

Artikel Penelitian (Teknik Industri)

## Perancangan *Core* Meja pada Kursi Kuliah PPTI II Berbasis Serbuk Kayu Jati

Saida Rahma Afifi\*, R Hari Setyanto, Ilham Priadythama

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 10 Juli 2024  
Revisi Akhir: 30 Juli 2024  
Diterbitkan Online: 31 Juli 2024

### KATA KUNCI

Serat Alam  
Serbuk Kayu Jati  
*Hotpress*  
*Core*  
Meja

### KORESPONDENSI (\*)

Phone: +62 812 2737 6169  
E-mail: [saidarahma43@gmail.com](mailto:saidarahma43@gmail.com)

### A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi optimal dari bahan *Core* meja pada kursi Praktikum Perancangan Teknik Industri II (PPTI II) dengan menggunakan bahan serat alam yang tersedia di pasaran, yaitu serbuk kayu jati dengan ukuran mesh 40 dan 50, serta perekat dari tepung tapioka dan ketan. Penelitian ini dilakukan untuk mempercepat proses pembuatan meja serta meningkatkan kualitas meja dari segi fungsi dan estetika. Metode yang digunakan melibatkan analisis faktorial eksperimental untuk menguji pengaruh berbagai faktor terhadap nilai uji lengkung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran mesh dan komposisi bahan perekat memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai uji lengkung. Mesh 50 menghasilkan nilai uji lengkung yang lebih tinggi dibandingkan mesh 40. Selain itu, komposisi bahan dengan perbandingan 85% serbuk kayu jati dan 15% perekat memberikan hasil uji lengkung yang lebih baik. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis dalam pembuatan meja dengan kualitas yang lebih baik dan efisien dalam proses produksinya.

### PENDAHULUAN

Dalam dunia pendidikan teknik industri, praktikum terintegrasi memainkan peran penting dalam menghubungkan teori dengan praktik industri. Program Studi Teknik Industri di Universitas Sebelas Maret menawarkan serangkaian praktikum yang dikenal sebagai Praktikum Perancangan Teknik Industri (PPTI), yang memberikan mahasiswa kesempatan untuk menerapkan pengetahuan mereka dalam proyek-proyek nyata. Salah satu proyek penting dalam kurikulum PPTI adalah desain dan produksi kursi kuliah, yang melalui empat tahap praktikum dari semester 1 hingga semester 6.

Pada tahap PPTI II, mahasiswa ditugaskan untuk merancang dan memproduksi kursi dengan fokus pada pembuatan komponen meja berbasis komposit *sandwich*. Proses ini melibatkan beberapa tantangan, terutama dalam pembuatan *Core* meja yang merupakan bagian paling kompleks dan memakan waktu. *Core* meja saat ini dibuat dari campuran kertas koran dan perekat PVAc, yang dipadatkan dan dilapisi dengan lapisan *plywood* dan kulit *High Pressure Laminate* (HPL). Meskipun metode ini menghasilkan meja yang kokoh, terdapat beberapa kelemahan seperti ketebalan berlebihan, bobot yang tinggi, dan kualitas rakitan yang rendah. Masalah-masalah ini mempengaruhi fungsi dan estetika produk kursi secara keseluruhan.

Terlebih lagi, integritas *Core* yang kurang sempurna sering mengakibatkan kekuatan menahan baut yang rendah, menyebabkan kesulitan dalam proses penyambungan antara meja dan lengan kursi. Mengingat kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk, penggunaan material komposit serat alam seperti serbuk kayu yang tersedia di pasaran menawarkan solusi yang menjanjikan. Penggunaan serbuk kayu jati, yang dikenal dengan kekuatan dan daya tahannya, dapat menjadi alternatif untuk *Core* komposit meja. Metode *hot press* memungkinkan kontrol yang

lebih baik terhadap distribusi resin dan pengurangan porositas, yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas *Core* meja secara keseluruhan.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan proses manufaktur yang lebih efisien dan menghasilkan *Core* meja dengan kualitas yang lebih baik menggunakan bahan-bahan yang tersedia di pasaran.

Pengembangan ini tidak hanya akan mempersingkat waktu produksi tetapi juga meningkatkan daya tahan dan estetika kursi kuliah, memberikan nilai tambah yang signifikan bagi produk akhir. Hasil penelitian ini juga dapat memberikan panduan praktis untuk pengembangan lebih lanjut dalam penggunaan komposit serbuk kayu jati dalam aplikasi manufaktur lainnya.

## TINJAUAN PUSTAKA

### *Komposit*

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi antara dua material atau lebih yang memiliki sifat tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda [1]. Secara garis besar komposit diklasifikasikan menjadi tiga macam [2], yaitu komposit serat, komposit partikel, dan komposit struktural. Pada komposit struktural memiliki dua karakteristik sifat yaitu komposit laminat dan komposit *sandwich*. Komposit laminat adalah jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisannya memiliki karakteristik khusus. Jenis komposit ini dibuat dengan merakit sejumlah lapisan serat dan menggabungkannya dengan bahan matriks [3]. Komposit *sandwich* adalah material komposit yang terdiri dari dua buah skin dimana diantara dua skin tersebut terdapat *Core*. Komposit *sandwich* dibuat untuk mendapatkan struktur yang ringan tetapi mempunyai kekakuan dan kekuatan yang tinggi [4].

### *Bahan Penyusun Komposit*

#### *Kayu Jati*

Kayu jati adalah salah satu jenis kayu yang dihargai karena keunggulannya dalam kekuatan, ketahanan terhadap serangan hama, serta keindahannya. Sifat fisiknya yang unggul, dengan serat yang rapat, memberikan kekuatan yang tinggi dan ketahanan terhadap deformasi, menjadikannya pilihan utama dalam industri konstruksi, pembuatan *furniture*, dan bahan bangunan lainnya. Kekuatan alaminya juga membuat kayu jati tahan terhadap serangan cuaca dan serangga, serta mempertahankan keindahannya bahkan dalam kondisi lingkungan yang ekstrem. Namun, popularitasnya yang tinggi juga menyebabkan perhatian terhadap perlindungan dan pengelolaan yang berkelanjutan [5]. Industri dan penelitian terus berupaya mencari alternatif yang ramah lingkungan atau mengembangkan teknologi baru dalam penggunaan kayu jati. Hal ini dilakukan untuk mengurangi tekanan terhadap populasi alami kayu jati sambil tetap memenuhi permintaan pasar yang tinggi. Dengan penerapan praktik pengelolaan yang berkelanjutan dan upaya inovasi, harapannya adalah dapat mempertahankan keberlangsungan kayu jati sebagai sumber daya yang bernilai tanpa mengorbankan kelestarian lingkungan.

#### *Tepung Ketan*

Tepung ketan memiliki sifat perekat yang kuat dan elastis, menjadikannya bahan ideal dalam pembuatan komposit untuk berbagai aplikasi. Kandungan pati yang tinggi dalam tepung ketan memberikan kemampuan perekatan yang superior saat dijadikan sebagai pengikat dalam pembuatan komposit. Ketika dicampur dengan material lain, seperti serat alami atau sintesis, tepung ketan membantu meningkatkan kekuatan struktural komposit, menyatukan partikel atau serat dalam matriks yang kokoh [6].

Sifat lengket dan elastis dari tepung ketan memungkinkan partikel atau serat dalam komposit untuk terikat erat satu sama lain, meningkatkan kekuatan tarik dan ketahanan terhadap tekanan. Proses pengikatan ini juga memungkinkan distribusi gaya secara merata di seluruh komposit, meningkatkan performa strukturalnya. Di samping itu, ketika dipadukan dengan bahan pengisi atau penguat, tepung ketan dapat meningkatkan kemampuan komposit untuk menyerap energi ketika terjadi deformasi atau beban eksternal.

### *Tepung Tapioka*

Tepung tapioka adalah salah satu jenis tepung yang berasal dari akar tanaman ubi kayu. Tepung tapioka memiliki densitas sebesar 0,593g/cm [7]. Secara gizi, tepung tapioka memiliki kandungan zat yang lebih baik dibandingkan dengan tepung jagung, kentang, gandum, dan terigu. Berdasarkan Kemenkes RI zat gizi tersebut mencakup kadar air sebesar 9,1%, karbohidrat sebesar 88,2%, protein sebesar 1,1%, lemak sebesar 0,5%, dan abu sebesar 1,1% [8]. Tepung tapioka sering digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai aplikasi, termasuk sebagai pengental, pembentuk tekstur, pengikat lemak dan air, penstabil, dan pembentuk emulsi. Selain itu, tepung tapioka juga dapat berfungsi sebagai bahan pembantu pewarna putih. Kelebihan lainnya adalah tepung tapioka relatif murah dan mudah ditemukan, memiliki kemampuan membentuk tekstur adonan yang padat dan kompak karena daya ikat airnya yang tinggi, serta kaya akan karbohidrat dan energi (Utami, 2020).

### *High Pressure Laminated*

*High Pressure Laminate* (HPL) adalah material komposit yang terdiri dari lapisan kertas khusus yang diperkuat dengan resin dan kemudian dikenakan tekanan tinggi serta panas untuk membentuk lapisan tipis yang kuat. Penelitian oleh Smith et al. (2018) menekankan kemampuan HPL dalam memberikan ketahanan terhadap goresan, noda, dan kondisi lingkungan eksternal lainnya. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan HPL dalam bahan komposit memperluas jangkauan aplikasi, terutama dalam industri konstruksi, *furniture*, dan desain *interior*, karena kemampuannya dalam menghadapi tekanan, kelembaban, dan faktor-faktor lingkungan lainnya.

### **Karakteristik Fisik dan Mekanik**

#### *Fraksi Volume*

Fraksi volume merupakan parameter penting dalam bahan komposit, telah menjadi fokus utama dalam banyak kajian. Pengaruh fraksi volume terhadap sifat-sifat mekanis dan termal bahan komposit. Mereka meneliti variasi fraksi volume dari material penguat terhadap matriks dalam komposit dan menemukan bahwa perubahan fraksi volume secara signifikan memengaruhi kekuatan, kekakuan, dan konduktivitas termal bahan komposit.

Hasilnya menunjukkan bahwa adanya fraksi volume yang optimal dari material penguat dapat meningkatkan sifat mekanis dan termal secara signifikan [9]. Peningkatan ini memberikan wawasan penting dalam desain dan pengembangan bahan komposit untuk aplikasi tertentu, membuka jalan bagi peningkatan kinerja material dalam berbagai industri seperti aerospace, otomotif, dan pembangunan struktural. Adapun fraksi volume ditentukan dengan persamaan a dan persamaan b.

Diasumsikan volume void ( $V_v$ ) = 0

$$w_f + w_m = 1 \quad (1)$$

$$w_f = \frac{\rho_f \cdot v_f}{\rho_f \cdot v_f + \rho_m \cdot v_m} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

$w_f$ ,  $w_m$  = fraksi berat serat dan matriks

$\rho_f$ ,  $\rho_m$  = densitas serat matriks (gr/cm<sup>3</sup>)

$v_f$ ,  $v_m$  = fraksi volume serat dan matriks (cm<sup>3</sup>)

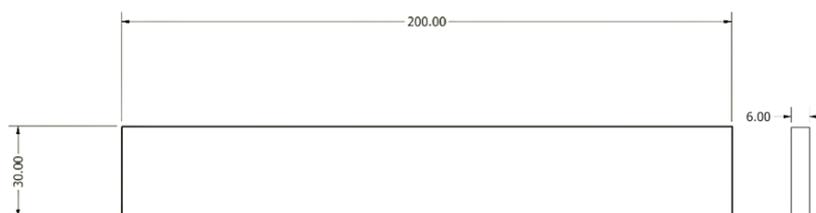
### *Uji Lengkung*

Uji lengkung atau uji *bending* adalah metode pengujian mekanik yang bertujuan untuk mengevaluasi ketahanan material terhadap deformasi akibat pembebanan lentur [10]. Dalam pengujian ini, material dikenai beban pada satu atau lebih titik sepanjang panjangnya untuk mengukur sifat-sifat seperti kekuatan lentur dan modulus elastisitas. Dua konfigurasi yang umum digunakan adalah uji tiga titik, di mana beban diterapkan pada titik tengah material yang disangga di dua titik ujungnya, dan uji empat titik, yang menawarkan distribusi tegangan lebih merata dengan dua titik beban pada bagian atas

material yang disangga di dua titik ujungnya. Kedua metode ini memberikan wawasan penting mengenai kekuatan dan fleksibilitas material [11].

### Standar Bending ASTM D1037

ASTM D1037 adalah standar yang diterbitkan oleh American Society for Testing and Materials (ASTM) dan secara luas digunakan dalam industri kayu dan produk kayu [12]. Standar ini menguraikan metode pengujian untuk menentukan sifat mekanis berbagai jenis panel kayu, termasuk kekuatan lentur (*bending strength*), modulus elastisitas (*modulus of elasticity*), serta parameter fisik lainnya. Fokus utama dari ASTM D1037 adalah pada panel komposit kayu seperti papan serat (*fiberboard*), papan partikel (*particleboard*), dan produk kayu lainnya. Menurut penjelasan American Society for Testing and Materials spesifikasi ukuran bending ASTM D1037 akan divisualkan pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Ukuran spesimen Uji Bending ASTM D1037

### Perancangan Eksperimen

Brown (2019) mendefinisikan eksperimen sebagai suatu percobaan atau serangkaian percobaan pada sebuah proses atau sistem, dengan perubahan yang sengaja dilakukan pada variabel input, sehingga kita dapat mengamati dan mengidentifikasi penyebab perubahan pada output sistem tersebut. Fokus dari perancangan eksperimen dapat ditinjau dari dua sisi, yaitu sisi engineering dan sisi science. Dari sisi engineering, perancangan eksperimen dilakukan sebagai dalam aktivitas pembuatan produk, yang terdiri dari: formulasi dan perancangan produk baru, pengembangan proses manufaktur, serta peningkatan proses. Dari sisi science, perancangan eksperimen fokus pada aktivitas fisik dan kimia. Beberapa istilah atau pengertian yang perlu diketahui dalam perancangan eksperimen:

1. Experimental Unit
2. Objek eksperimen ('kelinci percobaan') dari mana nilai-nilai variabel respon diukur.
3. Universe
4. Kumpulan seluruh experimental unit yang mungkin.
5. Variabel Respon (*effect*)
6. Output yang ingin diukur dalam eksperimen. Nama lainnya adalah dependent variable, variabel output, kriteria, atau ukuran performansi. Variabel respon dapat bersifat kualitatif atau kuantitatif.
7. Factors (*causes*)
8. Input yang nilainya akan diubah-ubah dalam eksperimen, sering disebut sebagai independent variable, variabel input atau faktor penyebab. Faktor bisa bersifat kualitatif atau kuantitatif. Faktor bersifat kualitatif, apabila level-level faktor bukan berupa nominal, dan bersifat kuantitatif apabila level-level faktor berupa nomina.
9. Levels
10. Nilai-nilai untuk faktor yang diuji dalam eksperimen. Level bias bersifat fixed maupun random. Level bersifat fixed apabila level-level faktor dalam eksperimen ditentukan oleh eksperimenter. Level bersifat random, apabila eksperimenter tidak menentukan level-level yang pasti dalam eksperimennya. Pada level random, biasanya eksperimenter tertarik untuk menjalankan eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui suatu fenomena faktor-faktor yang telah ditentukan terhadap respon unit ujinya, tanpa membatasi dengan level-level tertentu.
11. Treatment (Perlakuan)
12. Menyatakan kombinasi level-level dari seluruh faktor yang ingin diuji dalam eksperimen. Eksperimen yang hanya melibatkan satu faktor, maka hanya memiliki satu treatment.
13. Replikasi
14. Menyatakan banyaknya pengulangan percobaan untuk treatment yang sama.
15. Restrictions (Faktor Pembatas atau Blok)
16. Sering disebut juga sebagai variabel kontrol (dalam Statistik Multivariat), yaitu faktor-faktor yang mungkin ikut mempengaruhi variabel respon tetapi tidak ingin diuji pengaruhnya oleh eksperimenter karena tidak termasuk ke dalam tujuan studi.

### 17. *Randomization*

18. Cara mengacak unit-unit eksperimen untuk dialokasikan pada eksperimen. Metode randomization yang dipakai dan cara mengombinasikan level-level dari faktor yang berbeda menentukan jenis desain eksperimen yang akan terbentuk dari faktor yang berbeda menentukan jenis desain eksperimen yang akan terbentuk.

### ***Faktorial Eksperimen***

Eksperimen faktorial digunakan bilamana jumlah faktor yang akan diuji lebih dari satu. Eksperimen faktorial adalah eksperimen di mana semua (hampir semua) taraf (*levels*) sebuah faktor tertentu dikombinasikan dengan semua (hampir semua) taraf (*levels*) faktor lainnya yang terdapat dalam eksperimen. Di dalam eksperimen faktorial, dapat terjadi hasilnya dipengaruhi oleh lebih satu faktor, atau dikatakan terjadi interaksi antar faktor.

Secara umum interaksi didefinisikan sebagai perubahan dalam sebuah faktor mengakibatkan perubahan nilai respon yang berbeda pada tiap taraf untuk faktor lainnya. Maka antara kedua faktor itu terdapat interaksi. Secara umum, interaksi diartikan sebagai situasi di mana perubahan dalam satu faktor menyebabkan perbedaan nilai respon yang bervariasi pada setiap tingkat dari faktor lainnya. Hal ini menunjukkan adanya interaksi antara kedua faktor tersebut [13].

### ***Uji Normalitas***

Uji normalitas dilakukan terhadap keseluruhan data hasil observasi, dengan tujuan untuk mengetahui apakah data hasil observasi tersebut berdistribusi secara normal atau tidak. Untuk memeriksa apakah populasi berdistribusi normal atau tidak, dapat ditempuh uji normalitas dengan menggunakan metode yang berbeda-beda. Pemilihan metode uji sebagai alat uji normalitas didasarkan oleh jumlah data yang akan diolah. Uji Shapiro-Wilk (uji W) digunakan ketika data kurang dari 50 sampel [13]. Uji Kolmogorov-Smirnov merupakan metode yang menguji apakah distribusi data sampel secara umum berbeda dari distribusi normal yang diharapkan. Meski efektif untuk sampel besar, uji ini kadang kurang sensitif dalam mendeteksi variasi kecil dalam data [14]. Untuk sampel dengan ukuran sedang atau distribusi yang kurang diketahui, Uji Lilliefors yang merupakan modifikasi dari uji Kolmogorov-Smirnov, sering kali lebih cocok [15].

### ***Analysis of Variance (ANOVA)***

*Analysis of Variance* (ANOVA) merupakan metode untuk menguji hubungan antara satu variabel dependen dengan satu atau lebih variabel independen. Hubungan antara satu variabel dependen dengan satu variabel independen disebut *One Way ANOVA*. Pada kasus satu variabel dependen dan dua atau tiga variabel independen sering disebut *Two Ways ANOVA* dan *Three Ways ANOVA* [16]. ANOVA digunakan untuk mengetahui pengaruh utama (*main effect*) dan pengaruh interaksi (*interaction effect*) dari variabel independen terhadap variabel dependen. Pengaruh utama atau *main effect* pengaruh langsung variabel independen terhadap variabel dependen. Sedangkan pengaruh interaksi adalah pengaruh bersama atau *joint effect* dua atau lebih variabel independen terhadap variabel dependen [16].

### ***Uji Pembandingan Ganda***

Uji ini dilakukan apabila terdapat perbedaan yang signifikan antar level faktor, blok, atau interaksi faktor-faktor. Uji pembandingan ganda bertujuan untuk menjawab manakah dari rata-rata taraf perlakuan yang berbeda atau untuk melihat pada level mana terdapat perbedaan dari suatu faktor yang dinyatakan berpengaruh signifikan oleh uji Anova [17]. Metode uji yang biasa digunakan adalah kontras orthogonal, uji rentang Student Newman-Keuls, uji Dunnet, dan uji Scheffe. Uji Student Newman-Keuls (SNK) lebih tepat digunakan dibandingkan uji Dunnet dan uji Scheffe, karena melihat pada level mana terdapat perbedaan dari suatu faktor yang dinyatakan berpengaruh signifikan oleh uji ANOVA. Pemilihan Scheffe tidak tepat untuk melihat pada level mana terdapat perbedaan terhadap suatu faktor, karena uji Scheffe lebih diutamakan untuk membandingkan antara dua kelompok perlakuan [17].

### ***Perancangan dan Pengembangan Produk***

Perancangan produk menurut Ulrich dan Eppinger (2001) merupakan tahapan-tahapan atau urutan langkah perusahaan untuk menyusun, merancang, dan mengkomersialkan suatu produk dengan hasil akhir prothotype.

## METODOLOGI

### Tahap Faktorial Eksperimen

Data yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan penentuan ukuran *mesh*, perbandingan komposisi, dan jenis perekat dengan nilai uji lentur. Ukuran *mesh* terdiri dari dua level yaitu *mesh* 40 dan 50. Komposisi dari pengikat dan perekat terdiri dari dua level yaitu 90%:10% dan 85%:15%. Jenis perekat juga terdiri dari dua level yaitu tepung tapioka dan tepung ketan. Data tersebut kemudian dimasukkan dalam tabel seperti pada tabel 1 dibawah.

Tabel 1. Tabel Faktor Eksperimen

Ukuran (Mesh)	Komposisi	Jenis Perekat	
		Tapioka	Ketan
40	90%,10%	K1,P1,M40	K1,P2,M40
	85%,15%	K2,P1,M40	K2,P2,M40
50	90%,10%	K1,P1,M50	K1,P2,M50
	85%,15%	K2,P1,M50	K2,P2,M50

Berdasarkan tabel 1 banyak spesimen yang akan dibuat adalah sebanyak 8 dengan 3 kali replikasi. Sehingga total spesimen yang akan diuji dalam penelitian kali ini adalah sebanyak 24 spesimen. Berikut merupakan keterangan dari tabel x diatas.

- K1 = Perbandingan komposisi pengikat: perekat (90% : 10%)
- K2 = Perbandingan komposisi pengikat: perekat (85% : 15%)
- P1 = Jenis pengikat tepung tapioka
- P2 = Jenis pengikat tepung ketan
- M40 = Ukuran *mesh* 40
- M50 = Ukuran *mesh* 50

### Tahap Perencanaan

Tahap ini dilakukan perencanaan pembuatan spesimen uji komposit dengan menentukan variabel respon dan *independent*. Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ukuran partikel pada serbuk kayu  
Ukuran yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari dua level yaitu ukuran 40 *mesh* dan 50 *mesh*.
2. Komposisi  
Komposisi yang digunakan dalam penelitian ini juga terbagi menjadi dua level yaitu 90% pengikat serbuk kayu jati dengan perekat 10% dan 85% serbuk kayu jati dengan pengikat 15% dari berat total.
3. Jenis perekat  
Jenis perekat yang digunakan adalah tepung tapioka dan tepung ketan.

### Tahap Pelaksanaan Eksperimen

Setelah tahap persiapan alat dan bahan selanjutnya tahap ini dilakukan pembuatan spesimen meja pada kursi kuliah Praktikum Perancangan Teknik Industri II. Eksperimen akan membuat 3 jenis perlakuan dengan total replikasi sebanyak 24. Berikut merupakan contoh alur pembuatan spesimen benda uji dengan mengambil contoh komposisi serbuk kayu jati dan perekat tepung tapioka 90%:10% dan ukuran serbuk kayu jati 40 *mesh*.

1. Pengayakan pada serbuk kayu jati untuk mencapai ukuran 40 *mesh*.
2. Menimbang bahan berdasarkan perlakuan yang dilakukan, contoh komposisi 90%:10% (serbuk kayu jati : tepung tapioka) dengan menghitung berat menggunakan metode fraksi volume berdasarkan spesimen yang diinginkan yaitu persegi dengan sisi 200 mm dan tinggi 6 mm.
3. Mencampur semua bahan (serbuk kayu jati, tepung tapioka, dan air) yang sudah ditimbang hingga tercampur rata menggunakan mixer hingga tercampur rata.
4. Melapisi molding press menggunakan aluminium foil agar proses press memiliki panas yang merata dan tetap terjadi didalamnya.
5. Memasukkan bahan yang sudah dicampur rata kedalam cetakan press.
6. Lakukan pengukuran menggunakan waterpass untuk mengetahui bahwa komposit sudah rata sebelum dilanjutkan pada proses press.
7. Letakkan pompa hidrolik diatas molding.

8. Proses press dilakukan menggunakan metode hotpress menggunakan suhu dan waktu yang optimal.
9. Pemberian waktu saat proses press dalam pemadatan dan memanaskan campuran supaya saling merekan dan menjadi komposit yang optimal.
10. Setelah proses press jadi, spesimen dibiarkan didalam cetakan selama 3 jam untuk membiarkan suhu pada molidng press menurun agar tidak mengembang saat komposit akan diambil.
11. Spesimen kemudian dimasukkan dalam oven selama 5 menit secara bertahap dengan suhu 80, 90, dan 100 derajat celcius guna menghilangkan seluruh kadar air yang masih tersissa.
12. Potong spesimen sesuai dengan ukuran ASTM D-1037.
13. Dilakukan uji lengkung terhadap semua spesimen yang sudah dibuat.

### **Tahap Pengumpulan Data**

#### *Uji Lengkung*

Uji lengkung pada komposit dilakukan dengan menggunakan standar pengujian ASTM D-1037. ASTM D-1037 dilakukan untuk melihat tingkat kelayakan sifat mekanik komposit yang akan terpilih. Berdasarkan uji yang akan dilakukan sebanyak 8 replikasi akan terpilih spesimen terbaik yang akan digunakan untuk standar pembuatan prototype. Langkah-langkah yang dilakukan dalam uji lengkung adalah sebagai berikut:

1. Siapkan spesimen sebanyak 24 untuk pengujian dengan ukuran ASTM D1037
2. Siapkan mesin *torse* untuk melaksanakan pengujian.
3. Pasang spesimen yang akan diuji pada 2 titik tumpu yang akurat dan pastikan bahwa *dial indicator* tepat berada diposisi tengah dari kedua titik tumpu.
4. Pasang dial indicator tepat pada posisi 0 mm yang berguna sebagai penghitung defleksi (1 mm = 1 putaran).
5. Beban diberikan pada titik dimana dindikator berada, lalu catat nilai defleksi dan beban hingga mencapai nilai maksimum.
6. Hitung rata-rata ketahanan lentur yang didapatkan setelah pengujian kepada semua spesimen selesai.

#### *Uji Normalitas*

Uji asumsi adalah jenis uji yang digunakan sebagai syarat statistik. Uji asumsi harus dipenuhi pada analisis regresi linier. Uji asumsi pada penelitian kali ini dengan menggunakan uji normalitas. Pengujian normalitas dengan perhitungan data yang dilakukan guna menilai sebaran data pada sebuah kelompok data atau variabel untuk mengetahui data berdistribusi normal atau tidak normal. Uji normalitas dilakukan menggunakan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov.

#### *Uji ANOVA*

Uji ANOVA menggunakan data pada penelitian ini digunakan untuk mendapatkan nilai signifikansi. Pengujian ini juga dilakukan untuk mendapatkan nilai signifikansi dari faktor independen maupun faktor yang saling berhubungan. Uji ini dapat dilakukan setelah data dinyatakan berdistribusi normal.

#### *Uji Pembanding Ganda*

Uji pembanding ganda pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui sejauh mana perbedaan yang terjadi dari masing-masing perlakuan pada setiap spesimen. Selain itu ini juga digunakan untuk mengetahui jenis campuran yang terbaik dari setiap komposisi yang dijadikan penelitian. Uji pembanding ganda dapat dilakukan setelah data dinyatakan signifikan dalam pengujian ANOVA. Uji pembanding ganda dilakukan menggunakan metode *Student Newman Keuls* atau biasa disebut Metode *Keuls*.

### **Tahap Analisis**

Pada tahap analisis dilakukan untuk menganalisis data dari hasil pengujian spesimen komposit serbuk kayu jati. Informasi yang diperoleh dari hasil penelitian akan diinterpretasikan secara lebih luas dan lebih mendalam agar dapat dikembangkan sebagai rekomendasi komposisi material spesimen yang terbaik.

### **Tahap Kesimpulan dan Saran**

Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian. Tahapan ini memuat kesimpulan-kesimpulan yang diperoleh dari kegiatan selama penelitian berlangsung dengan merangkum kekurangan dan kelebihan dari penelitian untuk

mempermudah peneliti berikutnya melaksanakan eksperimen. Pada tahap ini juga terdapat saran bagi penelitian yang dilakukan serta saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Bending

Uji *bending* dilakukan untuk menentukan sifat lentur suatu material. Uji lengkung memberikan nilai beban maksimal pada material yang dapat menahan beban yang menyebabkan lentur. Tabel 2 merupakan hasil uji lengkung pada spesimen komposit meja pada kursi kuliah berbasis serbuk kayu jati.

Tabel 2. Hasil Uji Lengkung

Spesimen	Replikasi	Kekuatan Bending (Mpa)	Rata-rata Kekuatan Bending (Mpa)
K1P1M40	1	4.43	4.38
	2	4.19	
	3	4.52	
K1P2M40	1	4.49	4.44
	2	4.30	
	3	4.54	
K2P1M40	1	4.56	4.68
	2	4.70	
	3	4.77	
K2P2M40	1	4.55	4.46
	2	4.19	
	3	4.62	
K1P1M50	1	4.94	4.99
	2	5.20	
	3	4.84	
K1P2M50	1	4.97	4.73
	2	4.67	
	3	4.55	
K2P1M50	1	5.30	5.15
	2	5.25	
	3	4.92	
K2P2M50	1	4.78	4.61
	2	4.57	
	3	4.46	

Dari tabel 2 perhitungan kekuatan uji lengkung didapatkan nilai MOR tertinggi pada spesimen K2P1M50 dengan nilai sebesar 5,15 Mpa. Menurut standar ANSI A208.1-1999 nilai tersebut masuk pada kategori kelas LD-2 sebagai penggunaan *Core*.

### Uji ANOVA

Uji anova menggunakan metode anova *three way* karena data penelitian kali ini memiliki 3 variabel bebas. Taraf signifikansi yang digunakan adalah 0,05 dengan kriteria keputusan jika nilai Sig > 0,05 maka H0 diterima dan H1 ditolak dan jika nilai Sig < 0,05 maka H0 ditolak dan H1 diterima . Hipotesis data untuk uji anova adalah sebagai berikut:

- H0 :  $\mu_1 = \mu_2$ , faktor ukuran *mesh* tidak berpengaruh terhadap nilai uji lengkung  
H1 :  $\mu_1 \neq \mu_2$ , faktor ukuran *mesh* berpengaruh terhadap nilai uji lengkung
- H0 :  $\mu_b1 = \mu_b2$ , faktor komposisi tidak berpengaruh terhadap nilai uji lengkung  
H1 :  $\mu_b1 \neq \mu_b2$ , faktor komposisi berpengaruh terhadap nilai uji lengkung
- H0 :  $\mu_c1 = \mu_c2$ , faktor jenis perekat tidak berpengaruh terhadap nilai uji lengkung  
H1 :  $\mu_c1 \neq \mu_c2$ , faktor jenis perekat berpengaruh terhadap nilai uji lengkung

Tabel 3. Hasil Uji Anova

<i>Tests of Between-Subjects Effects</i>					
Dependent Variable: hasil_bending					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
<i>Corrected Model</i>	3.577a	7	.511	9.044	.000
<i>Intercept</i>	539.128	1	539.128	9539.971	.000
ukuran	1.967	1	1.967	34.798	.000
komposisi	.457	1	.457	8.078	.012
perekat	.419	1	.419	7.409	.015
ukuran * komposisi	.017	1	.017	.293	.596
ukuran * perekat	.388	1	.388	6.859	.019
komposisi * perekat	.329	1	.329	5.822	.028
ukuran * komposisi * perekat	.003	1	.003	.046	.833
Error	.904	16	.057		
Total	543.609	24			
Corrected Total	4.482	23			

R Squared = .798 (Adjusted R Squared = .710)

Perhitungan uji ANOVA menggunakan SPSS menggunakan tingkat kepercayaan 95% dan taraf nyata  $\alpha = 0.05$ . Keputusan yang diambil terhadap hasil perhitungan ANOVA data hasil uji lengkung sesuai dengan hipotesis adalah sebagai berikut:

1. Ditinjau dari faktor ukuran, nilai sig < 0.05, sehingga H<sub>0</sub> tidak diterima. Dapat disimpulkan bahwa faktor ukuran mempengaruhi nilai uji lengkung.
2. Ditinjau dari faktor komposisi, nilai sig < 0.05, sehingga H<sub>0</sub> tidak diterima. Dapat disimpulkan bahwa faktor komposisi mempengaruhi nilai uji lengkung.
3. Ditinjau dari faktor perekat, nilai sig > 0.05, sehingga H<sub>0</sub> diterima. Dapat disimpulkan bahwa faktor perekat tidak mempengaruhi nilai uji lengkung.
4. Ditinjau dari faktor ukuran dan perekat, nilai sig < 0.05, sehingga H<sub>0</sub> diterima. Dapat disimpulkan bahwa faktor ukuran dan perekat tidak mempengaruhi nilai uji lengkung.
5. Ditinjau dari faktor komposisi dan perekat, nilai sig < 0.05, sehingga H<sub>0</sub> tidak diterima. Dapat disimpulkan bahwa faktor komposisi dan perekat mempengaruhi nilai uji lengkung.
6. Ditinjau dari faktor ukuran, komposisi, dan perekat nilai sig < 0.05, sehingga H<sub>0</sub> tidak diterima. Dapat disimpulkan bahwa faktor ukuran, komposisi, dan perekat mempengaruhi nilai uji lengkung.

### ***Uji Pembandingan Ganda***

Uji pembandingan ganda dilakukan untuk mengetahui besarnya pengaruh masing-masing faktor, mengetahui perbedaan kekuatan lengkung, dan menentukan level pada setiap faktor yang berpengaruh yang didapatkan dari uji ANOVA sebelumnya. Uji pembandingan ganda yang digunakan adalah uji *Student Newman-Keuls* (SNK). Uji pembandingan ganda terhadap nilai kekuatan lengkung adalah sebagai berikut:

#### ***Faktor Ukuran***

Uji SNK terhadap faktor ukuran dilakukan pada perhitungan uji ANOVA dan menunjukkan bahwa faktor ukuran berpengaruh terhadap nilai kekuatan lengkung (H<sub>0</sub> ditolak). Uji ANOVA menunjukkan bahwa faktor ukuran memiliki nilai df *error* sebesar 16. Perhitungan uji SNK sebagai berikut:

1. Menyusun rata-rata nilai kekuatan lengkung faktor ukuran. Tabel 4 menunjukkan hasil rata-rata nilai pada faktor ukuran.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Rata-Rata Kekuatan Lengkung Faktor Ukuran

<b>Ukuran</b>	
<i>40 mesh</i>	<i>50 mesh</i>
4.45	5.02

2. *Error value standar mean level*  
S = 0.069
3. Perhitungan *Least Significant Range (LSR)* dengan cara mengalikan *error standar* dengan *significant range*. Untuk df = 16 didapatkan *significant ranges*. Tabel 5 merupakan hasil perhitungan LSR.

Tabel 5. Hasil Perhitungan LSR Faktor Ukuran

<b>Significant</b>	2
<b>Rate</b>	2.998
<b>LSR</b>	0.2069

Berdasarkan tabel 5 diatas, faktor ukuran memiliki nilai LSR sebesar 0,207.

4. Menghitung selisih antara perlakuan secara berurutan dan berpasangan dan membandingkan dengan nilai LSR. Jika selisih > LSR berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata interaksi tersebut. Tabel 6 merupakan tabel hasil perhitungan selisih setiap perlakuan pada faktor ukuran.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Selisih Setiap Perlakuan pada Faktor Ukuran

Perlakuan	Perlakuan	M1	M2
	Rata-rata	4.45	5.02
M1	4.45		
M2	5.02	0.57	

Berdasarkan hasil tabel 6 diatas menunjukkan bahwa M1 berbeda secara signifikan dengan M2 karena memiliki selisih rata-rata M1 dan M2 lebih besar dari nilai LSR yang dihasilkan sebelumnya. Maka dari itu, terdapat perbedaan secara signifikan terhadap perlakuan ukuran *mesh* 40 dan *mesh* 50 terhadap kekuatan lengkung. Diketahui bahwa hasil uji lengkung spesimen dengan ukuran *mesh* 40 diperoleh nilai rata-rata nilai kelengkungan sebesar 4,453 MPa lebih kecil daripada spesimen dengan ukuran *mesh* 50 dengan nilai rata-rata nilai kelengkungan 5,02 MPa. Nilai uji lengkung pada ukuran *mesh* 50 lebih tinggi dibandingkan ukuran *mesh* 40. Perlakuan ukuran *mesh* berpengaruh terhadap uji lengkung secara signifikan.

Diketahui bahwa hasil uji lengkung spesimen dengan ukuran *mesh* 40 diperoleh nilai rata-rata nilai kelengkungan sebesar 4,453 MPa lebih kecil daripada spesimen dengan ukuran *mesh* 50 dengan nilai rata-rata nilai kelengkungan 5,02 MPa. Nilai uji lengkung pada ukuran *mesh* 50 lebih tinggi dibandingkan ukuran *mesh* 40. Perlakuan ukuran *mesh* berpengaruh terhadap uji lengkung secara signifikan. Perbedaan ukuran *mesh* berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik dari komposit karena ukuran *mesh* yang besar menghasilkan permukaan kasar dan ikatan antar partikel lemah sehingga ada pori di antara partikel serta tidak semua partikel berikatan baik dengan matriks. Ukuran partikel yang kecil menghasilkan permukaan yang halus dan ikatan antar partikel yang baik karena matrik berikatan baik dengan partikel (Zhongli, 2007).

#### *Faktor Komposisi*

Uji SNK terhadap faktor komposisi dilakukan pada perhitungan uji ANOVA dan menunjukkan bahwa faktor komposisi berpengaruh terhadap nilai kekuatan lengkung ( $H_0$  ditolak). Uji ANOVA menunjukkan bahwa faktor komposisi memiliki nilai df *error* sebesar 16. Perhitungan uji SNK sebagai berikut:

1. Menyusun rata-rata nilai kekuatan lengkung faktor komposisi. Tabel 7 menunjukkan hasil rata-rata nilai pada faktor komposisi.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Rata-Rata Kekuatan Lengkung Faktor Komposisi

Komposisi	
90%,10%	85%,15%
4.6	4.87

2. *Error value standar mean level*  
S = 0,069

3. Perhitungan *Least Significant Range* (LSR) dengan cara mengalikan *error standar* dengan *significant range*. Untuk  $df = 16$  didapatkan *significant ranges*. Tabel 8 merupakan hasil perhitungan LSR.

Tabel 8. Hasil Perhitungan LSR Faktor Komposisi

<i>Significant Rate</i>	2
	2.998
<b>LSR</b>	0.207

Berdasarkan tabel 8 diatas, faktor komposisi memiliki nilai LSR sebesar 0,207.

4. Menghitung selisih antara perlakuan secara berurutan dan berpasangan dan membandingkan dengan nilai LSR. Jika selisih  $>$  LSR berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata interaksi tersebut. Tabel 9 merupakan tabel hasil perhitungan selisih setiap perlakuan pada faktor komposisi.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Selisih Setiap Perlakuan pada Faktor Komposisi

Perlakuan	Perlakuan	K1	K2
	Rata-rata	4.6	4.87
K1	4.6		
K2	4.87	0.27	

Berdasarkan hasil tabel 9 diatas menunjukkan bahwa K1 berbeda secara signifikan dengan K2 karena memiliki selisih rata-rata K1 dan K2 lebih besar dari nilai LSR yang dihasilkan sebelumnya. Maka dari itu, terdapat perbedaan secara signifikan terhadap perlakuan komposisi 90%,10% dan 85%,15% terhadap kekuatan lengkung.

Diketahui bahwa hasil uji lengkung spesimen dengan komposisi perekat : pengikat (90%:10%) diperoleh nilai rata-rata nilai kelengkungan sebesar 4,602 MPa lebih kecil daripada spesimen dengan komposisi perekat : pengikat (85%:10%) dengan nilai rata-rata nilai kelengkungan 4,877 MPa. Nilai uji lengkung pada komposisi perekat : pengikat (85%:10%) lebih tinggi dibandingkan komposisi perekat : pengikat (90%:10%). Perlakuan komposisi berpengaruh terhadap uji lengkung secara signifikan.

Dari hasil yang diperoleh, semakin banyak kadar perekat pada suatu komposit maka kekuatan lengkungnya juga akan semakin tinggi. Jumlah perekat dapat mempengaruhi kualitas papan komposit. Semakin banyak perekat yang digunakan dalam suatu papan maka akan semakin kuat dan semakin stabil dimensi papannya (Haygreen, 1996). Hal tersebut disebabkan oleh bertambahnya ikatan antara perekat dengan partikel serbuk kayu jati yang menyebabkan ikatan lebih kuat sehingga kekuatan bendungnya meningkat. Semakin banyak jumlah perekat yang digunakan dalam pembuatan papan komposit semakin rapat dan kuat produk yang dihasilkan.

#### *Faktor Jenis Perekat*

Uji SNK terhadap faktor Perekat dilakukan pada perhitungan uji ANOVA dan menunjukkan bahwa faktor perekat berpengaruh terhadap nilai kekuatan lengkung ( $H_0$  ditolak). Uji ANOVA menunjukkan bahwa faktor perekat memiliki nilai  $df$  *error* sebesar 16. Perhitungan uji SNK sebagai berikut:

1. Menyusun rata-rata nilai kekuatan lengkung faktor jenis perekat. Tabel 10 menunjukkan hasil rata-rata nilai pada faktor jenis perekat.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Rerata Kekuatan Lengkung Faktor Jenis Perekat

Perekat	
Tapioka	Ketan
4.87	4.60

2. Error *value* standar *mean level*  
 $S = 0.069$

3. Perhitungan *Least Significant Range* (LSR) dengan cara mengalikan *error standar* dengan *significant range*. Untuk  $df = 16$  didapatkan *significant ranges*. Tabel 11 merupakan hasil perhitungan LSR.

Tabel 11. Hasil Perhitungan LSR Faktor Perekat

<i>Significant Rate</i>	2
LSR	2.998
	0.207

Berdasarkan tabel 11 diatas, faktor perekat memiliki nilai LSR sebesar 0,207.

4. Menghitung selisih antara perlakuan secara berurutan dan berpasangan dan membandingkan dengan nilai LSR. Jika selisih  $>$  LSR berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata interaksi tersebut. Tabel 12 merupakan tabel hasil perhitungan selisih setiap perlakuan pada faktor perekat.

Tabel 12. Tabel Hasil Perhitungan Selisih Setiap Perlakuan pada Faktor Perekat

Perlakuan	Perlakuan Rata-rata	P2	P1
P2	4.60	4.60	4.87
P1	4.87	0.27	4.87

Berdasarkan hasil tabel 12 diatas menunjukkan bahwa P1 berbeda secara signifikan dengan P2 karena memiliki selisih rata-rata P1 dan P2 lebih besar dari nilai LSR yang dihasilkan sebelumnya. Maka dari itu, terdapat perbedaan secara signifikan terhadap perlakuan perekat tepung tapioka dan tepung ketan terhadap kekuatan lengkung. Diketahui bahwa hasil uji lengkung spesimen dengan jenis perekat tepung tapioka diperoleh nilai rata-rata nilai kelengkungan sebesar 4,872 MPa lebih besar daripada spesimen dengan jenis perekat ketan dengan nilai rata-rata nilai kelengkungan 4,607 MPa. Nilai uji lengkung pada jenis perekat tepung tapioka lebih tinggi dibandingkan jenis perekat tepung ketan.

Tepung tapioka memiliki nilai lebih tinggi karena tapioka merupakan jenis tepung yang apabila dibuat sebagai perekat mempunyai daya rekat yang tinggi dibandingkan dengan tepung-tepung jenis lain (Nuwa, 2018). Tepung tapioka memiliki kapasitas untuk membentuk pasta dengan viskositas tinggi saat dicampur dengan air dan dipanaskan. Ini berarti tepung tapioka dapat bertindak sebagai agen pengikat yang efektif, membantu komponen komposit menempel satu sama lain dengan kuat jika di bandingkan dengan tepung ketan.

#### Faktor Ukuran dan Jenis Perekat

Uji SNK terhadap faktor ukuran dan jenis perekat yang dilakukan pada perhitungan uji ANOVA dan menunjukkan bahwa faktor ukuran dan jenis perekat berpengaruh terhadap nilai kekuatan lengkung ( $H_0$  ditolak). Uji ANOVA menunjukkan bahwa faktor ukuran dan jenis perekat memiliki nilai  $df$  error sebesar 16. Perhitungan uji SNK sebagai berikut:

1. Menyusun rata-rata nilai kekuatan lengkung faktor ukuran dan jenis perekat. Tabel 13 menunjukkan hasil rata-rata nilai pada faktor ukuran dan komposisi.

Tabel 13. Hasil Perhitungan Rata-Rata Kekuatan Lengkung Faktor Ukuran dan Jenis Perekat

Ukuran & Jenis Perekat		
Ukuran	Perekat	Rata-rata
40	Tapioka	4.55
mesh	Ketan	3.98
50	Tapioka	5.53
mesh	Ketan	4.97

2. *Error value standar mean level*  
S = 0,097

3. Perhitungan *Least Significant Range (LSR)* dengan cara mengalikan *error standar* dengan *significant range*. Untuk  $df = 16$  didapatkan *significant ranges*. Tabel 14 merupakan hasil perhitungan LSR faktor ukuran dan jenis perekat.

Tabel 14. Hasil Perhitungan LSR Faktor Ukuran dan Jenis Perekat

<i>Significant Rate</i>	2	3	4
LSR	2.998	3.649	4.046
	0.291	0.354	0.392

4. Menghitung selisih antara perlakuan secara berurutan dan berpasangan dan membandingkan dengan nilai LSR. Jika selisih  $>$  LSR berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata interaksi tersebut. Tabel 15 merupakan tabel hasil perhitungan selisih setiap perlakuan pada faktor ukuran dan jenis perekat.

Tabel 15. Hasil Perhitungan Selisih Setiap Perlakuan pada Faktor Ukuran dan Jenis Perekat

Perlakuan	Perlakuan	M1P2	M1P1	M2P2	M2P1
	Rata-rata	3.98	4.55	4.97	5.53
M1P2	3.98				
M1P1	4.55	0.57			
M2P2	4.97	0.99	0.42		
M2P1	5.53	1.55	0.98	0.56	

Berdasarkan hasil tabel 15 diatas menunjukkan bahwa M1P2, M1P1, M2P2, dan M2P1 berbeda secara signifikan satu sama lain karena memiliki selisih rata- M1P2, M1P1, M2P2, dan M2P1 lebih besar dari nilai LSR yang dihasilkan sebelumnya. Maka dari itu, terdapat perbedaan secara signifikan terhadap perlakuan ukuran dan jenis perekat.

Diketahui bahwa nilai rata-rata kekuatan lengkung pada perlakuan jenis perekat tapioka dengan *mesh* 40 sebesar 4,458 MPa, dan nilai rata-rata kekuatan lengkung naik pada ukuran *mesh* 50 dengan nilai 5,285 Mpa (terbaik). Nilai rata-rata kekuatan lengkung pada spesimen dengan perlakuan jenis perekat tepung ketan dengan *mesh* 40 sebesar 4,448 Mpa dan ukuran *mesh* 50 diperoleh nilai 4,777 Mpa. Spesimen dengan perekat tepung tapioka dan *mesh* 50 memiliki hasil uji lengkung yang terbaik.

#### Faktor Komposisi dan Jenis Perekat

Uji SNK terhadap faktor komposisi dilakukan pada perhitungan uji ANOVA dan menunjukkan bahwa faktor komposisi berpengaruh terhadap nilai kekuatan lengkung ( $H_0$  ditolak). Uji ANOVA menunjukkan bahwa faktor ukuran memiliki nilai  $df$  *error* sebesar 16. Perhitungan uji SNK sebagai berikut:

1. Menyusun rata-rata nilai kekuatan lengkung faktor komposisi dan jenis perekat. Tabel 16 menunjukkan hasil rata-rata nilai pada faktor komposisi dan jenis perekat.

Tabel 16. Hasil Perhitungan Rata-Rata Kekuatan Lengkung Faktor Komposisi dan Jenis Perekat

Komposisi & Perekat		
Komposisi	Perekat	Rata-rata
90%,10%	Tapioka	4.61
	Ketan	4.58
85%,10%	Tapioka	5.12
	Ketan	4.62

2. *Error value standar mean level*  
 $S = 0.097$

3. Perhitungan *Least Significant Range* (LSR) dengan cara mengalikan *error standar* dengan *significant range*. Untuk  $df = 16$  didapatkan *significant ranges*. Tabel 17 merupakan hasil perhitungan LSR faktor komposisi dan jenis perekat.

Tabel 17. Hasil Perhitungan LSR Faktor Komposisi dan Jenis Perekat

<i>Significant Rate</i>	2	3	4
LSR	2.998	3.649	4.046
	0.291	0.354	0.392

4. Menghitung selisih antara perlakuan secara berurutan dan berpasangan dan membandingkan dengan nilai LSR. Jika selisih  $>$  LSR berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata interaksi tersebut. Tabel 18 merupakan tabel hasil perhitungan selisih setiap perlakuan pada faktor komposisi dan jenis perekat.

Tabel 18. Tabel Hasil Perhitungan Selisih Setiap Perlakuan pada Faktor Komposisi dan Jenis Perekat

Perlakuan	Perlakuan Rata-rata	K1P2	K1P1	K2P2	K2P1
		4.58	4.61	4.62	5.12
K1P2	4.58				
K1P1	4.61	0.03			
K2P2	4.62	0.04	0.01		
K2P1	5.12	0.54	0.51	0.5	

K1P2, K1P1, K2P2, dan K2P1 berbeda secara signifikan satu sama lain karena memiliki selisih rata-rata K1P2, K1P1, K2P2, dan K2P1 lebih besar dari nilai LSR yang dihasilkan sebelumnya. Maka dari itu, terdapat perbedaan secara signifikan terhadap perlakuan komposisi dan jenis perekat.

Diketahui bahwa nilai rata-rata kekuatan lengkung pada perlakuan jenis perekat tapioka dengan perbandingan pengikat:perekat (90%:10%) sebesar 4,617 MPa, dan nilai rata-rata kekuatan lengkung naik pada perbandingan pengikat:perekat (85%:15%) dengan nilai 5,127 Mpa (terbaik). Nilai rata-rata kekuatan lengkung pada spesimen dengan perlakuan jenis perekat tepung ketan dengan pengikat:perekat (90%:10%) sebesar 4,587 Mpa dan perbandingan pengikat:perekat (85%:15%) diperoleh nilai 4,628 Mpa. Spesimen dengan perekat tepung tapioka dan perbandingan pengikat:perekat (85%:15%) memiliki hasil uji lengkung yang terbaik.

### ***Durasi Waktu Pembuatan Core Komposit***

#### *Waktu Pembuatan Core Komposisi Sebelumnya*

Tabel 19. Waktu Pembuatan Core Komposisi Sebelumnya

No	Kegiatan	Durasi Waktu (menit)	Durasi Hari	Total
1	Memotong kertas koran dengan hasil akhir 1 kg serbuk koran	480	4	1920
2	Menghaluskan potongan kertas koran menggunakan blender sedikit demi sedikit	720	4	2880
3	Press manual	240	1	240
4	proses pengeringan	1440	3	4320
TOTAL DURASI (JAM)				156

*Waktu Pembuatan Core Komposisi Optimal*

Tabel 20. Waktu Pembuatan Core Komposisi Optimal

No	Kegiatan	Durasi Waktu (menit)	Durasi Hari	Total
1	Mengayak mesh sesuai ukuran	300	2	600
2	Pencampuran semua bahan hingga kalis	10	1	10
3	<i>Hot press</i>	480	1	480
4	Oven	15	1	15
TOTAL DURASI (JAM)				18.42

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulan dari penelitian mengenai komposit serat alam sebagai berikut: Dari penelitian ini telah menghasilkan komposisi yang optimal. berdasarkan uji ANOVA nilai uji bending didapatkan komposisi *core* yang terbaik pada spesimen dengan perbandingan komposisi pengikat : perekat (85%:15%), *mesh* 50 dengan perekat tepung tapioka (K2P1M50) sebesar 5,515 Mpa. Penelitian ini menghasilkan meja berdasarkan komposisi maksimal serta membandingkan dengan komposisi meja sebelumnya. Komposisi sebelumnya memiliki nilai uji lengkung *skin* dan *core* sebesar 13,459 Mpa sedangkan komposisi optimal pada penelitian ini memiliki nilai uji lengkung *skin* dan *core* sebesar 7,435 Mpa. Komposisi sebelumnya memiliki nilai uji lengkung *skin* dan *core* lebih besar karena menggunakan *polywood* 5 mm dan 3 mm sebagai *skin* sedangkan komposisi optimal menggunakan veneer sebagai *skin*. Durasi waktu pada komposit dengan komposisi optimal yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah selama 18,42 jam. Artinya lebih singkat dibandingkan dengan penggunaan komposisi sebelumnya yang menghabiskan waktu selama 156 jam.

Saran yang dapat diberikan berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan terkait pengembangan atau penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut: Penelitian dapat dikembangkan dengan mencoba teknik manufaktur lain seperti *hot press* dengan variasi tekanan dan suhu yang lebih luas untuk melihat efeknya terhadap kekuatan dan daya tahan *core* meja. Disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan berbagai jenis serbuk kayu. Hal ini bertujuan untuk menemukan kombinasi material yang lebih optimal dan efisien dari segi biaya dan kualitas.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Nicolaus, F. E. (2022). Pengujian Tarik Komposit Spesimen Serat Pisang Alur Diagonal dan Pasir Besi dengan Matriks Resin. *Teknika STTKD*, 281.
- [2] Jones, R. M. (1999). *Mechanics of Composite Materials*. United State of America: Taylor & Fancis, Inc.
- [3] Fanguero. (2016). *Advanced composites in aerospace engineering*. sciendirect.
- [4] Kollmann, F. F. (1975). *Principles of Wood Science and Technology*. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.
- [5] Anggraini, S. (2023). Suatu Tinjauan Kecocokan Kayu Jati Cepat Tumbuh untuk Bahan Baku Furniture. *Kehutanan Papuaasia*, 69-78.
- [6] Rahim, V. S. (2021). Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Mie Basah dengan Sbusstitusi Tepung Ketan Hitam Termodifikasi Heat Moisture Treatment (HMT). *ejurnal ung*.
- [7] Simajuntak, A. (2019). Kaji Eksperimental Rugi-Rugi Aliran Campuran Partikel Padat-Udara dalam Saluran Horizontal pada Sistem Pneumatic Conveying. *Jom FTeknik*, 6, 1.
- [8] Aprida, P. (2022, November 29). Orami Author. Retrieved from Orami: <https://www.orami.co.id/magazine/tapioka>
- [9] Zhongli, Y. Z. (2007). Physical properties of thin particleboard made from saline eucalyptus. *Industrial Crops and Products*, 185-194.
- [10] Rethwisch, D. G. (2014). *Materials Science and Engineering: An Introduction*. John Wiley & Sons.
- [11] Brown, K. M. (2019). *Mechanical Testing of Engineering Materials*. CRC Press.
- [12] ASTM, I. (2020). ASTM D1037-12: Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials. Retrieved from <https://www.astm.org/d1037-12.html>
- [13] Sudjana. (1997). *Desain Dan Analisis Eksperimen*. Tarsito. Suprpto. (2006). *Bertanam Kacang Tanah*. Penebar Swadaya.

- [14] Kolmogorov, A. (1933). *Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione. Giornale dell'Istituto Italiano degli Attuari.*
- [15] Smirnov. (1948). *Table for Estimating the Goodness of Fit of Empirical Distributions. The Annals of Mathematical Statistics.*
- [16] Ghozali, Imam. 2006. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS (Edisi Ke 4).* Semarang:Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- [17] Sanjaya. (2010). *Eksperimen Komparasi Prosthetic Tangan Berdasarkan Pengaruh Desain Metacarpal Dan Phalanx Phalangeal.*