

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Dinding Panel

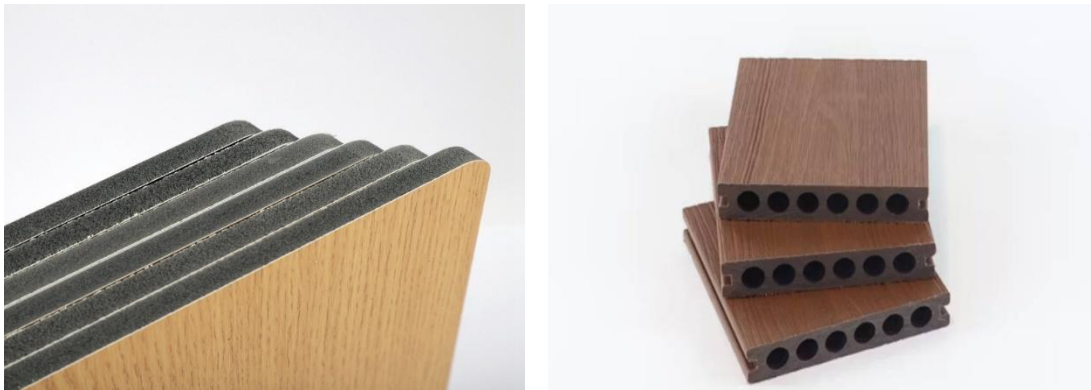
2.1.1 Definisi Umum Dinding Panel Dalam Konstruksi Bangunan

Dinding panel merupakan komponen bangunan non-struktural yang diproduksi di pabrik untuk mempercepat pembangunan, mengurangi pengeluaran, dan meningkatkan produktivitas kerja.

Dalam ranah desain modern, panel dinding menawarkan nilai estetika yang tinggi serta fleksibilitas dalam memilih pola, warna, dan tekstur. Penerapan panel dinding dalam desain interior dapat menciptakan suasana yang modern dan minimalis, menjadikannya pilihan yang banyak diminati dalam pembangunan baik yang bersifat residensial maupun komersial. Selain itu, panel dinding juga dilihat sebagai alternatif ramah lingkungan dalam konstruksi karena dapat diproduksi dari bahan daur ulang dan menghasilkan limbah yang lebih sedikit dibandingkan dengan metode konvensional (Sari, 2020). Dengan demikian, panel dinding tidak hanya berfungsi sebagai elemen pembentuk ruang, namun juga sebagai solusi konstruksi yang efektif, estetis, dan berkelanjutan (Razi et al., 2022)

Dinding panel juga menawarkan sejumlah manfaat yang lebih baik dibandingkan dinding tradisional, terutama terkait efektivitas waktu, berat material, dan performa isolasi. Salah satu keuntungan utama adalah kecepatan dalam proses instalasi. Panel yang dirancang dalam bentuk modul siap pasang memungkinkan kegiatan konstruksi dijalankan lebih cepat daripada teknik konvensional yang harus melalui tahapan membangun dengan bata, plester, dan cat. Ini sangat bermanfaat untuk proyek-proyek yang harus selesai dalam waktu singkat atau yang memerlukan pembangunan cepat, seperti fasilitas darurat dan bangunan modular (Setyawan et al., 2024)

Dari perspektif estetika dan keberlanjutan, dinding panel memberikan fleksibilitas desain yang besar serta menghasilkan limbah konstruksi yang minimal. Panel dapat disesuaikan dengan beragam motif, warna, dan tekstur sesuai dengan kebutuhan desain arsitektur, dan tidak memerlukan pemeliharaan yang rumit seperti pengecatan ulang. Selain itu, karena proses produksinya bersifat prefabrikasi dan dirakit di lokasi, penggunaan panel dinding menghasilkan sisa material yang lebih sedikit daripada metode konvensional, sehingga lebih ramah lingkungan (Razi et al., 2022). Dengan beragam manfaat yang ditawarkan, dinding panel semakin populer dalam dunia konstruksi modern, baik untuk perumahan, gedung perkantoran, maupun fasilitas industri.



Gambar 2. 1 Panel serbuk kayu dan panel dinding bambu

(Sumber: Google, dinding komposit kayu 2021)

Dalam konstruksi masa kini, dinding panel dimaknai sebagai unsur pemisah ruang yang umumnya tidak menanggung beban, tetapi berperan dalam memisahkan ruangan atau melindungi dari faktor eksternal. Panel ini terbuat dari kombinasi bahan seperti semen, pasir, dan agregat, serta sering kali dilengkapi dengan tulangan atau material tambahan lainnya. Berbeda dari dinding tradisional yang dibangun dengan susunan bata atau batako dan memerlukan proses yang lama seperti plester dan cat, dinding panel tersedia

dalam kondisi siap untuk dipasang, ringan, serta mudah digunakan. Teknologi beton pracetak memungkinkan pembuatan panel dinding dengan ukuran dan bentuk yang spesifik sesuai kebutuhan proyek, menjadikannya lebih cepat dan efisien untuk dipasang. Panel dinding juga bisa berfungsi sebagai isolator suara dan suhu, serta memberikan tampilan yang bersih dan modern. Inovasi seperti panel beton ringan semakin memperluas aplikasi penggunaannya dalam pembangunan rumah, gedung kantor, hingga fasilitas industry (Rifka Alkhilyatul Ma'rifat, I Made Suraharta, 2024).



Gambar 2. 2 Dinding panel serbuk kayu dan bambu
(Sumber: Google, Oriented Strand Board, 2023)

2.1.2 Perbedaan Antara Dinding Panel Dan Dinding konvensional

Dinding panel berbeda dari dinding tradisional dalam cara pemasangan, kecepatan pengerjaan, berat material, dan kemampuan isolasi, membuatnya menjadi pilihan terbaik untuk konstruksi modern yang efisien dan hemat energi. Dinding panel adalah sistem konstruksi yang diproduksi sebelumnya dan dirancang untuk dipasang langsung di lokasi, biasanya terdiri dari lapisan luar berbahan logam seperti aluminium atau baja ringan dan inti isolasi seperti poliuretan atau polistirena. Di sisi lain, dinding tradisional dibangun dari batu bata, batako, atau beton yang memerlukan langkah-langkah berurutan seperti penyusunan, pelapisan, dan pengecatan. Dari segi pemasangan, dinding panel jauh lebih efisien karena sudah datang dalam bentuk siap pasang, sehingga dapat menghemat waktu hingga 50 persen dibandingkan dengan

metode tradisional. Ringannya juga mengurangi beban pada struktur bangunan dan mempermudah proses pengangkutan serta pemasangan. Selain itu, dinding panel memiliki isolasi termal dan akustik yang lebih baik berkat lapisan inti yang insulatif, sementara dinding tradisional harus menggunakan material tambahan untuk mendapatkan fungsi yang sama. Meskipun demikian, dinding tradisional tetap lebih kuat dalam hal ketahanan struktural dan terhadap benturan, menjadikannya pilihan utama untuk bangunan yang memerlukan daya tahan tinggi dalam jangka Panjang (Suryapratama et al., 2024)



Gambar 2. 3 Dinding panel

(Sumber: Google, rockwool dinding,2021)



Gambar 2. 4 Dinding Konvensional

(Sumber: Google, pemasangan dinding bata merah,2020)

2.1.3 Fungsi Dan Peran Dinding Panel

Dinding panel memiliki peranan yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi pembangunan dengan mempercepat waktu konstruksi, mengurangi biaya tenaga kerja, dan mempermudah proses instalasi. Di dunia konstruksi modern, dinding panel digunakan sebagai pengganti material tradisional karena bobotnya yang ringan, kemudahan dalam pemasangan, dan metode produksi yang terstandarisasi. Panel ini umumnya terbuat dari bahan seperti Sistem *Polistirena Ekspand* yang dilapisi dengan kawat baja galvanis, memberikan kekuatan struktural yang memadai sambil menawarkan isolasi termal dan akustik. Penggunaan dinding panel dapat meningkatkan produktivitas kerja lebih baik dibandingkan dengan bata merah, dengan kecepatan pemasangan mencapai 12,33 m² sehari, jauh di atas produktivitas bata merah yang hanya sekitar 3,32 m² sehari. Selain itu, pemasangan panel memerlukan sedikit tenaga kerja, hanya dibutuhkan 3 hingga 5 orang, sehingga kebutuhan sumber daya manusia berkurang dan penyelesaian proyek jadi lebih cepat. Efisiensi ini sangat bermanfaat bagi proyek-proyek berskala besar atau yang memiliki tenggat waktu ketat, serta mendukung keberlanjutan pembangunan dengan mengurangi limbah konstruksi dan penggunaan energi (Setiawan et al., 2024).

2.2 Pengertian Dinding Eco-Panel

2.2.1 Penjelasan Tentang Konsep “Eco” Dalam Dinding Panel

Dinding eco-panel adalah tipe dinding yang dibuat secara prefabrikasi dengan fokus pada aspek ramah lingkungan, efisiensi energi, dan keberlanjutan material. Dalam hal ini, istilah "eco" merujuk pada penggunaan bahan-bahan yang memiliki jejak karbon rendah, bisa didaur ulang, dan menghasilkan sedikit limbah selama proses konstruksi. Panel ini umumnya terdiri dari inti insulasi seperti *Expanded Polystyrene System* (EPS), yang dilapisi dengan kawat baja galvanis atau bahan ringan lainnya, sehingga

menciptakan struktur yang kuat tetapi tetap ringan. Selain memberikan isolasi yang efektif terhadap suhu dan suara, dinding eco-panel juga membantu mempercepat proses pemasangan dan mengurangi kebutuhan tenaga kerja, menjadikannya pilihan yang cocok untuk konstruksi modern yang memperhatikan aspek keberlanjutan. Penggunaan eco-panel tidak hanya mempercepat pembangunan, tetapi juga menurunkan penggunaan energi serta dampak negatif terhadap lingkungan secara keseluruhan (Setiawan et al., 2024).



Gambar 2. 5 Dinding panel semasa proses konstruksi

(Sumber: Google, rockwool dinding, 2021)



Gambar 2. 6 Dinding panel sesudah finishing

(Sumber: Google, dinding panel, 2021)

2.2.2 Karakteristik Utama Dinding Eco-Panel

Dinding eco-panel dirancang tidak hanya untuk efisiensi energi dan konstruksi yang cepat, tetapi juga untuk mendukung kesehatan para penghuni serta keberlangsungan lingkungan. Panel ini biasanya dibuat dari bahan daur ulang seperti kayu, plastik, atau serat alami, yang membantu mengurangi eksploitasi sumber daya alam dan limbah industri. Selain itu, banyak produk eco-panel yang tidak mengandung bahan berbahaya seperti VOC (*Volatile Organic Compounds*), sehingga lebih aman bagi kualitas udara di dalam ruangan. Kemampuan isolasi termal yang baik juga memungkinkan pengurangan penggunaan pendingin udara atau pemanas, yang berarti penghematan energi dan penurunan emisi karbon. Dari segi estetika, eco-panel hadir dalam berbagai tekstur dan warna, memungkinkan integrasi dengan desain interior modern tanpa mengorbankan prinsip ramah lingkungan. Fitur-fitur ini menjadikan eco-panel sebagai solusi yang sempurna untuk rumah yang sehat dan berkelanjutan. (Faharuddin et al., 2022)

2.2.3 Perkembangan Dan Tren Penggunaan Eco-Panel

Penggunaan eco-panel dalam sektor pembangunan menunjukkan peningkatan yang signifikan seiring dengan kebutuhan global akan efisiensi energi dan pembangunan yang berkelanjutan. Eco-panel, yang umumnya terbuat dari *Expanded Polystyrene System (EPS)* dan dilapisi dengan kawat baja galvanis, memberikan pilihan konstruksi yang cepat, ringan, serta ramah lingkungan. Panel ini diproduksi dengan cara prefabrikasi, sehingga dapat mengurangi limbah dari proses konstruksi, mempercepat waktu pelaksanaan, dan mengurangi biaya tenaga kerja. Di Indonesia, tren penggunaan eco-panel mulai merambah ke berbagai proyek perumahan, bangunan komersial, dan fasilitas publik, terutama yang memiliki batasan waktu yang ketat dan tujuan efisiensi energi. Dukungan terhadap teknologi konstruksi yang ramah lingkungan serta meningkatnya kesadaran mengenai dampak lingkungan dari bahan bangunan tradisional juga berperan dalam meningkatkan penggunaan

eco-panel sebagai alternatif yang lebih modern dan berkelanjutan (Setiawan et al., 2024).

2.3 Kelebihan Dan Kekurangan Dinding Eco-Panel

2.3.1 Kelebihan Dinding Eco-Panel

Dinding Eco-Panel yang memanfaatkan limbah bambu dan serbuk kayu memberikan banyak manfaat dalam pembangunan yang berkelanjutan. Gabungan dari kedua bahan ini menciptakan panel komposit yang memiliki berat ringan tetapi cukup kuat untuk digunakan dalam aplikasi non-struktural, seperti dinding pemisah dan pelapis. Serbuk kayu berperan sebagai pengisi yang meningkatkan kepadatan serta daya rekat, sementara serat bambu memberikan daya tarik serta kelenturan. Panel ini juga menawarkan kemampuan isolasi untuk suara dan suhu yang baik, sehingga berkontribusi pada efisiensi energi bangunan. Selain itu, pemanfaatan sisa bambu dan serbuk kayu berfungsi untuk mengurangi jumlah limbah industri dan eksploitasi dari sumber daya alam, menjadikannya pilihan konstruksi yang ramah lingkungan dan hemat biaya. Proses produksi yang mudah serta potensi pemanfaatan bahan lokal menjadikan panel ekologi ini sangat sesuai untuk pembangunan di wilayah tropis seperti Indonesia (Zuraida & Pratiwi, 2020)

2.3.2 Kekurangan Dinding Eco-Panel

Meskipun dinding eco-panel yang terbuat dari limbah bambu dan serbuk kayu memiliki banyak manfaat dalam hal keberlanjutan dan penggunaan materi, masih ada beberapa batasan dalam penerapannya di bidang konstruksi. Salah satu kelemahan utama adalah ketahanan terhadap kelembapan dan serangan organisme, seperti jamur dan rayap, terutama jika tidak diberikan lapisan atau perlindungan yang sesuai. Selain itu, kekuatan mekanik dari panel yang berasal dari material organik ini biasanya lebih rendah dibandingkan dengan material tradisional seperti beton atau bata ringan, yang

membuat penggunaannya terfokus pada elemen non-struktural seperti sekat atau pelapis dinding. Proses pembuatan panel juga membutuhkan pengendalian yang teliti dalam komposisi dan teknik pencampuran, karena perbedaan kadar serbuk kayu atau serat bambu dapat mempengaruhi kepadatan dan ketahanan akhir produk. Di sisi lain, standarisasi dan sertifikasi untuk material yang menggunakan limbah masih belum banyak diterapkan, sehingga penerapannya dalam proyek konstruksi berskala besar sering kali mengalami berbagai masalah teknis dan peraturan (Zuraida & Pratiwi, 2020).

2.4 Dinding Eco-Panel Pada Struktur Bangunan

2.4.1 Penggunaan Eco-Panel Pada Bangunan

Eco-panel telah menjadi pilihan dalam konstruksi yang semakin banyak digunakan pada berbagai tipe bangunan, mulai dari hunian pribadi hingga bangunan komersial dan industri. Dalam konteks bangunan hunian, eco-panel berfungsi untuk mempercepat tahap pembangunan dengan sistem modular yang ringan dan mudah dipasang, sekaligus memberikan kenyamanan suhu dan suara bagi penghuninya. Di sektor komersial seperti gedung perkantoran dan toko, eco-panel memberikan keuntungan dalam hal waktu dan biaya, serta menawarkan keluwesan desain yang sesuai dengan gaya modern. Di sisi lain, dalam sektor industri, penggunaan eco-panel sangat menguntungkan karena dapat mengurangi biaya operasional berkat insulasi yang efisien dan pemasangan yang cepat, membuatnya ideal untuk digunakan pada gudang, pabrik, dan fasilitas produksi. Keunggulan lain dari eco-panel adalah kemampuannya dalam meminimalkan limbah konstruksi dan mendukung prinsip bangunan ramah lingkungan, menjadikannya pilihan yang tepat untuk pembangunan berkelanjutan di berbagai bidang (Setiawan et al., 2024)



Gambar 2. 7 Penggunaan dinding panel di Kawasan industri

(Sumber: Google, selaraslawangsewu.com, 2023)

2.4.2 Integrasi Dengan Sistem Konstruksi Modular Atau Prefabrikasi

Dinding eco-panel sangat ideal untuk diterapkan pada konstruksi modular atau prefabrikasi karena karakteristiknya yang ringan, seragam, dan mudah dipasang. Dalam pendekatan modular, elemen bangunan diproduksi di pabrik dengan standar kualitas yang tinggi, lalu dirakit di lokasi proyek dalam waktu yang jauh lebih cepat dibandingkan dengan metode tradisional. Eco-panel yang terbuat dari material seperti EPS dan serat bambu atau serbuk kayu dapat disesuaikan dengan ukuran modul, yang mana ini mempercepat proses pemasangan serta mengurangi kebutuhan tenaga kerja. Penggabungan ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dalam waktu dan biaya, tetapi juga mendukung prinsip keberlanjutan dengan meminimalkan limbah konstruksi dan penggunaan energi. Panel yang berasal dari limbah organik seperti bambu dan kayu juga memfasilitasi pemakaian sumber daya lokal, menjadikannya pilihan yang ideal untuk proyek perumahan, fasilitas publik, dan bangunan komersial di daerah tropis seperti Indonesia (Zuraida & Pratiwi, 2020).

2.5 Material Penyusun Dinding Eco-Panel

2.5.1 Jenis Bahan Yang Di Gunakan

Penggunaan sisa kayu dan anyaman bambu dalam pembuatan panel komposit menunjukkan peluang besar sebagai bahan alternatif untuk dinding ramah lingkungan. Sisa kayu, yang meliputi serbuk dan potongan kecil, dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar yang menawarkan sifat insulatif dan kekuatan tekan yang baik. Di sisi lain, anyaman bambu seperti jenis *Dendrocalamus asper* (bambu petung) berperan sebagai lapisan penguat, memberikan fleksibilitas dan ketahanan mekanik. Resin seperti urea *formaldehida* (UF) digunakan sebagai pengikat utama, dengan penempatan yang optimal di lapisan luar (permukaan depan dan belakang) untuk memperkuat ikatan dan stabilitas panel. Meskipun panel ini menunjukkan kelemahan dalam hal kestabilan dimensi terhadap kelembapan, karakteristik mekanisnya cukup baik untuk digunakan dalam aplikasi interior seperti pemisah ruangan dan pelapis dinding. Dengan pengolahan yang benar, panel ini dapat menjadi solusi konstruksi yang berkelanjutan dengan memanfaatkan sumber daya lokal dan limbah dari industri secara efisien (Kusuma et al., 2011)

2.5.2 Pemanfaatan Bambu Pada Konstruksi Bangunan

Bambu merupakan salah satu bahan bangunan tertua dan sangat serbaguna dengan banyak aplikasi di bidang konstruksi bangunan, khususnya di negara-negara berkembang. Bambu tumbuh melimpah di seluruh kepulauan Indonesia, dan telah menjadi bagian dari kehidupan masyarakat Indonesia selama berabad-abad. Pertumbuhan bambu yang cepat membuat bambu sebagai sumber daya yang dapat berkelanjutan. Bambu merupakan material kuat dan ringan dan sering dapat digunakan tanpa pengolahan atau finishing. Konstruksi bambu mudah untuk membangun, tahan terhadap gaya gempa, dan mudah diperbaiki jika terjadi kerusakan. Sumber daya kayu berkurang

dengan adanya pembatasan yang dikenakan pada penebangan di hutan alam, terutama di daerah tropis, telah memfokuskan perhatian dunia pada kebutuhan untuk mengidentifikasi pengganti material yang dapat diperbarui, ramah lingkungan dan secara luas dapat dimanfaatkan. Keberadaan kayu yang semakin langka karena pemanfaatan kayu masa lalu secara besar-besaran, sementara pertumbuhan kayu hingga dapat digunakan sebagai material konstruksi bangunan sangat lama bisa mencapai 40 tahun dibandingkan dengan bambu yang hanya sekitar 3 sampai 5 tahun. Dengan pertumbuhan yang cepat, kemampuan adaptasi yang baik untuk sebagian besar kondisi iklim dan kondisi tanah, bambu muncul sebagai alternatif yang sangat cocok. Namun, dalam rangka memanfaatkan sepenuhnya potensi bambu sebagai material konstruksi bangunan, upaya pembangunan harus diarahkan untuk pelestariannya. Pemanfaatan lahan-lahan yang kurang produktif untuk penanaman bambu merupakan upaya melestarikan bambu. Dengan pemanfaatan bambu yang luas dibidang struktur bangunan, maka sirkulasi keberadaan bambu dapat mendukung perekonomian rakyat serta memberikan dampak positif yang besar terhadap lingkungan (Komang & Artiningsih, 1945).



Gambar 2. 8 *Bambu petung*

(Sumber: Google, Getty images, 2014)

2.5.3 Limbah Serbuk Kayu

Salah satu upaya mengurangi korban reruntuhan pada saat bencana adalah dengan mengurangi berat bangunan. Massa dinding merupakan salah satu kontributor utama berat bangunan. Penggunaan dinding berbahan material ringan mampu mengurangi massa dinding sebesar 23% - 87% 2). Sekarang telah muncul inovasi material ringan seperti panel partisi serta dinding ringan (lingweight wall) yang sering digunakan untuk mengganti dinding konvensional yang telah ada.

Selain persoalan bencana, yang perlu menjadi perhatian adalah persoalan pemanfaatan limbah industri kayu. Industri penggergajian kayu dan kayu lapis banyak menghasilkan limbah kayu. Kapasitas produksi kayu gergajian di Indonesia mencapai 2,6 juta m³ dengan limbah sebanyak 1,4 juta m³ per tahun. Limbah umumnya berupa kayu bulat, serbuk gergaji, sampah vinir dan potongan kayu. Jumlah yang cenderung semakin meningkat secara signifikan menimbulkan permasalahan lingkungan tersendiri. Untuk itu diperlukan upaya, untuk mengurangi volume limbah kayu dengan memanfaatkan kembali limbah kayu menjadi bahan material lain⁵). Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah menggunakan serbuk kayu sebagai bahan panel dinding komposit.

Dalam teknologi material, persoalan keberadaan limbah kayu menjadi salah satu tantangan tersendiri. Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan inovasi teknologi material dengan mendaur ulang limbah kayu untuk pembuatan dinding komposit. Hasil pengembangannya menunjukkan bahwa penggunaan kembali limbah kayu sebagai dinding komposit dapat dilakukan. Berdasar pada hal tersebut, pengembangan dinding bangunan berbobot ringan melalui pendekatan daur ulang limbah kayu sebagai material

utama layak untuk dikaji. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang luas khususnya dalam upaya mitigasi bencana (Zuraida & Pratiwi, 2020).



Gambar 2. 9 Limbah serbuk kayu
(Sumber: data primer, 2025)

2.5.4 Tabel Mutu kayu

Tabel 2. 1 Klasifikasi mutu kayu berdasarkan SNI 7973:2013

Kelas Mutu Kayu	Tegangan Tarik Sejajar Serat (Mpa)	Tegangan Tekan Sejajar Serat (Mpa)	Modulus Elastilitas (Mpa)	E	Contoh Jenis Kayu
Kuat I	≥ 80	≥ 50	≥ 12.000		Meranti Merah,Ulin
Kuat II	60 - 79	40 - 49	10.000 - 11.999		Bengkirai, Kamper
Kuat III	40 -59	30 - 39	8.000 - 9.999		Mahoni, Jati mudah
Kuat IV	20 - 39	15 - 29	6.000 - 7.999		Pinus, Sengon
Kuat V	< 20	< 15	< 6.000		Balsa, Randu

2.5.5 Resin

Panel kayu merupakan produk yang terbuat dari bahan kayu yang direkatkan dengan menggunakan resin, bahan perekat yang digunakan dalam produksi kayu lapis merupakan resin urea-formaldehid (UF). Resin UF adalah resin thermosetting yang terbuat dari urea dan formaldehid yang akan mengeras jika dipanaskan dan dapat dicetak ulang. Pada penelitian ini, pembuatan resin UF menggunakan bahan baku dari Urea Formaldehyde Concentrate (UFC). Tujuan dari penelitian ini mempelajari pengaruh perubahan sifat dan kinerja resin UF dari UFC, pengaruh rasio molar pada tahap metilolasi dan kondensasi, dan menguji efektivitas resin UF melalui aplikasi pembuatan panel kayu dengan cara menguji Internal Bonding (IB) Strength dan emisi formaldehid. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan bahwa pembuatan resin UF dengan bahan baku UFC memiliki gel time yang lebih panjang sehingga menurunkan IB Strength, dan free formaldehyde yang rendah sehingga emisi formaldehid akan menurun dibandingkan dengan nilai IB Strength maupun emisi formaldehid dari resin UF dari urea dan formaldehid (Athariqa et al., 2022).



Gambar 2. 10 Resin
(Sumber: Data primer, 2025)

2.5.6 Komposisi Dan Peran Masing-Masing Material

Dalam proses pembuatan dinding eco-panel, bambu betung (*Dendrocalamus asper*) berperan sebagai penguat utama berkat seratnya yang panjang, lentur, dan sangat kuat secara mekanis. Serat bambu ini diatur sebagai lapisan luar atau anyaman yang memberikan daya lentur dan ketahanan terhadap benturan. Limbah serbuk kayu, yang berasal dari sisa-sisa industri pengolahan kayu, dimanfaatkan sebagai inti panel. Serbuk ini berfungsi sebagai pengisi ringan yang memiliki kemampuan insulatif dan mendistribusikan beban secara merata. Untuk menggabungkan kedua bahan tersebut, digunakan resin *urea formaldehida* (UF) atau epoksi, yang berperan sebagai pengikat serta pelindung permukaan. Resin ini meningkatkan stabilitas dimensi dan ketahanan terhadap tekanan, meskipun kelembapan tetap menjadi tantangan. Penggabungan ketiga bahan ini menghasilkan panel komposit yang ringan dan kuat, serta ideal untuk penggunaan interior seperti pelapis dinding dan partisi. Dengan memanfaatkan limbah lokal dan metode pengolahan yang sederhana seperti Hand lay-up, panel ini menjadi alternatif konstruksi yang berkelanjutan, mendukung ekonomi sirkular, serta mengurangi limbah dari industri (Salo & Ramba, 2025).

2.5.7 Aspek Keberlanjutan Dan Daur Ulang

Dalam konteks keberlanjutan dan pengolahan ulang, pemanfaatan bambu petung (*Dendrocalamus asper*) sebagai bahan pelapis dalam panel komposit memberikan dampak positif yang besar terhadap pengurangan pengambilan kayu alami. Bambu betung tumbuh dengan sangat cepat, memiliki kemampuan regenerasi yang tinggi, serta mampu menyerap karbon secara efektif, menjadikannya pilihan yang ramah lingkungan untuk bahan bangunan. Di sisi lain, limbah serbuk kayu yang dihasilkan dari proses pengupasan kayu bulat (*log core*) digunakan sebagai inti papan, yang membantu mengurangi jumlah limbah padat dan meningkatkan efisiensi

penggunaan material. Penelitian mengungkapkan bahwa pengaturan strip log core secara zigzag dan pemakaian bilah bambu sebagai veneer menghasilkan struktur panel yang kuat dan stabil. Resin *Water Based Polymer Isocyanate* diaplikasikan sebagai perekat, yang memiliki emisi *formaldehida* yang rendah serta daya rekat yang tinggi, mendukung keamanan dan keberlanjutan. Panel komposit yang dihasilkan terdiri dari tujuh lapisan dan menunjukkan performa fisik serta mekanik yang sesuai dengan standar Jepang (JAS No. 1516:2003), sehingga cocok untuk digunakan dalam aplikasi struktural ringan seperti pelapis dinding dan sekat interior. Dengan penerapan ini, eco-panel tidak hanya membantu mengurangi sampah industri, tetapi juga membuka peluang ekonomi lokal melalui pemanfaatan bahan baku yang ada di daerah tropis seperti Indonesia (Kusuma et al., 2011).

2.6 Pengujian Karakteristik Material Dinding Eco-Panel

2.6.1 Pengertian kuat gaya geser

Gaya geser merupakan gaya yang bekerja sejajar dengan bidang suatu elemen struktur. Dalam konteks bangunan, gaya ini muncul ketika ada beban lateral yang mendorong bangunan ke arah horizontal. Misalnya, saat terjadi gempa bumi, bangunan akan mengalami gaya inersia yang menyebabkan pergeseran antar lantai. Gaya geser kemudian bekerja untuk menahan pergeseran tersebut agar tidak menimbulkan kerusakan struktural. Pada bangunan bertingkat, gaya geser paling banyak bekerja pada dinding geser (shear wall), kolom, dan sambungan antar lantai. Dinding geser berfungsi sebagai elemen struktural vertikal yang dirancang khusus untuk menahan gaya lateral. Dengan adanya dinding geser, beban horizontal dari gempa atau angin dapat ditransfer ke pondasi sehingga bangunan tetap stabil. Selain itu, gaya geser juga bekerja pada panel dinding komposit seperti bambu dan serbuk kayu, yang diuji dalam penelitianmu, untuk melihat sejauh mana material tersebut mampu menahan beban lateral (House et al., 2010).

2.6.2 Jenis Pengujian Yang Dilakukan Uji Kuat Geser

Uji kekuatan geser pada material dinding eco-panel bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana bahan tersebut dapat menahan gaya geser yang muncul akibat beban struktural atau kondisi lingkungan. Pengujian ini sangat penting agar dapat memastikan bahwa eco-panel yang dibuat dari limbah bambu dan kayu memiliki daya tahan mekanik yang cukup untuk digunakan sebagai elemen konstruksi yang ramah lingkungan. Biasanya, metode pengujian meliputi penerapan gaya geser secara bertahap pada *spesimen* panel sampai terjadi kerusakan, baik pada lapisan perekat, serat bambu, maupun resin. Hasil dari pengujian ini memberikan informasi tentang kekuatan geser, modulus geser, dan pola kerusakan, yang sangat berguna dalam perancangan dan verifikasi kekuatan struktur bangunan. Di samping itu, pengujian ini juga berfungsi untuk membandingkan performa antara berbagai variasi komposisi material, seperti perbandingan antara serat bambu dengan kayu dalam matriks resin, serta dampak orientasi serat terhadap kekuatan geser. Oleh karena itu, uji kekuatan geser merupakan bagian yang penting dalam karakterisasi teknis eco-panel guna memastikan keamanan dan efisiensi penggunaannya dalam konstruksi yang berkelanjutan (Akour, 2025).

2.6.3 Tujuan Dan Standar Pengujian

Pengujian Kuat Geser pada Material Dinding Eco-Panel. Uji geser yang kuat pada material eco-panel bertujuan untuk mengukur seberapa baik material tersebut dapat menahan gaya geser akibat beban struktural, kondisi lingkungan, atau gaya lateral. Pengujian ini sangat penting untuk memastikan bahwa panel yang terbuat dari limbah bambu dan kayu memiliki ketahanan mekanis yang cukup untuk digunakan sebagai elemen dalam konstruksi berkelanjutan. Di samping itu, hasil dari pengujian ini digunakan untuk memvalidasi desain, membandingkan berbagai komposisi material, serta menyesuaikan formulasi resin atau serat agar sesuai dengan kebutuhan teknis

bangunan. Untuk mengetahui seberapa besar kemampuan dinding panel dalam menahan gaya geser, digunakan rumus:

$$S_u = \frac{P_u}{b}$$

- S_u = Kuat geser (N/mm atau kN/m)
- P_u = Gaya geser (N atau kN)
- b = Lebar dinding panel (mm atau m)

Dalam pelaksanaannya, uji ini merujuk kepada sejumlah standar baik internasional maupun nasional, antara lain:

- SNI 8460:2017 – Standar Nasional Indonesia yang mengatur metode pengujian dan syarat teknis untuk material konstruksi, termasuk panel dinding.
- ASTM D 1037 – Standar dari *American Society for Testing and Materials* mengenai pengujian kuat geser pada komposit dengan menggunakan metode balok *V-notched*.
- ISO 14130 – Standar internasional dari *International Organization for Standardization* yang menetapkan metode pengujian kuat geser untuk bahan komposit berbasis serat.

Penggunaan standar tersebut memastikan bahwa hasil pengujian dapat dibandingkan secara ilmiah dan memenuhi spesifikasi teknis baik di tingkat lokal maupun internasional. Standar ini juga berperan dalam menentukan parameter desain, seperti kekuatan geser, modulus geser, dan pola kerusakan, yang sangat krusial dalam aplikasi konstruksi yang ramah lingkungan

2.6.4 Simulasi pengujian

Pengujian kuat geser dilakukan pada tiga variasi panel dinding yang diberi kode PST1, PST2, dan PST3. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kuat geser maksimum (S_u) yang dapat ditahan oleh masing-masing panel hingga mengalami kegagalan.

Metode pengujian dilakukan dengan memberikan beban geser maksimum (P_u) pada spesimen, kemudian dihitung nilai kuat geser menggunakan rumus:

$$S_u = \frac{P_u}{b}$$

P_u = beban geser maksimum (kN) dan b = lebar panel (mm). Nilai S_u kemudian dikonversi ke satuan MPa (N/mm^2) agar dapat dibandingkan dengan standar material lain.

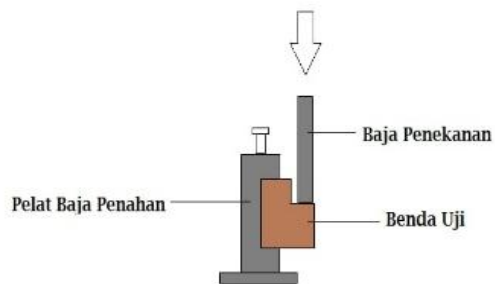
2.6.5 Gambar sampel

Berikut adalah simulasi gambar pada saat di lakukan pengujian sampel di labolatorium.



Gambar 2. 11 Sampel penelitian

(Sumber: Data primer, 2025)



Gambar 2. 12 Simulasi pengujian

(Sumber: Data primer, 2025)