

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Bekisting

Bekisting adalah media untuk cetakan beton dan menahan beton pada saat proses pengecoran sesuai ukuran dan bentuk yang di tentukan (Pratama, 2017). Bekisting juga merupakan suatu objek yang sangat diperhatikan dalam aspek pekerjaan konstruksi, bekisting berfungsi untuk menopang dan sebagai media cetakan untuk membuat beton sesuai dengan keinginan. Bekisting ini cukup menjadi banyak sorotan pada dunia konstruksi. Dalam daftar pekerjaan (BOQ) pengerjaan bekisting ini seringkali dianggap remeh dan terkadang kurang mendapat perhatian lebih, dan pada akhirnya berdampak kepada volumenya yang tidak dinyatakan secara gambling. Sementara itu sebenarnya pembiayaan pekerjaan bekisting bisa mencapai 35%-60% dari keseluruhan pengerjaan beton (Agustinus,2016).

Didalam Bahasa konstruksi seringkali bekisting dipadukan dengan acuan dan perancah sebagai *support* dari bekisting itu sendiri, karena bekisting tidak akan mampu menjadi sebuah media cetak yang presisi jika tidak di didukung dengan media acuan dan perancah. Dalam pelaksanaannya bekisting selalu diperkuat dengan acuan dan perancah, dan acuan sendiri ada 2 jenis yaitu tetap dan tidak tetap. Acuan tetap adalah acuan yang digunakan untuk menopang bekisting untuk tidak dibongkar. Sedangkan acuan tidak tetap akan dibongkar ketika umur beton dianggap cukup untuk menahan beban dari beton tersebut (Dewi & Arianta,2022)

Acuan pekerjaan bekisting ini adalah dari data *preliminary* dari konsultan perencana yang mengacu pada ukuran dan bentuk beton yang akan dibuat pada pekerjaan konstruksi. Bekisting sendiri menjadi tumpuan dari sebuah tahap pengecoran. Tetapi pada kenyataannya terdapat beberapa kegagalan yang terjadi

mulai dari bentuk beton yang tidak sesuai, permukaan beton yang tidak rata, keretakan beton yang terjadi, ataupun bekisting dan perancah yang tidak kuat menahan beton.

Aspek lain yang perlu diperhatikan adalah aspek kedap terhadap air dan kekuatan untuk menopang beban pengecoran. Selain itu terdapat beberapa aspek lain yang dipertimbangkan adalah kualitas yaitu mencakup kerataan permukaan bekisting, kemudahan untuk membentuk bekisting tersebut dan juga kaku. Aspek keamanan dalam bekisting juga perlu diperhatikan dalam pengaplikasiannya karena harus mencakup keamanan pekerja konstruksi. Maka dari itu bekisting harus di perhitungkan dan di desain dengan tepat agar kuat menahan beban beton sehingga tidak mendatangkan bahaya.

2.1.2 Bekisting Konvensional

Bekisting konvensional merupakan bekisting berbahan dasar kayu yang telah lama digunakan dalam metode pekerjaan struktur beton bertulang (Aunur & Rinnova, 2019). Bekisting kayu atau yang biasa disebut bekisting konvensional yaitu bekisting dengan kayu sebagai material utama, multiplex, dan papan, dengan tebal 2 cm -3 cm dan lebar 15 cm – 20 cm dan memiliki sifat yang tahan kelembaban (Andy, dkk., 2021). Penggunaan bekisting konvensional memiliki beberapa kelemahan antara lain penggunaannya yang tidak bisa digunakan terus menerus hingga mempengaruhi pada biaya anggaran, karena bekisting merupakan salah satu anggaran terbesar dalam pekerjaan beton bertulang. Selain itu penggunaan kayu sebagai bahan dasar bekisting konvensional merupakan kegiatan yang tidak ramah lingkungan karena hutan yang merupakan sumber daya dari kayu semakin lama semakin terbatas dan berkurang dan hal ini berefek juga pada pemanasan global di dunia (I Wayan & Adi, 2015). Oleh karena itu adanya beberapa kekurangan dari bekisting konvensional ini muncul berbagai inovasi terkait bekisting yang lebih efektif dan efisien dari bekisting bermaterial kayu salah satunya yaitu bekisting fiberglass.



Gambar 2. 1 Bekisting Kayu

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2.1.3 Bekisting Semi Konvensional

Bekisting Semi Konvensional merupakan bekisting yang terbuat dari material *plywood* dan besi *hollow* (Dicky, dkk., 2022). Bekisting semi konvensional ini memiliki daya tahan dan keawetan lebih baik dari bekisting konvensional. Efektif dari segi waktu perakitan merupakan kelebihan dari bekisting semi konvensional, selain itu penggunaan bekisting semi konvensional lebih efisien biaya karena adanya daya tahan yang lebih awet dari bekisting konvensional yang bisa digunakan ± 5 kali penggunaan (Rohmad & Budi, 2023). Untuk kelemahan dari bekisting semi konvensional sendiri sama dengan bekisting konvensional yaitu kurang ramah lingkungan karena masih menggunakan material kayu.



Gambar 2. 2 Bekisting Plywood

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2.1.4 Bekisting *Fiberglass*

Bekisting *fiberglass* adalah bekisting yang bermaterial utama plastik yang dikompositkan dengan bahan *fiberglass* (Agustinus, 2016). Salah satu keunggulan dari bekisting fiberglass adalah dari segi ukuran dan bentuk yang dapat di desain sesuai dengan kebutuhan, dari hal tersebut akan berdampak pada anggaran karena akan mengurangi tenaga pada proses pemasangan maupun pembongkaran. Jumlah pemakaian ulang bekisting fiberglass yang tinggi yaitu 40-70 kali penggunaan juga memungkinkan bekisting fiberglass lebih efisien dari segi biaya, selain itu bekisting fiber memiliki sifat yang kuat, kaku, tahan kelembaban dan tidak mudah retak yang menghasilkan beton yang berkualitas serta pelaksanaan pemasangan dan pembongkaran yang mudah menjadi salah satu keunggulan dari bekisting fiberglass ini (Agustinus, 2016).



Gambar 2. 3 Bekisting *Fiberglass*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2.1.5 **Fiberglass**

Fiberglass adalah bahan pengganti dari plastik yang pemakaiannya sudah banyak dipakai di beberapa aspek kehidupan. Contohnya pada bidang konstruksi, rumah tangga, dan lainnya. Sifat *fiberglass* yang berkekuatan cukup tinggi ini juga dimanfaatkan untuk pembuatan aksesoris dan komponen pada kendaraan (Nugroho, 2015). (Nugroho, 2015). Di dalam dunia industri, bahan fiberglass seringkali disebut FRP yang terbentuk dari komposisi serat fiber dan penguat resin. Jika dibandingkan

dengan bahan lain FRP memiliki rata rata bobot lebih ringan 70%. Selain itu fiberglass ini memiliki system yang lebih sederhana dalam penggunaannya dan pemeliharaan yang cukup mudah, dan tidak bersifat korosif. Tetapi fiberglass atau FRP ini memiliki sifat tidak ramah lingkungan dan terkenal cukup mahal dikarenakan beberapa bahan utamanya adalah berasal dari material *import*.

2.1.6 Kertas

Kertas merupakan salah satu material yang dibutuhkan oleh manusia di dalam berbagai aspek, terutama pada aspek bidang Pendidikan, kertas ini diciptakan dari pul dari serat serat kayu yang di satukan dengan material lainnya menjadi komponen yang utuh. Kertas adalah perwujudan dari pengolahan serat kayu dengan berbagai macam sifat pada kertas. Dan sifat kertas sendiri yang mudah di coret, dijadikan media untuk menulis, serta kertas bestifat fleksibel yaitu dapat dilipat digulung dan di



Gambar 2. 4 Limbah Kertas

Sumber : Dokumentasi Pribadi

robek (Sudaryatno, 2010).

2.1.7 Resin

Resin adalah bahan kimia campuran yang memiliki nilai kekentalan yang rendah. Resin ini sering dipadukan atau dicampur dengan katalis sehingga cairan resin dapat menjadi keras dalam suhu tertentu tanpa memproduksi gas. Biasanya resin digunakan sebagai matriks atau campuran untuk pembuatan bahan material komposit (Agus & Sri, 2017).

2.1.8 Resin Polyester

Resin *polyester* adalah sebuah cairan yang memiliki nilai kekentalan atau viskositas yang rendah. Resin ini akan dipadukan dengan katalis sehingga mampu menjadi keras dalam suhu kamar tanpa memproduksi gas selama proses tersebut. Resin polyester kemudian digunakan sebagai matriks dalam pembuatan material komposit (Agus & Sri, 2017).

2.1.9 Epoxy Resin

Epoxy resin adalah campuran cairan kimia berbentuk cair yang akan mengental pada saat dicampur oleh cairan hardener. Jika epoxy resin di campurkan dengan hardener akan menimbulkan reaksi padat dan akan membentuk polimer *crosslink*. *Hardener* sendiri dipakai sebagai system *curing* pada suhu ruang dengan *epoxy resin*. Campuran dari keduanya adalah termasuk dari senyawa polimida (Taufana, dkk., 2020).

Keunggulan yang dimiliki *epoxy resin* lebih baik dari *polyester* karena *epoxy resin* memiliki sifat anti korosi yang baik pada keadaan basah, stabilitas dimensi yang baik dan isolator panas yang baik. Dalam hal penahan panas yang baik, *epoxy resin* memang memiliki sifat menaik dan termal yang tinggi dibandingkan resin yang lain, tahan air, sifat susut yang rendah, umur pakai yang awet, daya lekat dengan material lain yang baik, tahan temperatur hingga 220°C (Taufana dkk, 2020)



Gambar 2. 5 Resim Epoxy dan Lem Hardener

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2.1.10 Epoxy

Epoxy adalah hasil polimerisasi dari epoksidida yang menghasilkan resin yang termasuk dari salah satu bahan kimia. Cairan kimia yang dapat bereaksi dengan *epoxy* adalah amina polifungsi, asamserta, fenol dan alkohol. Biasanya disebut dengan bahan pengeras atau hardener. *Epoxy* dapat membentuk molekul yang rekat dalam suatu ikatan molekul dan pada saat bereaksi menghasilkan panas internal yang disebut resin *Thermosetting*. Maka dari itu *epoxy* mampu berubah dari cair ke padat (Gemilang, 2018).

Dalam sektor perindustrian, *epoxy* sering sekali dipakai dalam hal perekat, karena sifatnya yang sangat mengikat dengan kuat, dan juga mudah untuk digunakan, membuat *epoxy* sangat sering digunakan di berbagai bidang.

2.1.11 Pengujian Tarik

Pengujian tarik ialah pengujian yang dilaksanakan dengan tujuan untuk mengidentifikasi sifat atau karakteristik suatu bahan. Dari pengujian tarik dapat diketahui pertambahan panjang, reaksi yang terjadi dari tenaga tarikan suatu material, serta ketahanan terhadap gaya statisnya (Lesiana, 2017). Dalam pengujian tarik akan didapatkan tegangan dan regangan dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

σ = tegangan (Mpa)

P = beban (N)

A = luas penampang (mm²)

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

ε = regangan (mm/mm)

ΔL = pertambahan panjang (mm)

L = panjang daerah

Setelah didapatkan nilai regangan dan tegangan dapat dihitung nilai modulus elastisitas yang mana nilai tersebut ialah perbandingan dari tegangan dan regangan. Rumus modulus elastisitas adalah sebagai berikut :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

E = modulus elastisitas tarik (Mpa)

σ = kekuatan tarik (Mpa)

ε = regangan (mm/mm)

2.1.12 Pengujian *Bending*

Pengujian *bending* ialah pengujian yang dilakukan terhadap sifat mekanik material dengan adanya pembebanan pada spesimen dalam satu titik tengah yang ditumpu oleh sebuah tumpuan pada kedua ujungnya. Pengujian *bending* ini juga digunakan untuk mengamati hasil secara visual guna mengidentifikasi mutu (Lesiana, 2017). Pengujian batang atau spesimen yang sederhana dilakukan dengan pembebanan di tengah dan dua titik dudukan, sehingga rumus tegangan maksimum ialah sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{3PL}{2bd^2}$$

σ = Kekuatan *bending*, MPa

P = Beban, N

L = Panjang span, mm

b = lebar batang uji, mm

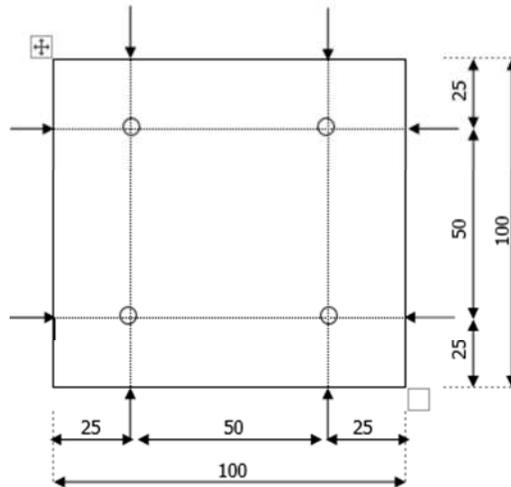
d = tebal batang uji, mm

2.1.13 Uji Kerapatan

Pengujian kerapatan bertujuan untuk mengetahui ukuran kekokmpakan dan kepadatan suatu material (Hasan, dkk, 2019). dan SNI 01-4449-2006 adalah acuan

untuk pengujian kerapatan ini. Dengan menggunakan jangka sorong, langkah langkah pengujiannya adalah :

1. Ukur lalu gambar benda uji di kedua setiap sisi dengan lebar 25 mm dari tepi



Gambar 2. 6 Ketentuan Ukuran Uji Kerapatan

Sumber : Standar Nasional Indonesia

dengan ketelitian 0,1 mm sesuai pada gambar 2.6.

2. Ukur tebal benda uji dengan ketelitian 0,05 mm di setiap sudut pada titik yang telah digambar sesuai gambar 2.6.
3. Lalu timbang benda uji dengan ketelitian 0,1 gram.
4. Setelah itu lakukan perhitungan sesuai rumus :

$$K = \frac{B}{I}$$

Keterangan:

K = kerapatan (g/cm³)

B = berat (g)

I = isi (cm³) = panjang (cm) x lebar (cm) x tebal (cm)

2.1.14 Uji Penyerapan Air

Pada pengujian ini menggunakan SNI 01-4449-2006 sebagai acuan pengujiannya. Pengujian ini menggunakan alat bak atau ember dan neraca dengan ketelitian 0,1g. Benda uji yang digunakan berukuran 100 x 100 mm. Berikut adalah langkah langkah pengujiannya:

1. Menimbang benda uji.
2. Lakukan perendaman pada benda uji, posisinya 2 cm tegak lurus dengan permukaan air, dan direndam selama 24 jam.
3. Angkat benda uji yang sudah direndam, dan letakkan kertas hisap atau tisu untuk menyerap sisa air pada saat pengangkatan benda uji.
4. letakkan pemberat diatas permukaan benda uji, seberat 3kg, selama 30 detik
5. Lakukan hal yang sama pada permukaan benda yang akan diuji pada sisi belakangnya.
6. Timbang berat benda uji dengan neraca dalam waktu kurang dari 10 menit.
7. Hitung jumlah air yang diserap dengan rumus berikut:

$$PA = \frac{B2 - B1}{B1} \times 100\%$$

Keterangan:

PA = penyerapan air (%)

A = berat contoh uji sebelum perendaman (g)

B = berat contoh uji sesudah perendaman (g)

2.1.15 Uji Ketahanan Terhadap Noda

Uji ketahanan terhadap noda bertujuan untuk mengetahui ketahanan benda uji terhadap noda yang ada pada permukaan benda uji. Uji ketahanan noda mengacu pada SNI 01-4449-2006 (papan serat).Benda uji yang digunakan pada pengujian ini

berukuran 100 x 100 mm. Alat yang digunakan pada pengujian ini yaitu krayon dan tinta. Proses pengujian sebagai berikut :

1. Benda uji diletakkan mendatar, kemudian gambar garis lurus sepanjang 10 mm di atas permukaannya dengan tinta hitam dan krayon warna.
2. Diamkan benda uji selama 4 jam, lalu benda uji di seka dengan kain basah.
3. Diamati apakah ada bekas noda yang masih menempel pada permukaan benda uji atau tidak.

2.1.16 Uji Ketahanan Terhadap Goresan

Uji ketahanan terhadap goresan bertujuan untuk mengetahui ketahanan benda uji menahan goresan yang ada pada permukaan benda uji. . Uji ketahanan goresan mengacu pada SNI 01-4449-2006 (papan serat).Benda uji yang digunakan pada pengujian ini berukuran 100 x 100 mm. Alat yang digunakan pada pengujian ini yaitu landasan meja yang bisa digerakkan. Proses pengujian sebagai berikut:

1. Benda uji diletakkan diatas meja secara mendatar.
2. Lalu gerakkan paku atau meja ke arah kanan atau kiri sepanjang 50 mm dengan menggunakan tangan.
3. Diamati apakah ada bekas goresan pada permukaan benda uji atau tidak.

2.2 Kajian Pustaka

Penelitian pemanfaatan kertas sebagai bahan komposit pada material bekisting memang belum ada penelitian yang membahas hal tersebut, namun sudah sering dilakukan penelitian dengan memanfaatkan kertas di dunia konstruksi, berikut penelitian-penelitian terdahulu mengenai pemanfaatan kertas pada dunia konstruksi:

Tabel 2. 1 Tabel Penelitian Terdahulu

| No | Judul | Peneliti | Tahun | Tujuan | Metode | Hasil |
|----|---|--|-------|---|--|--|
| 1 | Pemanfaatan Limbah Kertas, Sekam Padi, dan Sabut Kelapa Sebagai Bahan Panel Penghambat Panas Lingkungan Fisik Kerja | Nur Farida Setyarini | 2011 | Penelitian ini merancang panel komposit tahan panas berbahan baku kertas bekas dengan mencampurkan sekam padi dan sabut kelapa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi terbaik dari abon kertas, sabut dan sekam padi untuk material komposit sebagai material lembaran penekan panas. | Metode yang di gunakan adalah dengan ekperimental dan <i>trial and error</i> , dengan membuat benda uji komposit limbah kertas yang terdiri dari campuran yang akan diujikan. Terdapat 3 variabel benda uji yang akan diujikan dalam penelitian ini yaitu komposit tanpa campuran, komposit dengan campuran sekam padi dan komposit dengan campuran sabut kelapa. Lalu setelah itu dilaksanakan uji konduktifitas thermal untuk mengetahui kekuatan hambat panas yang terbaik dari tiap variable benda uji dengan komposisi yang berbeda beda. | Komposisi yang terbaik dari bahan komposit sebagai penghambat panas yaitu dengan komposisi campuran 80% kertas buram, 20% sekam padi dan 5% kandungan perekat lem putih PVAc dari massa kertas dan campuran dengan menghasilkan nilai hambat panas yang tinggi sebesar 13,13°C/W. |
| 2 | Studi Penggunaan Fiberglass Untuk Bekisting Pada Konstruksi | I Wayan Swastika dan Adi Sulistyo Budi | 2015 | Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat efektivitas dan keekonomisan bekisting fiber dibandingkan dengan bekisting kayu. | Metode yang digunakan untuk melakukan analisis adalah Product Life Cycle Cost Analysis (LCCA). Metode ini merupakan teknik dalam memperoleh sebuah jasa pelayanan, item, dan sistem dengan mengembangkan biaya yang signifikan dalam kurun waktu tertentu. | Efisiensi biaya dari metode <i>life cycle cost</i> yang didapat menggunakan bekisting fiberglass sebesar 36,23%. Mutu yang didapatkan jika ditinjau dari hasil <i>finish</i> beton menunjukkan bahwa bekisting fiberglass lebih unggul daripada bekisting konvensional sehingga kualitas waktu pelaksanaan dan biaya pekerjaan beton menjadi terjaga. Oleh karena itu, bekisting fiberglass akan unggul pada efisiensi biaya, mutu, dan waktu. |
| 3 | Studi kekuatan | Lydia | 2014 | Untuk memahami kuat | Percobaan ini menggunakan resin <i>epoxy</i> | Hasil percobaan menunjukkan |

| No | Judul | Peneliti | Tahun | Tujuan | Metode | Hasil |
|----|--|---|-------|--|---|--|
| | mekanik komposit serat alam resin <i>epoxy</i> | Rohmawati Woro Setyarsih | | tarik dan kekuatan mekanik dari komposit serat eceng gondok, serat pandan, dan serat batang pisang raja. | sebagai matrik, dengan volume perbandingan <i>epoxy</i> dan hardener 2:1 setelah dibiarkan dalam suhu ruang selama 24 jam. Uji tarik dan tekuk berdasarkan ASTM D638-03 dan ASTM D790. Perbandingan fraksi volume serat dan matriks yang dipakai adalah 40% dan 50% | kuat tarik, modulus elastisitas suatu bahan komposit lebih besar. Benang eceng gondok mempunyai kekuatan tarik paling tinggi dibandingkan serat lainnya dengan komposisi 40%. Serat pandan liar mempunyai regangan paling tinggi dibandingkan serat lainnya dengan komposisi 40% atau 5%, sedangkan modulus Young terbesar terdapat pada eceng gondok. pada komponen 50% atau 551,44 kgf/mm. |
| 4 | Pengaruh matrik resin- <i>epoxy</i> terhadap kekuatan impak dan sifat fisis komposit serat nanas | Ade Irvan Tauvana, Syahfrizal, Mokhammad is Subekti | 2020 | Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketahanan benturan serat nanas dengan resin epoksi dan mekanisme patah sampel yang diamati melalui gambar makro, sampel dengan fraksi volume basis epoksi 100% hingga 50% dan pengeras yang dibuat dengan metode pengecoran. | Serat nanas di jemur di terik matahari sampai kering dan dipotong dengan panjang yang telah disesuaikan dengan cetakan lalu ditimbang sesuai fraksi volume yang ditentukan yaitu 10% 30% dan 50% dengan fraksi volume mengikuti cetakan dengan perbandingan <i>epoxy</i> - hardener yaitu 2:1. Lalu pengeringan specimen uji yang diberi <i>epoxy</i> resin adalah 1 jam. | Hasil percobaan ini adalah nilai dari impak terbaik terdapat pada volume fraksi 50% dan menyebabkan jumlah serat yang ada pada fraksi volume 50% lebih melimpah, oleh sebab itu didapatkan hasil 0,76J/mm lebih banyak. |
| 5 | Pengaruh Faktor Jenis Kertas, Kerapatan dan Persentase Perekat Terhadap Kekuatan Bending Komposit Panel Serap Bunyi Berbahan Dasar Limbah Kertas | . Hari Setyanto, Ilham Priyadithama, Natalia Maharani | 2011 | Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh jenis kertas, kepadatan dan persentase bahan pengikat terhadap kekuatan lentur material komposit panel serapan suara. | Metode Penelitian ini menggunakan dua jenis kertas yaitu HVS dan koran, variasi kerapatan yang diuji yaitu 3:1, 4:1 dan 5:1, persentase perekat (PVAc) yaitu 2.5%, 5% dan 7.5%. Metode pengolahan data menggunakan teknik factorial completely randomized design experiment | Hasil percobaan ini adalah benda uji memenuhi standar ISO 11654:1997, menyebutkan bahwa masing masing berpengaruh terhadap faktor bending komposit pada panel serap bunyi dengan hasil 35,297 kgf/cm ² . Dengan specimen berbahan kertas HVS dengan kerapat perbandingan 5:1 dan perekat 7,5% ,nilai tersebut memenuhi standar SNI 01-4449- |

| No | Judul | Peneliti | Tahun | Tujuan | Metode | Hasil |
|----|---|--|-------|---|--|---|
| | dan Serabut Kelapa | | | | | 2006. Dengan frekuensi acuan (500Hz). |
| 6 | Analisi arah perlakuan serat tapis serta rasio <i>epoxy hardener</i> terhadap sifat fisis dan mekanis komposit <i>epoxy</i> | Putu Lokantara Ngakan Putu Gede Suardana | 2007 | Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui cara mengatasi perubahan mekanis dan mekanis pada material komposit yang menggunakan serat alam yaitu epoxy dan hardener sebagai inti saringan kelapa. | Membuat spesimen uji dengan presentase masing masing 0,5%, 1% dan 2% berat NaOH dan KmnO4 dengan berat perbandingan <i>epoxy- hardener</i> yaitu 7:3 dan 6:4 sebagai lapisan luar dan penguat spesimen uji. serta orientasi tapis adalah 0° 45° dan 90°. pengujian spesimen dilakukan sesuai dengan dengan uji tarik dengan standar ASTM D3039 dan uji <i>three point bending</i> dengan standar ASTM D790 | Dihasilkan bahwa resin <i>epoxy</i> dapat merekatkan bahan material komposit. Karena bersifat sebagai bahan pengeras yang lengket. Dan kekuatan tarik dari modulus elastisitas dan kekuatan bending tertinggi berturut – turut sebesar 70,2 Mpa, 446,24 Gpa dan 97.81 Mpa dicapai pada komposit rasio <i>epoxy-hardener</i> 7:3 dengan 2% KmnO4 dan orientasi serat 45°. sedangkan modulus elastisitas tertinggi mencapai 385.48 Gpa dicapai komposit dengan rasio <i>epoxy-hardener</i> dengan rasio <i>epoxy-hardener</i> 6:4, 2% KmnO4 dan orientasi 90° |

Dari beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan uji coba, dapat disimpulkan bahwa serat kertas berpotensi untuk disandingkan dengan serat sintesis pada *fiberglass*, karena kertas juga sangat berpengaruh terhadap kekuatan bending bekisting kertas ramah lingkungan. HVS dengan kepadatan 5:1 dan rasio pengikatnya adalah 7,5%. Nilai tersebut memenuhi standar minimal kuat lentur papan serat menurut SNI 01-4449-2006. (Setyanto, Priyadithama & Maharani, 2011) dan juga pada perekat yang digunakan dari beberapa penelitian terdahulu dan didapatkan hasil bahwa perekat *epoxy – hardener* memiliki kerekatan yang baik, diuji melalui pengujian tarik dan bending, menghasilkan kekuatan sebesar 70,2 Mpa, 446,24 Gpa dan 97.81 Mpa dicapai pada komposit rasio *epoxy-hardener* 7:3 dengan 2% $KmnO_4$ dan orientasi serat 45'. sedangkan modulus elastisitas tertinggi mencapai 385.48 Gpa dicapai komposit dengan rasio *epoxy-hardener* dengan rasio *epoxy-hardener* 6:4, 2% $KmnO_4$ dan orientasi 90' (Lokantara, Suardana, 2007). Oleh karena itu melihat pemakaian bekisting adalah material utama dari proyek konstruksi, limbah kertas yang mengandung serat alami akan menghasilkan kekuatan yang ideal pada bekisting. Disamping itu, penggunaan limbah kertas sebagai campuran komposit dari pembuatan bekisting fiber ramah lingkungan dapat meminimalisir pencemaran lingkungan dan penggunaan *fiberglass* berlebih.