



ISIAN LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN

Petunjuk: Pengisian hanya diperkenankan mengisi di tempat yang telah disediakan sesuai dengan petunjuk pengisian dan tidak diperkenankan melakukan modifikasi template atau penghapusan di setiap bagian.

JUDUL

Tuliskan judul penelitian

Uji Kinerja Akustik Papan Panel Berbahan Sampah Daur Ulang sebagai Material Interior Ramah Lingkungan

RINGKASAN

Isian ringkasan penelitian tidak lebih dari 300 kata yang berisi urgensi, tujuan, metode, dan luaran yang ditargetkan.

Pengolahan sampah non organik juga memiliki peran yang signifikan dalam desain ruang interior, diantaranya yaitu dengan mengolah sampah non organik menjadi material daur ulang memiliki karakteristik yang unik dan menarik, seperti tekstur yang kasar atau pola yang tidak teratur sehingga dapat meningkatkan estetika dari tampilan material tersebut, material daur ulang dapat membantu mengurangi jumlah limbah yang berakhir di tempat pembuangan akhir, serta dapat menantang arsitek dan desainer interior untuk berpikir kreatif dan inovatif dalam merancang ruang yang fungsional dan menarik menggunakan material daur ulang, dan dapat mengurangi emisi karbon serta meningkatkan kualitas udara yang baik di dalam bangunan. Pemanfaatan sampah plastik dan kertas dominan digunakan untuk pembuatan produk-produk interior, dan sebagai bahan pengisi pembuatan beton yang digunakan untuk struktur bangunan. Pemanfaatan sampah plastik dan kertas yang diolah menjadi sebuah panel dinding interior belum ditemukan. Berdasarkan hal tersebut, maka pembuatan panel dinding interior dengan menggunakan material campuran plastik dan kertas perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan potensi material baru dari percampuran material sampah plastik dan sampah kertas. Adapun metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental, yaitu membuat sampel material pengolahan sampah plastik dan sampah kertas yang kemudian dilakukan pengujian terhadap material tersebut. Penelitian ini dilakukan melalui dua tahap, tahap pertama berupa pembuatan sampel dan tahap kedua yaitu pengujian sampel terhadap kinerja akustik. Hasil yang diharapkan berupa papan panel berbahan daur ulang (*recycle*) sampah yang dapat dimanfaatkan sebagai dinding partisi pada ruang interior, sehingga terciptanya material baru dari olahan sampah non organik dengan kinerja akustik yang memenuhi syarat.

KATA KUNCI

Isian kata kunci maksimal 5 kata yang dipisahkan dengan tanda titik koma (;

Kinerja akustik, material, daur ulang sampah; papan panel; ramah lingkungan

PENDAHULUAN

Pendahuluan penelitian tidak lebih dari 1000 kata yang terdiri dari:

1. Latar belakang dan rumusan permasalahan yang akan diteliti
2. Pendekatan pemecahan masalah
3. *State of the art* dan kebaruan
4. Peta jalan (*road map*) penelitian 5 tahun

Situs disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan, mengikuti format Vancouver

1. LATAR BELAKANG DAN RUMUSAN MASALAH

Perkembangan material saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat bahkan menuju tren-tren inovatif yang mencakup berbagai aspek, mulai dari keberlanjutan lingkungan hingga berteknologi tinggi. Perkembangan material di dunia arsitektur dan juga interior dapat mengubah cara kita mendesain dan membangun karya arsitektur dan interior. Pengolahan sampah non organik untuk material bangunan memiliki peranan penting dalam keberlanjutan lingkungan hidup, efisiensi sumber daya, dan pengurangan limbah. Selain itu, pengolahan sampah non organik juga memiliki peran yang signifikan dalam desain ruang interior, diantaranya yaitu dengan mengolah sampah non organik menjadi material daur ulang memiliki karakteristik yang unik dan menarik, seperti tekstur yang kasar atau pola yang tidak teratur sehingga dapat meningkatkan estetika dari tampilan material tersebut, material daur ulang dapat membantu mengurangi jumlah limbah yang berakhir di tempat pembuangan akhir, serta dapat menantang arsitek dan desainer interior untuk berpikir kreatif dan inovatif dalam merancang ruang yang fungsional dan menarik menggunakan material daur ulang, dan dapat mengurangi emisi karbon serta meningkatkan kualitas udara yang baik di dalam bangunan. Proses yang efisien untuk penanganan dan penggunaan kembali material, akan mendorong inovasi dan pertumbuhan ekonomi yang penting dan berjangka panjang [1].

Dengan demikian penggunaan material daur ulang dalam merancang sebuah ruang tidak hanya menghasilkan ruangan yang menarik secara visual, tetapi juga memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan dan berkelanjutan. Jenis sampah yang memungkinkan untuk didaur ulang menjadi material bangunan yaitu sampah non organik. Sampah non organik merupakan jenis sampah yang tidak mudah terurai secara alami, dan mempunyai karakteristik tidak mengandung zat organik seperti sisa makanan, daun, atau bahan organik lainnya yang dapat membusuk dan terurai oleh mikroorganisme secara alami. Sampah non organik umumnya berupa bahan-bahan seperti plastik, kaca, logam, kertas, kain, karet, dan berbagai material sintetis lainnya.

Masalah lingkungan akibat penumpukan sampah plastik dan kertas telah menjadi perhatian global. Di Indonesia, data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menunjukkan bahwa limbah plastik dan kertas merupakan dua jenis sampah terbesar yang dihasilkan rumah tangga dan industri. Upaya pengurangan sampah melalui proses daur ulang tidak hanya dapat mengurangi beban lingkungan, tetapi juga menghasilkan nilai tambah melalui inovasi material bangunan.

Penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi potensi daur ulang sampah plastik dan kertas untuk pembuatan papan panel sebagai alternatif material ruang interior. Hasil awal menunjukkan bahwa papan panel daur ulang memiliki kekuatan mekanis yang layak digunakan sebagai elemen interior. Namun, untuk dapat diaplikasikan secara luas, aspek performa lainnya, khususnya kinerja akustik, perlu diuji dan dioptimalkan.

Dalam konteks desain interior modern, material dengan kemampuan meredam suara (akustik) sangat dibutuhkan untuk menciptakan kenyamanan penghuni, terutama pada ruang-ruang edukasi, perkantoran, dan tempat tinggal urban. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui sejauh mana material daur ulang ini mampu merespons kebutuhan tersebut.

Penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi potensi daur ulang sampah plastik dan kertas untuk pembuatan papan panel sebagai alternatif material ruang interior. Hasil awal menunjukkan bahwa papan panel daur ulang memiliki kekuatan mekanis yang layak digunakan sebagai elemen interior. Namun, untuk dapat diaplikasikan secara luas, aspek performa lainnya, khususnya kinerja akustik, perlu diuji dan dioptimalkan.

Dalam konteks desain interior modern, material dengan kemampuan meredam suara (akustik) sangat dibutuhkan untuk menciptakan kenyamanan penghuni, terutama pada ruang-ruang edukasi, perkantoran, dan tempat tinggal urban. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui sejauh mana material daur ulang ini mampu merespons kebutuhan tersebut.

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah diuraikan, maka penulis mendapatkan pertanyaan penelitian yaitu Bagaimana karakteristik kinerja akustik dari papan panel berbahan sampah plastik dan kertas daur ulang?

2. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Pendekatan dan strategi untuk “Uji Kinerja Akustik Papan Panel Berbahan Sampah Daur Ulang sebagai Material Interior Ramah Lingkungan” yaitu:

1. Karakterisasi Material: Identifikasi dan pemilahan jenis sampah plastik dan kertas yang digunakan.
2. Pembuatan Sampel Panel: Proses pembuatan panel menggunakan teknik daur ulang mekanik (tanpa bahan kimia berbahaya).
3. Uji Kinerja Akustik: Pengujian dilakukan di laboratorium menggunakan metode impedansi tabung atau reverberation chamber, mengacu pada standar ASTM E1050 atau ISO 354.
4. Analisis Data: Perbandingan data kinerja akustik (absorpsi suara, indeks pengurangan kebisingan) terhadap standar material interior konvensional.
5. Evaluasi Potensi Aplikasi: Analisis kesesuaian material untuk ruang interior seperti ruang kelas, kantor, atau rumah tinggal.

3. STATE OF THE ART DAN KEBARUAN

State of the art. Berbagai studi terdahulu telah mengembangkan material alternatif berbasis limbah untuk kebutuhan bangunan, seperti beton daur ulang atau bata ramah lingkungan. Di sisi lain, beberapa penelitian fokus pada pengembangan panel akustik dari bahan alami seperti serat kelapa atau bambu. Namun, belum banyak penelitian yang secara spesifik menguji kinerja akustik dari material berbasis campuran sampah plastik dan kertas, terutama yang ditujukan untuk penggunaan interior dengan pendekatan desain ramah lingkungan.

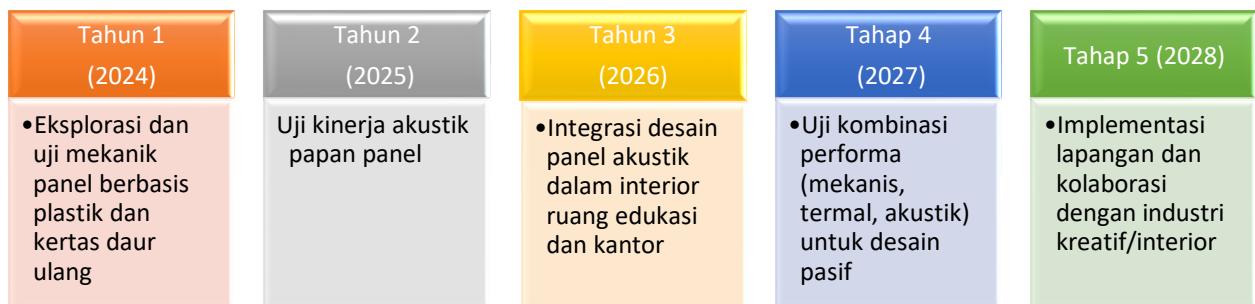
Kebaruan penelitian ini terletak pada:

- Inovasi kombinasi material plastik dan kertas daur ulang untuk fungsi akustik interior.

- Optimalisasi proporsi material untuk menghasilkan panel dengan daya serap suara yang tinggi.
- Potensi substitusi material interior konvensional berbasis non-limbah

4. PETA JALAN PENELITIAN

Peta jalan penelitian yang mendukung penelitian “Uji Kinerja Akustik Papan Panel Berbahan Sampah Daur Ulang sebagai Material Interior Ramah Lingkungan” disajikan sebagai berikut;

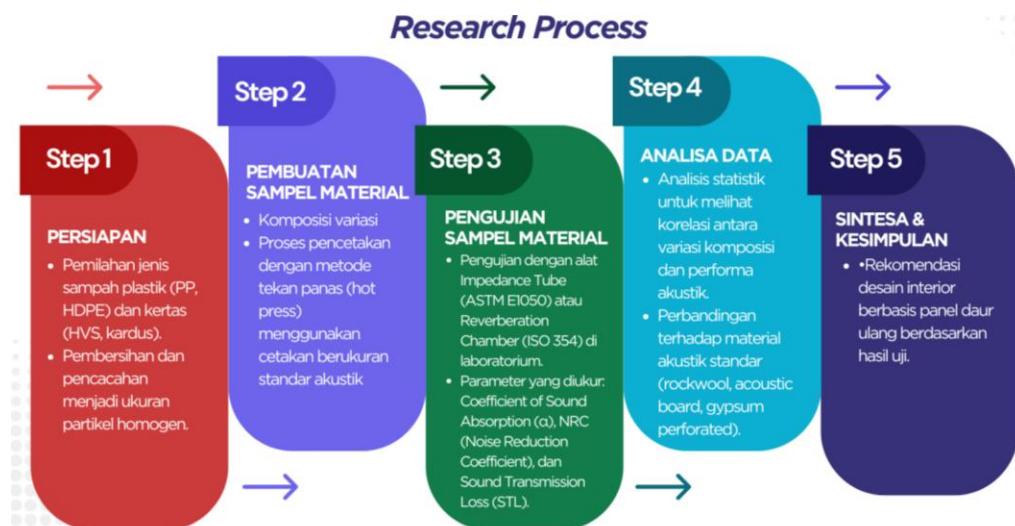


Gambar 1. Peta Jalan Penelitian

METODE

Isian metode atau cara untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan ditulis tidak melebihi 1000 kata. Bagian ini dapat dilengkapi dengan diagram alir penelitian yang menggambarkan apa yang sudah dilaksanakan dan yang akan dikerjakan selama waktu yang diusulkan. Metode penelitian harus dibuat secara utuh dengan penahapan yang jelas, mulai dari awal bagaimana proses dan luarannya, dan indikator capaian yang ditargetkan.

Diagram alir penelitian “Uji Kinerja Akustik Papan Panel Berbahan Sampah Daur Ulang sebagai Material Interior Ramah Lingkungan” sebagai berikut;



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Metode penelitian yang dilakukan yaitu menggunakan metode eksperimental (Experimental Research). Metode eksperimental yang dilakukan dengan membuat sampel material pengolahan sampah plastik dan sampah kertas yang kemudian dilakukan pengujian terhadap material tersebut. Penelitian ini dilakukan melalui dua tahap, tahap pertama berupa pembuatan sampel dan tahap kedua yaitu pengujian sampel terhadap kekuatan material.

Berikut ini peran dan tugas dari masing-masing tim peneliti dijabarkan sebagai berikut:

Tabel 1. Peran dan Tugas Tim Peneliti

No.	Tim Peneliti	Peran dan Tugas
1	Ketua tim	<ul style="list-style-type: none"> • Penyusunan Proposal • Membuat surat perizinan dan mendapatkan izin survey • Melakukan survey bersama tim • Mengumpulkan sampah plastik, sampah kertas • Menyiapkan peralatan • Melakukan eksperimen pembuatan papan panel • Melakukan uji material • Penyusunan Laporan Akhir Penelitian • Mengkoordinasikan dan memonitoring pekerjaan tim
2	Mahasiswa 1	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan survey bersama tim • Mengumpulkan sampah plastik • Membuat gambar kerja cetakan untuk papan panel • Membuat cetakan untuk papan panel • Melakukan eksperimen pembuatan papan panel • Dokumentasi kegiatan
3	Mahasiswa 2	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan survey bersama tim • Mengumpulkan sampah plastic • Membuat cetakan untuk papan panel • Melakukan eksperimen pembuatan papan panel • Membuat manual book hasil penelitian

HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN

Hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai meliputi data dan hasil analisis. Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

1. STUDI LITERATUR

1.1. Daur Ulang Sampah

Produksi sampah plastik dan kertas global telah meningkat secara signifikan selama bertahun-tahun, memperburuk masalah lingkungan, terutama di daerah perkotaan. Sampah plastik sangat bermasalah karena sifatnya yang tahan lama dan sulit terurai secara alami. Setiap tahunnya, lebih dari 430 juta ton plastik diproduksi secara global, dengan sebagian besar berakhir di tempat pembuangan akhir atau tidak dikelola dengan baik, terutama di negara-negara berpenghasilan rendah hingga menengah. Ketidakmampuan dalam mengelola sampah ini mengakibatkan pencemaran sungai, laut, dan ekosistem lainnya, yang berkontribusi pada masalah lingkungan dan kesehatan serius. Selain itu, sampah plastik juga berperan dalam krisis iklim karena proses produksinya memerlukan energi yang tinggi dan menghasilkan emisi gas rumah kaca dalam jumlah besar. Sebaliknya, meskipun sampah kertas lebih mudah terurai secara alami, tantangan masih ada, terutama dalam hal daur ulang yang efisien dan sumber bahan baku yang berkelanjutan. Pengelolaan dan daur ulang yang baik dari sampah plastik dan kertas sangat penting untuk mengurangi beban lingkungan yang mereka timbulkan. Peningkatan tingkat daur ulang untuk bahan-bahan seperti kertas dapat secara signifikan mengurangi kebutuhan bahan baku baru dan mengurangi dampak terhadap ekosistem [1].

Sampah plastik memiliki sifat yang beragam tergantung pada jenisnya, tetapi beberapa jenis plastik yang umum dapat didaur ulang dan diproses kembali. Beberapa jenis plastik yang paling umum adalah:

- a) *Polyethylene Terephthalate* (PET): Digunakan dalam botol air dan soda. Plastik jenis ini aman untuk didaur ulang, tetapi hanya untuk sekali pakai karena berisiko mengeluarkan zat berbahaya jika digunakan berulang-ulang.
- b) *High-Density Polyethylene* (HDPE): Umumnya ditemukan pada botol susu dan wadah deterjen. HDPE adalah plastik yang aman dan mudah didaur ulang, menjadikannya salah satu plastik paling ramah lingkungan di kategori ini.
- c) *Polypropylene* (PP): Digunakan dalam kemasan makanan seperti wadah margarin dan yogurt. Meskipun aman digunakan, daur ulang PP masih sulit dilakukan oleh banyak pusat daur ulang.
- d) *Polystyrene* (PS): Umumnya dikenal sebagai *styrofoam*, yang banyak digunakan untuk cangkir minuman sekali pakai. Sayangnya, polystyrene sangat sulit untuk didaur ulang dan memiliki dampak buruk terhadap lingkungan karena dapat dengan mudah terurai menjadi mikroplastik yang mencemari ekosistem laut.

Plastik memiliki berbagai karakteristik, seperti kemampuan untuk dilelehkan dan dibentuk kembali (thermoplastics) atau ketidakmampuan untuk didaur ulang (thermoset). Thermoplastics, yang mencakup sekitar 75% dari sampah plastik, dapat dilelehkan dan didaur ulang, sedangkan thermoset tidak dapat didaur ulang karena tidak tahan terhadap suhu tinggi [2].

Sampah kertas yang umum didaur ulang berasal dari berbagai jenis, termasuk sampah kertas di kantor, koran, karton, dan majalah. Sampah kertas di kantor dan karton umumnya menjadi prioritas

dalam proses daur ulang karena seratnya lebih panjang dan berkualitas tinggi, memungkinkan untuk didaur ulang beberapa kali sebelum kualitasnya menurun. Sementara itu, koran dan majalah juga sering didaur ulang, meski kualitas seratnya lebih rendah. Proses daur ulang kertas ini penting dalam mengurangi limbah padat, menjaga sumber daya alam, serta mengurangi kebutuhan akan pohon baru untuk produksi kertas [3]. Jenis-jenis kertas yang umum didaur ulang mencakup beberapa kategori yang berasal dari berbagai sumber. Kertas yang didaur ulang dapat dibagi menjadi tiga kategori utama [4]:

- a. Kertas dari limbah produksi: Sisa-sisa kertas dari proses pembuatan produk kertas, seperti potongan kertas yang tidak digunakan. Jenis ini biasanya langsung didaur ulang di pabrik kertas.
- b. Limbah pra-konsumen: Produk kertas yang belum pernah sampai ke konsumen, misalnya produk yang rusak selama proses distribusi atau produksi.
- c. Limbah pasca-konsumen: Kertas yang telah digunakan oleh konsumen, seperti koran, majalah, kardus, dan kertas printer. Limbah ini kemudian dikumpulkan kembali dan diproses di pusat daur ulang.

Jenis kertas yang paling sering didaur ulang meliputi:

- Koran
- Kardus bekas (seperti kotak pengiriman)
- Kertas putih kantor
- Majalah
- Brosur dan katalog
- Kotak kemasan makanan

Proses daur ulang plastik dan kertas untuk menghasilkan papan panel telah berkembang pesat dengan kemajuan teknologi yang mendukung produksi material yang ramah lingkungan dan ekonomis. Beberapa teknologi yang digunakan untuk daur ulang plastik dan kertas ke dalam papan panel mencakup:

1. Teknologi Daur Ulang Plastik: Plastik daur ulang yang digunakan untuk pembuatan papan panel biasanya berasal dari jenis plastik termoplastik seperti *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan *Polypropylene* (PP). Proses daur ulang plastik meliputi pengumpulan sampah plastik, pembersihan, pemotongan menjadi serpihan kecil, dan peleburan menjadi resin plastik baru. Resin ini kemudian dicetak atau diekstrusi menjadi papan panel yang kuat dan tahan lama.
2. Teknologi terbaru seperti ekstrusi termoplastik memungkinkan pencampuran plastik daur ulang dengan bahan tambahan seperti serat alam (misalnya serat kayu) untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan papan. Papan panel berbasis plastik daur ulang digunakan dalam berbagai aplikasi interior dan eksterior karena sifatnya yang tahan air dan tahan lama.
3. Teknologi Daur Ulang Kertas: Kertas daur ulang melalui proses pengolahan yang berbeda. Limbah kertas, seperti karton dan koran, diubah menjadi pulp melalui proses pencucian dan penyaringan. Pulp ini kemudian dikeringkan dan ditekan menjadi papan panel. Untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan, serat kertas sering kali dicampur dengan bahan pengikat alami atau sintetis.

Teknologi papan panel kertas menggunakan pendekatan seperti kompresi panas dan penambahan resin alami untuk memperkuat papan yang dihasilkan. Papan panel berbasis kertas ini ringan dan banyak digunakan dalam interior, terutama sebagai bahan partisi dan plafon. Selain itu, teknologi

3D printing berbasis material kertas dan plastik daur ulang juga mulai banyak digunakan. Dalam proses ini, kertas dan plastik yang telah diproses kembali dapat dicetak dengan presisi tinggi untuk menghasilkan panel dengan desain yang kompleks dan ramah lingkungan. Papan panel yang terbuat dari bahan daur ulang seperti plastik dan kertas memiliki berbagai aplikasi dalam desain interior modern. Penggunaan material daur ulang ini tidak hanya berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan, tetapi juga memberikan solusi yang inovatif dan fungsional dalam menciptakan ruang yang estetis dan efisien [5].

Penelitian terdahulu terkait daur ulang sampah plastik dilakukan oleh Mohammed Jalaluddin ditemukan bahwa dengan menggunakan sampah plastik sebagai daur ulang material, dapat mengurangi jumlah semen dan pasir berdasarkan beratnya, sehingga menurunkan biaya konstruksi secara keseluruhan. Pada kandungan pengubahan optimal 5%, kekuatan beton modifikasi jauh lebih besar dibandingkan beton semen biasa [6].

Penelitian yang dilakukan oleh Arief Gunarto, Iman Satyarno dan Kardiyono Tjokrodimuljo terkait pemanfaatan limbah kertas untuk panel papercrete mengemukakan bahwa salah satu cara untuk meningkatkan kualitas campuran kertas dan semen sebagai salah satu komponen panel beton adalah dengan menambahkan bahan admixture [7]. Penelitian lainnya terkait pemanfaatan limbah kertas dilakukan oleh Firman Hawari, Agus Sachari, Adhi Nugraha. Hasil dari penelitian ini yaitu paperboard mempunyai kemampuan fisik yang layak dan dapat dipertanggungjawabkan sebagai bahan baku produksi elemen interior fungsional dan estetis seperti: furnitur, dekoratif, dan pendukungnya [8].

Dengan demikian, penggunaan material daur ulang dalam aplikasi interior tidak hanya memberikan solusi fungsional dan estetis, tetapi juga mengurangi dampak lingkungan, mendukung ekonomi sirkular, dan memenuhi permintaan akan desain ramah lingkungan.

Penelitian yang dilakukan akan menggunakan material daur ulang sampah plastik dan sampah kertas serta percampuran keduanya. Jenis sampah plastik yang digunakan adalah sampah plastik kemasan dengan kategori sampah plastik double layer, sampah plastik dengan lapisan akhir aluminium foil dan sampah plastik asoy/kresek. Sampah kertas yang digunakan adalah sampah kertas sak semen yang dicacah dan sampah kertas tempat telur. Material sampah plastik dan kertas akan dibuat papan panel dengan melakukan berbagai percobaan. Analisa penelitian akan dilakukan terhadap hasil uji coba papan panel daur ulang sampah plastik dan kertas,

1.2. Material Daur Ulang Sampah

Limbah padat, khususnya sampah plastik dan kertas, menjadi salah satu tantangan lingkungan yang signifikan di kawasan urban. Upaya daur ulang limbah ini telah diarahkan tidak hanya untuk mengurangi pencemaran, tetapi juga untuk menciptakan produk baru yang bernilai tambah, salah satunya adalah papan panel daur ulang. Panel ini dapat dibuat melalui proses pencampuran serat kertas dengan plastik (misalnya HDPE atau PET) dan pembentukan menggunakan teknik panas tekan (hot press), tanpa perekat kimia tambahan (Setyawan & Prasetyo, 2021).

Menurut penelitian oleh Putri et al. (2022), panel daur ulang berbahan dasar plastik dan kertas memiliki struktur porous, ringan, dan berpotensi menyerap suara. Karakteristik seperti porositas, densitas rendah, dan ketidakteraturan permukaan memberikan keuntungan dari sisi serapan

akustik. Dengan demikian, produk daur ulang ini dapat dipertimbangkan sebagai material alternatif dalam interior bangunan yang membutuhkan kontrol suara.

1.3. Akustik Bangunan

Akustik bangunan merupakan cabang ilmu fisika bangunan yang mempelajari perilaku gelombang suara di dalam dan di antara ruang-ruang bangunan. Salah satu aspek penting dalam akustik ruang adalah kemampuan material dalam menyerap suara, yang secara langsung memengaruhi kualitas kenyamanan akustik dalam ruangan (Egan, 2007). Berikut ini beberapa aspek utama dalam akustik bangunan,yaitu:

- Peredaman suara (*Sound Insulation*): Pencegahan perpindahan suara antar ruang.
- Penyerapan suara (*Sound Absorption*): Kemampuan material menyerap energi suara.
- Waktu dengung (*Reverberation Time, RT60*): Waktu yang dibutuhkan agar suara menurun 60 dB setelah sumber suara berhenti.
- Kejelasan suara (*Clarity*): Kualitas suara yang diterima, penting dalam ruang konser, teater, dan kelas.
- *Intelligibility*: Kemampuan suara (biasanya suara manusia) untuk bisa dipahami oleh pendengar

Koefisien serapan suara (α) adalah ukuran sejauh mana suatu material mampu menyerap gelombang suara yang datang. Nilai α berkisar dari 0 (memantulkan seluruh suara) hingga 1 (menyerap seluruh suara). Material dengan nilai α tinggi sangat efektif dalam mengurangi waktu dengung (reverberation time) dan meningkatkan kejelasan suara (clarity) dalam ruang (Beranek, 1992).

Menurut standar ASTM C423 dan ISO 354, pengukuran koefisien serapan dapat dilakukan dengan metode ruang dengung, sementara standar ISO 10534-2 menggunakan metode tabung impedansi.

Rumus dasar:

$$\alpha = \frac{\text{Energi yang diserap}}{\text{Energi suara yang datang}}$$

Nilai α :

0 = seluruh suara dipantulkan

1 = seluruh suara diserap

Tujuannya yaitu untuk mengetahui seberapa baik material seperti *rockwool*, busa akustik, karpet, atau panel daur ulang menyerap suara pada frekuensi tertentu (biasanya antara 125–4000 Hz).

Menurut Beranek (1992), kemampuan serapan suara suatu material dipengaruhi oleh densitas, porositas, serta struktur permukaannya. Material berpori seperti busa akustik atau bahan daur ulang berserat cenderung memiliki nilai α yang tinggi pada frekuensi menengah hingga tinggi.

Waktu dengung (*Reverberation Time*-RT60) yaitu waktu yang dibutuhkan agar intensitas suara menurun 60 dB setelah sumber suara dihentikan.

Rumus Sabine:

$$RT60 = \frac{0,161 \times V}{A}$$

Dengan:

V = volume ruangan (m³)

A = Luas penyerapan suara total (Sabin)

Pemantulan suara (*Reflection Theory*) yaitu suara bergerak dalam bentuk gelombang, dan ketika gelombang ini mengenai permukaan padat, sebagian akan dipantulkan kembali. Arah dan intensitas pantulan tergantung pada bentuk dan material permukaan.

Implikasi dalam desain:

- Permukaan keras (seperti beton, kaca) memantulkan suara dengan baik.
- Permukaan miring atau melengkung mempengaruhi arah dan difusi suara.

Teori Isolasi Suara (*Sound Transmission Loss & STC Rating*) dengan konsep mengukur seberapa efektif sebuah elemen bangunan menghambat transmisi suara dari satu ruang ke ruang lain.

- STC (*Sound Transmission Class*): Indeks numerik untuk menilai performa isolasi dinding, plafon, pintu.
- Semakin tinggi STC, semakin baik isolasi suara.
 - Dinding bata ganda: STC ≈ 50
 - Gipsum ganda + rockwool: STC ≈ 45–55

Teori Difusi Suara (*Diffusion Theory*). Difusi adalah penyebaran suara secara merata ke segala arah oleh permukaan tidak rata. Menghindari konsentrasi suara di satu titik atau gema yang mengganggu. Diterapkan dalam desain auditorium, studio musik, ruang ibadah, menggunakan panel difusor.

Teori Interferensi dan Resonansi dimana interferensi terjadi ketika dua gelombang suara bertemu dan membentuk pola penguatan (konstruktif) atau pembatalan (destruktif). Resonansi yaitu kondisi ketika suara tertentu diperkuat oleh dimensi ruang, menyebabkan frekuensi tertentu menjadi dominan dan mengganggu kenyamanan.

Speech Transmission Index (STI) dan *Speech Intelligibility*. STI yaitu ukuran kejelasan suara manusia dalam ruang dengan rentang nilai: 0 (tidak dapat dipahami) sampai 1 (sangat jelas). STI ideal untuk ruang kelas > 0.6. Adapun faktor yang memengaruhi antara lain:

- Waktu dengung
- Kebisingan latar belakang (background noise)
- Refleksi suara

1.4. Kaitan Papan Panel Daur Ulang Sampah dengan Akustik Bangunan

Karakteristik fisik panel daur ulang sampah seperti kepadatan rendah, permukaan tidak rata, dan struktur mikroberpori sangat berpengaruh dalam konteks akustik bangunan. Material dengan struktur seperti ini mampu:

- Menyerap gelombang suara, terutama pada frekuensi menengah hingga tinggi
- Mengurangi waktu dengung, sehingga meningkatkan kualitas suara dalam ruang
- Menggantikan material konvensional seperti rockwool, glasswool, atau gypsum dalam fungsi tertentu

Dalam studi oleh Rahmawati et al. (2023), panel daur ulang berbahan plastik HDPE dan kertas menunjukkan nilai NRC (*Noise Reduction Coefficient*) sebesar 0.60–0.75, yang tergolong baik dan sesuai untuk aplikasi ruang kelas, ruang ibadah, atau kantor.

1.5. Uji Material terhadap Kinerja Akustik Bangunan

Pengujian kinerja akustik material dilakukan untuk mengetahui koefisien serapan suara pada berbagai frekuensi. Dua metode pengujian yang digunakan secara luas adalah:

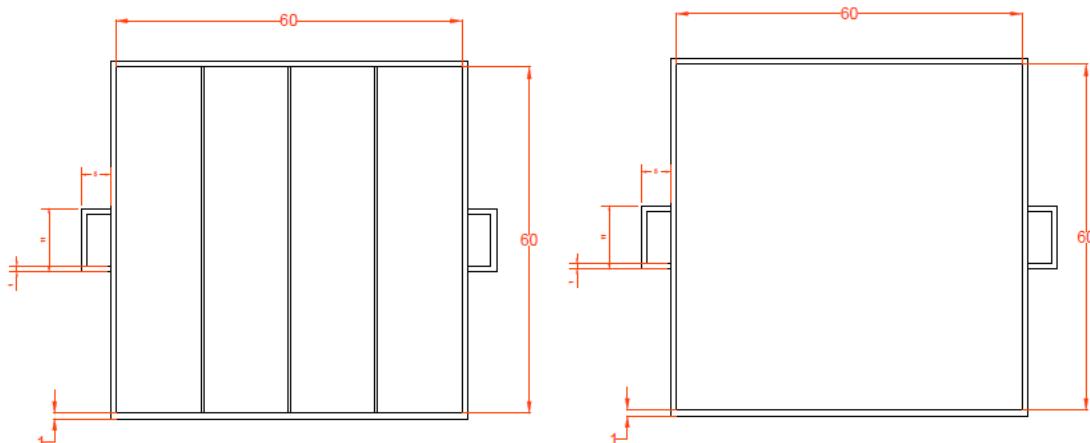
- a) Tabung Impedansi (Impedance Tube) – ISO 10534-2
Digunakan untuk sampel kecil, pengukuran α dilakukan berdasarkan perbandingan gelombang datang dan pantulan dalam tabung suara.
- b) Ruang Dengung (Reverberation Room) – ASTM C423
Digunakan untuk sampel besar, dengan prosedur sebagai berikut:
 - Ukur waktu dengung ruangan kosong (T_1)
 - Pasang material uji
 - Ukur waktu dengung baru (T_2)
 - Hitung α menggunakan rumus Sabine

Koefisien α per frekuensi digunakan untuk menghitung NRC (rata-rata α pada frekuensi 250, 500, 1000, dan 2000 Hz). Material dengan $NRC > 0.70$ tergolong sangat baik sebagai penyerap suara.

2. PEMBUATAN GAMBAR KERJA CETAKAN PAPAN PANEL

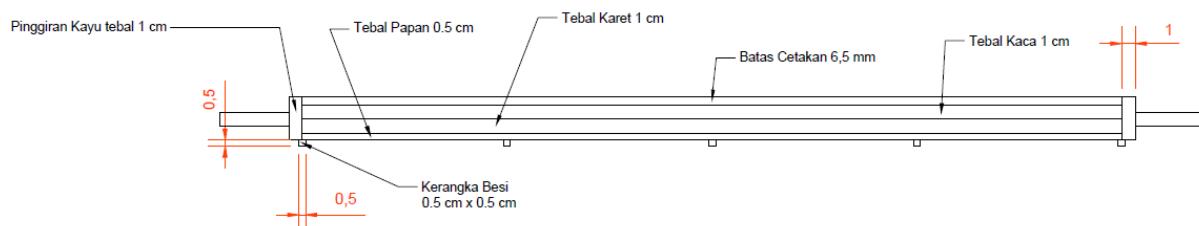
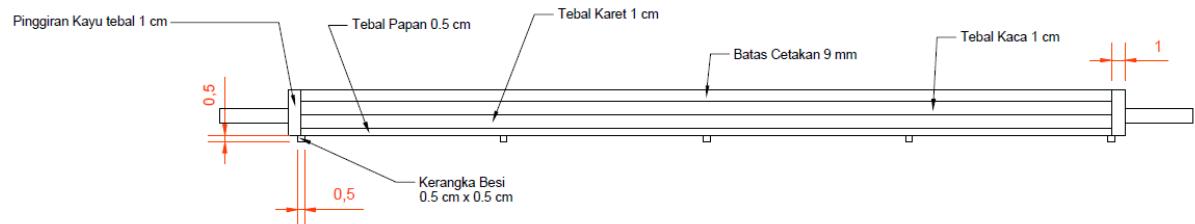
Proses penelitian yang dilakukan selanjutnya adalah pembuatan gambar kerja untuk cetakan papan panel daur ulang sampah plastik dan kertas. Cetakan untuk papan panel dibuat dengan ukuran 60 cm x 60 cm dengan ketebalan papan 10 mm dan 15 mm sesuai dengan ketebalan papan gypsum di pasaran bahan bangunan. Gambar kerja ini terdiri dari gambar denah, gambar tampak, gambar potongan, dan gambar 3D dari cetakan papan panel.

Berikut ini gambar kerja cetakan papan panel:

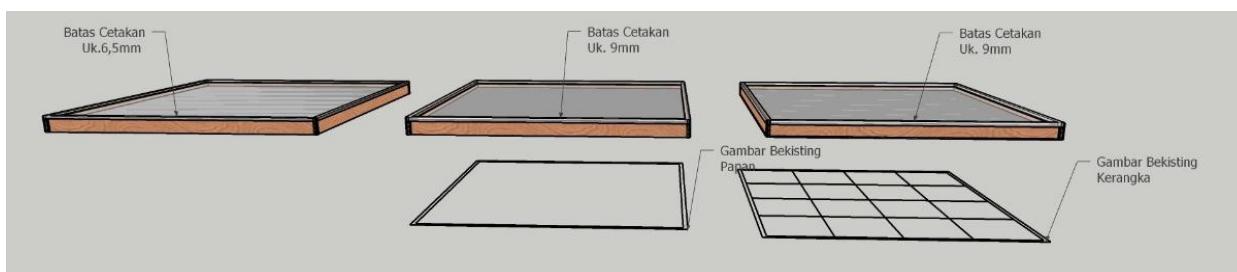


Gambar 3. Denah rangka cetakan panel

Gambar 3. Denah cetakan panel



Gambar 4. Potongan cetakan papan panel



Gambar 5. Gambar 3D cetakan papan panel

3. PEMBUATAN PAPAN PANEL

Pembuatan papan panel dengan bahan daur ulang dari sampah plastik dan kertas, dilakukan dengan mengacu pada hasil penelitian sebelumnya, yaitu berupa papan panel daur ulang sampah yang telah berhasil memenuhi syarat uji kuat lentur berdasarkan SNI 03-6384-2000 tentang Spesifikasi

Panel atau Papan Gypsum. Adapun papan panel yang dibuat adalah papan panel dari bahan sampah mix (campuran sampah plastik dan kertas krey telur) dengan ketebalan 10 mm.

3.1. Papan Panel dengan bahan Campuran Sampah Plastik dan Kertas Krey Telur (Sampah Mix)

Percobaan pembuatan papan panel dengan material dari adukan plaster/casting diisi dengan sampah plastik dan sampah kertas. Sampah plastik yang digunakan adalah sampah plastik kresek/plastik asoy, dan sampah kertas yang digunakan adalah sampah kertas krey telur yang dipipihkan. Bahan tambahan yang digunakan terdiri dari plaster paris/casting, air, lem fox, epoxy Berikut hasil pembuatan papan panel dari bahan campuan sampah ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Pembuatan Papan Panel Daur Ulang Sampah Mix

No.	Uraian	Komposisi
1	<p>Tahap pembuatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lapisan pertama berupa wiremess (kawat plastik) ▪ Lapisan kedua berupa adonan plaster paris/casting yang dicampur dengan air, epoxy dan lem fox. ▪ Lapisan ketiga berupa sampah campuran (sampah plastik asoy/kresek dan sampah kertas krey telor). ▪ Lapisan keempat berupa wiremess (kawat plastik) ▪ Lapisan kelima berupa adonan plaster paris/casting yang dicampur dengan air, epoxy dan lem fox 	<p>Ketebalan 1 cm:</p> <p>Casting = 2,5 kg Wiremess (kawat plastik) ukuran 60 cm x 60 cm Air = 3500 ml Epoxy = 2:1 Lem fox = 1 sendok semen Sampah campuran (plastik dan kertas) = 139 gr</p>



Gambar 6. Pembuatan Papan Panel Daur Ulang Sampah Mix ketebalan 1 cm

STATUS LUARAN

Uraikan jenis, identitas, dan status ketercapaian setiap luaran yang dijanjikan. Jenis luaran berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal.

Luaran penelitian “Uji Kinerja Akustik Papan Panel Berbahan Sampah Daur Ulang sebagai Material Interior Ramah Lingkungan” adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Status Luaran Penelitian

No	Luaran Penelitian	Indikator Capaian	Status Luaran
1	Material bangunan	1 buah papan panel daur ulang sampah <i>Mix</i> (campuran sampah plastik dan sampah kertas krey telur)	Tercapai 100% <ul style="list-style-type: none">▪ 1 papan panel dengan komposisi dan material sampah plastik dan kertas
2	Laporan akhir penelitian	• Laporan akhir penelitian	Tercapai 50% <ul style="list-style-type: none">▪ Laporan kemajuan penelitian
3	Publikasi jurnal nasional terakreditasi SINTA	• <i>Submitted</i>	Tercapai 50% <ul style="list-style-type: none">▪ Draft jurnal sampai dengan tahap data penelitian
4	HKI	• Hak Cipta	Belum tercapai <ul style="list-style-type: none">▪ Penelitian belum selesai

DAFTAR PUSTAKA

Situs disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan, mengikuti format Vancouver. Sumber pustaka mengutamakan hasil penelitian pada jurnal ilmiah yang terkini (maksimal 5 tahun terakhir). Hanya pustaka yang disitasi pada usulan penelitian yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

- [1] O. Lubonja and F. Ovidiu, “Use of Recyclable Materials in the Interior Design,” Eur. J. Econ. Bus. Stud., vol. 5, no. 2, p. 79, 2019, doi: 10.26417/ejes.v5i2.p79-100.
- [2] P. Marsahala, A. Nediari, and C. Roesli, “Exploring Indonesia’s Recycled-Plastic Waste Material in Interior Design for Sustainable Interior Eco-Planning,” IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci., vol. 1169, no. 1, 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1169/1/012049.
- [3] J. Hopewell, R. Dvorak, and E. Kosior, “Plastics recycling: Challenges and opportunities,” Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci., vol. 364, no. 1526, pp. 2115–2126, 2009, doi: 10.1098/rstb.2008.0311.
- [4] A. E. Kurniasari, N. Swastikirana, O. S. Pabinti, and P. P. Noviandri, “Pengolahan Limbah Plastik Sebagai Material Alternatif Akustik Ruang,” SMART (Seminar Archit. Res. Technol., vol. 4, no. 1, pp. 19–30, 2019, [Online]. Available: <https://smartfad.ukdw.ac.id/index.php/smart/article/view/95/77>

- [5] M. Jalaluddin, "Use of Plastic Waste in Civil Constructions and Innovative Decorative Material (Eco-Friendly)," *MOJ Civ. Eng.*, vol. 3, no. 5, pp. 359–368, 2017, doi: 10.15406/mojce.2017.03.00082.
- [6] A. Gunarto, I. Satyarno, and K. Tjokrodimuljo, "Pemanfaatan Limbah Kertas Koran Untuk Pembuatan Panel Papercrete," *Forum Tek. Sipil*, vol. XVIII, no. 2, pp. 788–797, 2008.
- [7] F. Hawari, A. Sachari, and A. Nugraha, "Pemanfaatan Sampah Kertas Sebagai Bahan Baku Paperboard Untuk Memproduksi Benda Fungsi Dan Estetik," *Serat Rupa J. Des.*, vol. 4, no. 1, pp. 16–25, 2020, doi: 10.28932/srjd.v4i1.1929.
- [8] T. Indahyani, "Pada Perencanaan Interior Dan Furniture yang Berdampak pada Pemberdayaan Masyarakat Miskin," *Humaniora*, vol. 2, no. 1, pp. 15–23, 2011.
- [9] I. Handayasari, G. P. Artiani, and D. Putri, "Bahan Konstruksi Ramah Lingkungan Dengan Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Kemasan Air Mineral Dan Limbah Kulit Kerang Hijau Sebagai Campuran Paving Block," *J. Konstr.*, vol. 9, no. 2, pp. 25–30, 2018.
- [10] E. Audrian and R. Surya, "Sampah Dalam Industri Bangunan Arsitektur Sebagai Wujud Revitalisasi Di Kampung Bengek Jakarta," *J. Sains, Teknol. Urban, Perancangan, Arsit.*, vol. 4, no. 2, pp. 2153–2164, 2023, doi: 10.24912/stupa.v4i2.22044.
- [11] U. Rohmah, "Eksplorasi material daur ulang sampah polystyrene (PS) menggunakan metode material-driven design," *Prod. J. Desain Prod. (Pengetahuan dan Peranc. Produk)*, vol. 5, no. 2, pp. 91–100, 2022, doi: 10.24821/productum.v5i2.7856.
- [12] I. G. A. A. A. Berliana, I. G. M. Raharja, and I. N. Artayasa, "Proses Daur Ulang Plastik Sebagai Furnitur Yang Memenuhi Standar Ergonomi," *J. Ilm. Desain Konstr.*, vol. 21, no. 2, pp. 270–279, 2022, doi: 10.35760/dk.2022.v21i2.7136.
- [13] A. F. Muhamad and T. Isfianty, "Implementasi Material Plastik Daur Ulang Terhadap Estetika Lingkungan," *Waca Cipta Ruang J. Ilm. Desain Inter.*, vol. 3, no. 2, pp. 244–249, 2017.
- [14] I. G. P. A. S. Putra, G. A. P. C. Damayanti, and A. A. D. P. Dewi, "Penanganan Waste Material Pada Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat," *J. Spektran*, vol. 6, no. 2, pp. 176–185, 2018.
- [15] N. Istiqomah, I. Mafruhah, E. Gravitianni, and S. Supriyadi, "Konsep Reduce, Reuse, Recycle dan Replace dalam Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Desa Polanhargo Kabupaten Kluren," *SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknol. dan Seni bagi Masyarakat)*, vol. 8, no. 2, pp. 30–38, 2019, doi: 10.20961/semar.v8i2.26682.
- [16] G. Maitlo et al., "Plastic Waste Recycling, Applications, and Future Prospects for a Sustainable Environment," *Sustain.*, vol. 14, no. 18, 2022, doi: 10.3390/su141811637.
- [17] M. Du Preez, "No Title," *J. Chem. Inf. Model.*, p. 287, 2008.