 dB berada di atas standar yang ditetapkan, baik untuk kawasan perumahan (55 dB) maupun perkantoran (65 dB). Hal ini menandakan bahwa batako kontrol belum efektif dalam menekan kebisingan, dan jika paparan suara pada level ini berlangsung terus-menerus dapat berpotensi menurunkan kenyamanan aktivitas sehari-hari.

Dari sisi teknis, hasil tersebut memperlihatkan bahwa batako konvensional hanya memiliki kemampuan terbatas dalam menurunkan intensitas suara. Gelombang bunyi yang melewati material tidak mengalami redaman yang signifikan, sehingga kebisingan yang dihasilkan masih relatif tinggi. Penelitian ini menguatkan dugaan bahwa diperlukan inovasi material, misalnya dengan menambahkan bahan berpori seperti serbuk kayu atau plastik PET, guna meningkatkan efektivitas batako sebagai peredam suara.

Dengan demikian, hasil pengujian pada variasi kontrol dapat dijadikan acuan utama dalam penelitian ini. Nilai kebisingan sebesar 75.72 dB menjadi dasar pembandingan terhadap variasi campuran yang diuji. Apabila variasi campuran menghasilkan nilai kebisingan yang lebih rendah dibandingkan kontrol, maka dapat disimpulkan bahwa penambahan material tersebut mampu memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan kemampuan batako sebagai media peredam kebisingan.

#### 4.3.2 Variasi 15%

Pada pengujian sampel variasi 15%, tingkat kebisingan yang dihasilkan berdasarkan perhitungan adalah 68.62 dB. Nilai ini lebih rendah dibandingkan sampel kontrol yang mencapai 75.72 dB. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan material sebesar 15% mulai memberikan dampak positif terhadap kemampuan batako dalam mereduksi suara, meskipun tingkat kebisingan yang terukur masih tergolong tinggi.

Jika dikaitkan dengan baku mutu kebisingan menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996, nilai 68.62 dB sudah melampaui batas yang ditetapkan untuk daerah perumahan (55 dB), namun hanya sedikit di atas ambang batas untuk perkantoran dan perdagangan (65 dB). Dengan demikian, meskipun terjadi penurunan dibandingkan dengan kontrol, batako variasi 15% belum mampu sepenuhnya menekan kebisingan hingga berada di bawah standar yang berlaku.

Penurunan kebisingan dari kontrol ke variasi 15% memperlihatkan bahwa kehadiran material tambahan mulai berperan dalam meningkatkan peredaman suara. Karakteristik porositas dari bahan yang dicampurkan membantu menyerap sebagian energi bunyi, sehingga intensitas suara yang diteruskan lebih rendah. Akan tetapi, karena nilainya masih di atas ambang batas tertentu, maka diperlukan upaya lanjutan untuk mengoptimalkan komposisi campuran agar hasilnya lebih efektif.

Dengan demikian, penggunaan variasi 15% dapat dikatakan berhasil meningkatkan kinerja batako sebagai peredam suara dibandingkan kontrol. Namun, hasil yang diperoleh belum sepenuhnya sesuai dengan baku mutu kebisingan untuk kawasan perumahan. Oleh karena itu, variasi ini dijadikan dasar untuk menilai komposisi berikutnya, yaitu 25%, yang diharapkan mampu memberikan hasil peredaman yang lebih baik.

#### 4.3.3 Variasi 25%

Pada pengujian variasi 25%, hasil perhitungan menunjukkan tingkat kebisingan sebesar 60.63 dB. Angka ini menandakan adanya penurunan yang cukup signifikan jika dibandingkan dengan sampel kontrol (75.72 dB) maupun variasi 15% (68.62 dB). Hal tersebut membuktikan bahwa penambahan material hingga 25% mampu meningkatkan efektivitas batako dalam mereduksi suara.

Apabila dibandingkan dengan baku mutu kebisingan sesuai Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996, nilai 60,63 dB masih melebihi ambang batas untuk daerah perumahan (55 dB), namun sudah berada di bawah standar maksimum untuk perkantoran dan perdagangan (65 dB). Dengan kata lain, batako variasi 25% telah menunjukkan kinerja peredaman suara yang lebih baik dan semakin mendekati kriteria kenyamanan lingkungan.

Dari sisi teknis, penurunan kebisingan ini dipengaruhi oleh meningkatnya jumlah bahan tambahan dalam campuran. Karakteristik bahan yang lebih berpori memberikan kemampuan menyerap energi bunyi, sehingga intensitas suara yang diteruskan menjadi lebih kecil. Peningkatan porositas berbanding lurus dengan kemampuan material dalam meredam kebisingan, meskipun kemungkinan dapat memengaruhi aspek mekanis batako yang masih perlu ditinjau lebih jauh.

Dengan demikian, variasi 25% dapat dikatakan sebagai komposisi yang paling efektif dalam mengurangi kebisingan dibandingkan sampel kontrol maupun variasi 15%. Hasil ini sekaligus menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah padat seperti serbuk kayu dan plastik PET berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai material bangunan ramah lingkungan dengan fungsi ganda, yaitu sebagai bahan konstruksi sekaligus sebagai peredam suara.

#### 4.3.4 Pengaruh Komposisi Limbah Terhadap Media Uji

Pengujian redaman kebisingan pada batako dengan variasi persentase campuran limbah serbuk kayu dan plastik PET memperlihatkan bahwa peningkatan kadar limbah memberikan pengaruh nyata dalam menurunkan intensitas kebisingan yang diteruskan. Data menunjukkan bahwa pada sampel kontrol tanpa limbah (0%), tingkat kebisingan rata-rata tercatat sebesar 75.72 dB. Penambahan limbah hingga 15% mampu menurunkannya menjadi 68.62 dB, sedangkan pada komposisi 25% terjadi penurunan lebih lanjut hingga mencapai 60,63 dB.

Penurunan ini berkaitan dengan sifat fisik kedua jenis limbah yang cenderung memiliki densitas rendah serta berpori. Porositas yang terbentuk di dalam struktur batako berperan sebagai penyerap gelombang suara (sound absorber), di mana sebagian energi suara terjebak di dalam pori-pori sehingga tidak diteruskan. Serbuk kayu dengan struktur berserat efektif meredam suara pada rentang frekuensi menengah hingga tinggi, sementara plastik PET membentuk rongga mikro di dalam matriks batako yang membantu mendispersikan energi suara.

Secara keseluruhan, peningkatan kadar limbah hingga 25% menunjukkan tren penurunan kebisingan yang paling signifikan. Namun, penambahan dalam jumlah yang berlebihan berpotensi mengurangi kekuatan mekanik batako, sehingga perlu dicari titik

keseimbangan antara kemampuan redaman dan sifat mekanisnya. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa material berpori dengan kombinasi serat organik dan plastik daur ulang mampu meningkatkan daya serap suara secara signifikan (Raj, dkk., 2020).

Dengan demikian, peningkatan proporsi serbuk kayu dan plastik PET terbukti memberikan efek positif terhadap kemampuan batako dalam meredam kebisingan. Komposisi 25% menghasilkan redaman tertinggi pada pengujian ini, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai material konstruksi ramah lingkungan dengan fungsi ganda, yaitu sebagai elemen struktural sekaligus peredam kebisingan.

Beton yang mengandung limbah hasil pembongkaran cenderung menjadi lebih rapuh atau lapuk karena agregat daur ulang masih menyisakan mortar lama yang melekat pada permukaannya. Kehadiran mortar lama tersebut menyebabkan porositas agregat meningkat sehingga beton menjadi lebih mudah menyerap air dan zat agresif dari lingkungan. Kondisi ini berakibat pada penurunan kepadatan serta terbentuknya rongga mikro (*microcracks*) yang melemahkan ikatan antara pasta semen dan agregat. Selain itu, meningkatnya serapan air mempercepat proses masuknya ion klorida dan senyawa berbahaya lain ke dalam beton, sehingga risiko korosi pada baja tulangan juga lebih besar. Penurunan kuat tekan dan kuat lentur yang terukur pada campuran dengan kandungan limbah tinggi menunjukkan bahwa sifat mekanik beton ikut terdegradasi. Oleh sebab itu, tanpa pengendalian campuran yang baik, beton dengan kandungan limbah berlebih akan kehilangan kekuatan, mudah retak, serta mengalami degradasi lebih cepat dibandingkan beton normal (Tang, dkk, 2024).

#### 4.3.5 Densitas Batako

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai densitas batako mengalami variasi sesuai dengan komposisi campuran yang digunakan. Pada sampel kontrol, densitas tercatat sebesar 1.333,33 kg/m<sup>3</sup>. Angka ini mencerminkan karakteristik dasar batako tanpa tambahan material lain, sehingga strukturnya lebih padat karena hanya terdiri dari semen, pasir, serta agregat konvensional.

Pada variasi 15%, densitas menurun menjadi 1.212,12 kg/m<sup>3</sup>. Penurunan ini menandakan bahwa keberadaan bahan tambahan mulai memberikan pengaruh terhadap

massa jenis batako. Hal ini umumnya terjadi akibat bertambahnya porositas material karena adanya campuran bahan yang lebih ringan dibandingkan material utama. Meskipun densitasnya lebih kecil, kondisi ini berpotensi meningkatkan kemampuan peredaman suara, sebab material berpori memiliki kecenderungan lebih baik dalam menyerap energi bunyi. Sementara itu, pada variasi 25%, densitas batako menurun lebih drastis hingga mencapai 878,79 kg/m<sup>3</sup>. Hasil ini memperlihatkan bahwa semakin besar proporsi bahan tambahan yang digunakan, maka semakin ringan dan berpori batako yang dihasilkan. Perubahan sifat ini memang dapat mendukung kinerja batako dalam meredam kebisingan, namun konsekuensinya perlu diperhatikan karena berpotensi memengaruhi kekuatan mekaniknya.

Perbedaan berat pada masing-masing batako dari 12 sampel setiap variasi dipengaruhi oleh sejumlah faktor teknis selama proses produksi. Ketidakseimbangan dalam pencampuran material seperti semen, pasir, air, serbuk kayu, dan plastik PET dapat mengurangi homogenitas adonan sehingga menghasilkan densitas batako yang berbeda-beda. Selain itu, perbedaan kadar air saat pencetakan juga memengaruhi porositas; semakin tinggi kadar air, batako cenderung lebih ringan karena terbentuk rongga setelah air menguap. Faktor lain yang berpengaruh adalah tingkat pemadatan dalam cetakan, di mana pemadatan yang baik menghasilkan batako lebih rapat dan berat, sedangkan pemadatan kurang optimal membuat batako lebih ringan. Karakteristik serbuk kayu dan plastik PET yang memiliki densitas rendah serta bentuk dan ukuran partikel yang bervariasi juga turut menimbulkan perbedaan berat antar sampel. Secara keseluruhan, rasio air-semen dan tingkat keseragaman pencampuran sangat menentukan massa jenis batako yang dihasilkan (Mehta, dkk, 2014).

Penambahan limbah serbuk kayu dan plastik PET ke dalam campuran batako menyebabkan densitas menurun dan porositas meningkat. Hal ini disebabkan oleh sifat serbuk kayu yang memiliki densitas jauh lebih rendah dibanding pasir, sehingga ketika digunakan sebagai substitusi agregat, massa batako berkurang walaupun volumenya sama. Selain itu, serbuk kayu bersifat higroskopis, menyerap air saat pencampuran, kemudian meninggalkan rongga udara setelah proses pengeringan, yang memperbesar porositas (Yalley, 2009).

Penggunaan limbah PET juga memberi efek serupa. Dengan densitas hanya sekitar 1,3–1,4 g/cm<sup>3</sup>, partikel PET lebih ringan dibanding agregat mineral dan tidak mampu mengisi ruang antarpartikel secara rapat. Akibatnya, terbentuk ruang kosong yang meningkatkan porositas. Selain itu, ikatan antara PET dengan pasta semen cenderung lemah, sehingga berkontribusi pada struktur batako yang kurang padat (Saikia, 2012).

Secara keseluruhan, penggantian material konvensional dengan serbuk kayu dan PET mengurangi berat jenis batako sekaligus meningkatkan jumlah pori. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase material limbah dalam campuran, semakin rendah densitas dan semakin tinggi porositas yang dihasilkan (Amudkk., 2005).

Penurunan densitas dari sampel kontrol hingga variasi 25% sejalan dengan konsep bahwa material ringan dan berpori memiliki potensi lebih besar dalam mereduksi kebisingan. Kendati demikian, hasil tersebut juga menekankan pentingnya keseimbangan antara sifat akustik dan sifat mekanik, agar batako tidak hanya berfungsi sebagai peredam suara tetapi juga tetap memenuhi standar kekuatan sebagai bahan konstruksi.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penulisan tugas akhir berikut ini:

1. Penambahan limbah serbuk kayu dan plastik PET pada batako terbukti memengaruhi sifat fisik dan kemampuan redaman kebisingan material, adapun nilai densitas batako menurun seiring meningkatnya persentase limbah, dari 1.333,33 kg/m<sup>3</sup> pada sampel kontrol menjadi lebih rendah pada variasi campuran. Kemudian pada uji redaman kebisingan menunjukkan penurunan nilai kebisingan rata-rata dari 69,55 dB (kontrol) menjadi 65,76 dB (15% limbah) dan 60,34 dB (25% limbah).
2. Komposisi limbah sebesar 25% memberikan redaman tertinggi, namun perlu mempertimbangkan kekuatan mekanik agar tetap memenuhi standar konstruksi.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran yang dapat saya berikan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Batako pada penelitian ini merupakan batako non struktural, untuk penggunaan struktural, komposisi limbah sebaiknya dioptimalkan agar menjaga keseimbangan antara kekuatan mekanik dan kemampuan redaman kebisingan.
2. Diperlukan penelitian lanjutan mengenai perlakuan khusus (seperti *coating* atau aditif penguat) untuk meningkatkan daya tahan batako campuran limbah terhadap kelembaban dan cuaca.
3. Variasi ukuran partikel limbah dan distribusinya dalam campuran perlu diteliti lebih lanjut guna memaksimalkan kinerja akustik dan kekuatan material.
4. Perlu kajian kelayakan ekonomi dan analisis siklus hidup (Life Cycle Assessment) untuk mendukung pemanfaatan batako campuran limbah sebagai alternatif material konstruksi ramah lingkungan secara berkelanjutan.
5. Pada saat pengujian kebisingan ada baiknya dilakukan pengulangan uji minimal 3 kali, guna untuk menghasilkan data yang lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfarisi, C.D., Fitri, Y. and Nisa, D.K. (2021) ‘Pengaruh Penambahan Tepung Biji Durian pada Pembuatan Bioplastik’, *Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 7(1), pp. 44–55.
- Amu, O. O. et al. (2005). *Utilization of Sawdust in Concrete Masonry Blocks*.
- Arafuru. (2021, Maret 28). *19 Kelebihan dan Kekurangan Bata Ringan (Hebel) Dibandingkan Bata Lainnya*.
- Ariyadi 2019, “Uji Pembuatan Paving block Menggunakan Campuran Limbah Plastik Jenis Pet (Poly Ethylene Terephthalate) Pada Skala Laboratorium”. Lampung.
- Arinih, C., 2019. Efisiensi Pembakaran Sampah Organik dan Analisis Kualitas Limbah yang Dihasilkan Alat Pembakar Sampah Tanpa Asap. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 1(1): 1-9.
- Asnifatima, A., Irfan, A. M., dan Putri, K. A., 2018. Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Desa Cimanggu Satu. *Abdi Dosen: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*. 2(3): 224-233.
- Badan Standardisasi Nasional. (1989). *SNI 03-0349-1989: Bata Beton untuk Pasangan Dinding*. Jakarta: BSN.
- Firmanto, R. P., Setyowati, R. D. N., & Suprayogi, D. (2021). Kemampuan Adsorben dari Limbah Serbuk Gergaji Kayu Jati terhadap Penurunan Kandungan Timbal (Pb) pada Limbah Cair dengan menggunakan Sistem Batch. *Journal of Research and Technology*, 7(2), 197-206.
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782.
- Hariyanto, D., & Wibowo, A. (2017). *Analisis Kemampuan Material Berpori sebagai Peredam Suara*. *Jurnal Teknik Sipil*, 24(2), 115–122.
- Haryanto, B., Sutrisno, T., & Nugroho, R. (2019). Pengendalian Kebisingan di Perkotaan melalui Regulasi dan Desain Akustik Bangunan. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 12(1), 34-50.
- Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste: A global review of solid waste management*. World Bank.
- Husna, A. (2019). Inovasi Desain Furnitur Modern dengan Material Alternatif. *Jurnal Desain Produk Indonesia*, 5(2), 101-110.
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., ... & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *science*, 347(6223), 768-771.
- Laily, F. N., & Najicha, F. U. (2022). Penegakan Hukum Lingkungan sebagai Upaya Mengatasi Permasalahan Lingkungan Hidup di Indonesia. *Wacana Pararmarta*, 21(2), 17-26.



- Mahmoud, A., Ibrahim, M., & Hassan, H. (2018). Pengaruh penggunaan bahan tambahan pada pembuatan batu bata ringan terhadap pengurangan densitas material. *Jurnal Teknologi Konstruksi*, 12(3), 45-56.
- Mardiana, C., & Azizah, S. (2017). Inovasi Desain Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Untuk Meningkatkan Nilai Estetis Dan Ekonomis. *EKONOMIKA45: Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi Bisnis, Kewirausahaan*, 4(2), 117-123.
- Meikaharto, R. B. R., Setyaningsih, E., & Candra, H. (2021). Alat Kalibrasi Sound Level Meter Berbasis Mikrokontroler. *Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 105-118.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.
- Neville, A. M. (2012). *Properties of Concrete* (5th ed.). Pearson Education Limited.
- Nurfalah, I. A. (2024). *Pengaruh Serbuk Gergaji Kayu Pada Batako Terhadap Kuat Tekan, Penyerapan Air, dan Redaman Suara*. Universitas Islam Indonesia.
- Nurmaidah, N., & Purba, R. E. S. (2017). Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sebagai Substitusi Campuran Bata Ringan Kedap Suara. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 9(2).
- Prasetyo, A., & Widjaja, R. (2020). Analisis Kekuatan dan Daya Tahan Batu Bata Ringan terhadap Beban Tekan. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(2), 75-89.
- Purwaningsih, P., Noviyanti, N., Saragih, E. W., & Tethool, A. N. (2020). *Diseminasi teknologi pengolahan briket berbahan dasar kotoran kambing dan limbah serbuk gergaji kayu di distrik prafi kabupaten manokwari*.
- Putri, S. N., Hardoyo, H., & Ergantara, R. I. (2023). PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK GERGAJI KAYU SENGON DAN KAYU KELAPA SEBAGAI CAMPURAN BATU BATA RINGAN UNTUK MEDIA PEREDAM KEBISINGAN. *Jurnal Lingkungan dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, 6(1), 1-15.
- Putra, A., & Rahmawati, D. (2020). Dampak Kebisingan terhadap Kesehatan dan Kualitas Hidup. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 15(2), 78-90.
- R. Linda, "Pemberdayaan Ekonomi Kreatif Melalui Daur Ulang Sampah Plastik," *Jurnal Al-Iqtishad*, 2018.
- Rahman, I. N., Damara, D. S., Susanti, R., & Nurdiana, A. (2024). Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu dengan Zat Aditif Anti Stripping Agent Terhadap Uji Durabilitas AC-WC (Asphalt Concrete–Wearing Course). *Jurnal Sipil dan Arsitektur*, 2(3), 1-7.
- Raj, M., Fatima, S., & Tandon, N. (2020). *Recycled materials as a potential replacement to synthetic sound absorbers: A study on denim shoddy and waste jute fibers*. *Applied Acoustics*, 159, 107070.
- Saikia, N., & de Brito, J. (2012). *Use of plastic waste as aggregate in cement mortar and concrete preparation*.

- Santoso, R., & Wibowo, D. (2019). Pengaruh penggunaan kayu bersertifikat terhadap daya saing industri mebel di Indonesia. *Jurnal Industri Kayu dan Hasil Hutan*, 37(2), 45-56.
- Susanto, P., & Lestari, R. (2022). Efektivitas Vegetasi Hijau dalam Mereduksi Kebisingan di Kawasan Perkotaan. *Jurnal Perencanaan Kota*, 8(1), 21-33.
- Sunarti, S., Budi, A., & Citra, R. (2020). Pemanfaatan limbah serbuk kayu sebagai bahan kompos dan briket biomassa. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 15(2), 123-130.
- Tang, J., Cao, J., Luo, H., Chen, W., Jia, Z., Cunha, S., & Aguiar, J. (2024). The effect of demolition concrete waste on the physical, mechanical, and durability characteristics of concrete. *Buildings*, 14(4), 1148.
- WHO. (2021). Environmental Noise Guidelines for the European Region. World Health Organization.
- Yalley, P. P., & Kwan, A. S. K. (2009). *Use of sawdust as partial replacement for sand in concrete*.
- Y. Oktavianita, R. Syamsudin, and A. Zacoeb, (2018) “Perbandingan Kuat Tekan dan Tegangan Regangan Bata Beton Ringan Dengan Penambahan Mineral Alami Zeolit Alam Bergradasi Tertentu Dengan dan Tanpa Perawatan Khusus.”

## LAMPIRAN I

### Dokumentasi Penelitian

#### Pengumpulan Bahan



Gambar 1. Pengumpulan Sampah Plastik



Gambar 2. Penyaringan Manual Serbuk Kayu

#### Pembuatan Media Kotak Untuk Alat Uji



Gambar 1. Lem Kayu



Gambar 2. Meteran



Gambar 3. Gergaji



Gambar 4. Kayu Polywood



Gambar 5. Kotak Uji



Gambar 6. Paku

### Pengolahan Plastik



Gambar 1. Proses Penggilingan



Gambar 2. Hasil Cacahan

### Alat dan Bahan Serta Tahap Pembuatan Sampel Batako



Gambar 1. Semen



Gambar 2. Pasir





Gambar 3. Cetakan Batako



Gambar 4. Sekop



Gambar 5. Speaker



Gambar 6. *Sound Level Meter*



Gambar 7. Timbangan



Gambar 8. Pencampuran Bahan

#### Tahap Pengujian



Gambar 1. Pengujian Kebisingan



Gambar 2. Susunan Bata

## **LAMPIRAN II**

### **Analisis Data**

#### 1. Rumus perhitungan untuk mencari data interval bising

##### Kontrol

$$\begin{aligned}\text{Nilai max} &= 74.1 \text{ dB} \\ \text{Nilai min} &= 45.5 \text{ dB} \\ n &= 120 \\ r &= \text{max-min} \\ &= 74.1 - 45.5 = 28.6 \text{ dB} \\ k &= 1 + 3,3 \log 120 = 8 \\ i &= r/k \\ &= 28.6/8 = 4\end{aligned}$$

##### 15%

$$\begin{aligned}\text{Nilai max} &= 70.2 \text{ dB} \\ \text{Nilai min} &= 53.0 \text{ dB} \\ n &= 120 \\ r &= \text{max-min} \\ &= 70.2 - 53.0 = 17.2 \text{ dB} \\ k &= 1 + 3,3 \log 120 = 8 \\ i &= r/k \\ &= 17.2/8 = 2\end{aligned}$$

25%

$$\text{Nilai max} = 64.4 \text{ dB}$$

$$\text{Nilai min} = 46.9 \text{ dB}$$

$$n = 120$$

$$\begin{aligned} r &= \text{max-min} \\ &= 64.4 - 46.9 = 17.5 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$k = 1 + 3.3 \log 120 = 8$$

$$\begin{aligned} i &= r/k \\ &= 17.5/8 = 2 \end{aligned}$$

## 2. Perhitungan Densitas Batako

Dimensi tiap sampel: Panjang = 30 cm, Lebar = 10 cm, Tinggi = 11 cm.

Konversi ke meter: 30 cm = 0,30 m; 10 cm = 0,10 m; 11 cm = 0,11 m.

$$0,30 \times 0,10 \times 0,11 = 0,0033 \text{ m}^3$$

### a. Kontrol

$$\text{Massa } W = 4,4 \text{ kg}$$

$$\text{Volume } V = 0,0033$$

$$\rho = \frac{4,4}{0,0033}$$

Jadi, densitas batako yaitu 1.333,33 Kg/m<sup>3</sup>

### b. Variasi 15%

$$\text{Massa } W = 4,0 \text{ kg}$$

$$\text{Volume } V = 0,0033$$

$$\rho = \frac{4,0}{0,0033}$$

Jadi, densitas batako yaitu 1.212,12 Kg/m<sup>3</sup>

c. Variasi 25%

Massa  $W=4,0$  kg

Volume  $V=0,0033$

$$\rho = \frac{2,9}{0,0033}$$

Jadi, densitas batako yaitu  $878,79 \text{ Kg/m}^3$

**Tabel Hasil Uji Regresi Menggunakan Software SPSS**

Model Summary <sup>b</sup>									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.974 <sup>a</sup>	.948	.897	2.42508	.948	18.382	1	1	.146
a. Predictors: (Constant), X									
b. Dependent Variable: Y									

ANOVA <sup>a</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	108.105	1	108.105	18.382	.146 <sup>b</sup>
	Residual	5.881	1	5.881		
	Total	113.986	2			
a. Dependent Variable: Y						
b. Predictors: (Constant), X						

Coefficients <sup>a</sup>												
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Partial	
1	(Constant)	32.671	8.433		3.874	.161	-74.476	139.818				
	X	.031	.007	.974	4.287	.146	-.061	.124	.974	.974	.974	1.000

a. Dependent Variable: Y



<b>Correlations</b>			
		Y	X
Pearson Correlation	Y	1.000	.974
	X	.974	1.000
Sig. (1-tailed)	Y	.	.073
	X	.073	.
N	Y	3	3
	X	3	3

<b>Descriptive Statistics</b>			
	Mean	Std. Deviation	N
Y	68.3233	7.54937	3
X	1141.4133	235.37465	3