

TINJAUAN KUAT LENTUR PANEL MENGGUNAKAN BAHAN AMPAS TEBU DAN SIKACIM BONDING ADHESIVE

Iwan Wikana¹⁾, Lukas Lautloly²⁾

¹⁾Jurusan teknik Sipil Fakultas Teknik UKRIM Yogyakarta

²⁾Jurusan teknik Sipil Fakultas Teknik UKRIM Yogyakarta

Abstract

A series experiments have been conducted to study the flexural strength characteristics of concrete panels made of Portland Cement enriched with sugar cane fiber, the waste product of sugar factory, which is known to have an appreciable tensile strength properties but has not been much utilized to enhance the flexural characteristics of concrete.

Concrete panels of dimension 30 x 15 x 2 cm² composed of fiber-cement mixture with dry weight ratios of 50 : 1000, 100 : 1000, and 150 : 1000 were centrally loaded in compression machine to observe the flexural strength of the panels. The same tests were conducted on Portland Cement-sugar cane panels which have been enriched with SikaCim bonding adhesive during the mixing process to observe the effect of adhesive material on the flexural strength of the specimens. The same specimen dimensions were cast, having fiber-adhesive-cement compositions of 50 : 50 : 1000, 100 : 100 : 1000, and 150 : 150 : 1000.

Result from the experiments revealed that concrete panels which have been made by adding sugar cane fibers having maximum length of 1 cm into the mixture showed the highest flexural strength. The test result also showed that the addition of SikaCim bonding adhesive in the concrete mixture did not increase the flexural strength of the concrete panels significantly, and hence can be considered to be not an effective additive for the purpose.

Keywords : flexural strength, sugar cane fiber.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Berkembangnya industri nasional baik industri kecil, sedang dan besar dalam skala lokal maupun nasional, berefek pada terciptanya limbah sebagai proses industri. Limbah industri secara langsung atau tidak langsung, seringkali sangat berbahaya baik bagi kesehatan manusia maupun lingkungan hidup. Pohon tebu ditanam untuk diambil air tebunya guna pembuatan gula sedang disisi lain, akan menghasilkan limbah yang cukup banyak, diantaranya adalah ampas tebu. Ampas tebu (*Sugar Cane Bagasse*) sebagai hasil sampingan dari pabrik gula,

selama ini sebagian besar dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada pabrik gula dan juga biasanya kelebihan ampas tebu dari pabrik gula dikirim ke pabrik kertas diolah menjadi pulp, sebagai bahan baku kertas. Upaya untuk mengurangi limbah pabrik gula ini dilakukan penulis dengan mengadakan penelitian untuk meninjau menggunakan ampas tebu untuk pembuatan panel.

Limbah pabrik gula, khususnya limbah padat berupa ampas tebu (*sugar cane bagasse*) merupakan limbah yang paling banyak dihasilkan oleh pabrik gula, untuk itu penulis mencoba memanfaatkan ampas tebu (*Sugar Cane Bagasse*) sebagai hasil sampingan dari pabrik gula untuk pembuatan plat panel dan hasilnya dibandingkan dengan bahan lain ataupun yang sama dan diharapkan layak untuk digunakan sebagai bahan bangunan. Selain itu digunakan juga SikaCim *Bonding adhesive* sebagai bahan pencampur dalam penelitian ini dan juga diharapkan mampu dapat menambah tingkat kelenturan pelat panel.

Agar penelitian terarah, penulis membatasi permasalahan yang menyangkut pada pengujian kuat lentur panel, bahan yang dipakai adalah semen Portland type I, serbuk ampas tebu, SikaCim *Bonding Adhesive* dan air konstan dalam setiap komposisi campuran, plat panel berdimensi $30 \times 15 \times 2 \text{ cm}^3$, pengujian dilaksanakan pada umur 14 hari dan hanya sampai beban maksimum, unsur kimia yang terkandung dalam suatu bahan dan telah disebutkan dalam penulisan ini hanya sebagai acuan pengetahuan dan tidak dibahas secara mendetail.

B. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh kuat lentur pelat panel akibat penambahan ampas tebu (*Sugar Cane Bagasse*) berupa serbuk yang berukuran maksimal 1 cm dan SikaCim *Bonding Adhesive*. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memanfaatkan ampas tebu yang mudah didapat untuk memenuhi tuntutan akan bahan bangunan dengan harga yang relatif murah dan ekonomis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tebu dan Ampas Tebu

Tebu (*Saccharum officinarum Linn*) adalah tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula. Tanaman ini termasuk jenis rumput-rumputan dan umur tanaman sejak ditanam sampai bisa dipanen mencapai kurang lebih 1 tahun. Tanaman tebu memiliki ciri-ciri seperti, batang pohon tebu ini berdiri lurus dan kokoh. Pada batang ini terdiri dari ruas-ruas dan setiap ruas dengan ruas dibatasi dengan buku-buku dan disetiap buku akan ditemukan mata tunas untuk tumbuhnya daun. Pada umumnya besar batang pohon tebu antara 3-4 cm bila

diukur garis tengahnya, sedangkan tingginya bisa mencapai antara 2 sampai 5 meter. Pohon ini tidak bercabang, mata tunas yang berada dibawah tanah akan tumbuh keluar dan berbentuk rumput. Akar pohon ini tidak panjang dan termasuk tumbuh-tumbuhan berakar serabut. Daun tebu mempunyai panjang 50 - 175 cm, lebar 8-12 cm dan bersilangan di kiri dan kanan dari batangnya, tak bertangkai namun berpelepeh seperti daun jagung. Helai daun berbentuk lurus dan mengecil kemudian meruncing di ujungnya. Daun ini agak keras dan berbulu agak kasar, tepinya seperti rata namun sebenarnya bergerigi sangat halus.

Hasil limbah dari tebu antara lain adalah ampas tebu (*Sugar Cane Bagasse*) yang berbentuk serat, dan itu menimbulkan masalah yaitu pencemaran lingkungan. Penanganan limbah untuk diolah menjadi sesuatu yang bermanfaat masih sangat kurang, sehingga perlu penanganan limbah tersebut. Mengingat akan hal itu maka penulis mencoba untuk memanfaatkan limbah tebu yaitu ampas tebu yang akan digunakan sebagai panel pelat untuk dinding penyekat ruangan.

Pada penelitian terdahulu yang dilaksanakan oleh Rojali dengan menggunakan bahan ampas tebu, semen dan lem (100 gr ampas tebu dengan panjang serat 5-15 : 1000 gr semen : 200 gr lem) dihasilkan beban rata-rata yang mampu ditahan oleh benda uji sebesar 45,575 kg dengan kuat lenturnya sebesar 31,903 kg/cm² dan kesimpulannya menyatakan bahwa penambahan bahan tambah lem sangat berpengaruh terhadap penambahan kuat lentur benda uji.

Gula merupakan salah satu komoditas strategis dalam perekonomian Indonesia. Dalam perkembangannya, industri gula mengalami pasang-surut. Pada tahun 1930 tercatat ada sekitar 179 pabrik gula, kemudian pada tahun 1935 mengalami penurunan drastis hingga 38 pabrik gula. Pada tahun 1940, jumlah pabrik gula yang beroperasi mengalami peningkatan menjadi 92 buah pabrik gula, kemudian turun kembali pada saat perang kemerdekaan dan pada tahun 1950 tercatat hanya 30 pabrik gula yang beroperasi. Pada tahun 1957, jumlah pabrik gula tercatat 52 buah dan meningkat lagi pada tahun 1962 menjadi 55 buah dan saat ini jumlah pabrik gula yang ada 58 buah dengan total kapasitas 197,847 Ton Tebu per Hari. (Kebijakan Komperhensif Pergulaan Nasional, Kepala Badan LITBANG Pertanian, Jakarta, 2005).

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga, yang lebih dikenal sebagai sampah), yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah. Berdasarkan karakteristiknya, limbah industri dapat digolongkan menjadi limbah cair, limbah padat, limbah gas dan partikel, dan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun).

Limbah dari penggilingan tebu dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu limbah padat, limbah cair, dan limbah gas. Yang termasuk dalam limbah padat ini adalah ampas tebu (*Sugar Cane Bagasse*) yang berbentuk serat dari

hasil penggilingan dan abu ampas tebu dari sisa pembakaran. Limbah cair yang dihasilkan adalah air bekas kondensor, air cucian, tetes tebu, dan limbah gas yang ada adalah asap cerobong dan bau dari sisa ampas tebu.

Menurut J Anton Winoto (Teknik Kimia UI), dalam proses produksi di Pabrik Gula, gula yang dimanfaatkan hanya 5 persen, ampas tebu 90 persen dan selebihnya tetes tebu (*molasse*) dan air. Selama ini dari 90 persen pemanfaatan ampas tebu (*sugar cane bagasse*) yang dihasilkan masih terbatas untuk : makanan ternak, bahan baku pembuatan pupuk, pulp, *particle board* dan bahan bakar untuk boiler di PG. Dengan memanfaatkan limbah yang ada untuk bahan bangunan maka dapat disebut juga sebagai bahan bangunan ekologis.

Bahan bangunan ekologis yang dimaksudkan adalah bahan bangunan yang dibentuk dari bahan sisa atau limbah industri melalui proses yang ramah lingkungan serta aman terhadap kesehatan baik saat diterapkan maupun pemanfaatan bangunan. Bahan bangunan ini dikembangkan untuk mengurangi dampak negatif dari limbah terhadap lingkungan.

Selanjutnya agar limbah dari beberapa proses tersebut tidak menimbulkan dampak negatif, maka perlu pengelolaan yang lebih baik dengan memanfaatkan kembali limbah tersebut. Untuk itu dalam penelitian ini akan membahas tentang penggunaan ampas tebu yang dicampur dengan penambahan SikaCim *Bonding Adhesive* dan semen untuk pembuatan pelat panel.

Ampas tebu atau lazimnya disebut bagas (*sugar cane bagasse*), adalah hasil samping dari proses ekstraksi (pemerahan) cairan tebu dan panjang serat ampas tebu antara 1,7 sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro. Dari data yang didapat bahwa total produksi gula nasional pada tahun 2004 adalah 2,051 juta ton (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Tebu, Departemen Pertanian Indonesia, 2005). Bila dalam setiap produksi tebu dihasilkan 5 persen gula, 90 persen ampas tebu dan 5 persen lainnya berupa tetes tebu dan air maka dapat kita ketahui bahwa terdapat 95,898 juta ton per tahun ampas tebu (*bagasse*) di Indonesia.

B. Semen

Semen *Portland* adalah semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat – silikat kalsium yang bersifat hidraulis (SII 0013-1981).

Tukang batu Joseph Aspidin dari Inggris adalah pembuat semen *Portland* yang pertama pada awal abad ke 19, dengan membakar batu kapur yang dihaluskan dan tanah liat didalam tungku dapur rumahnya. Dari metode kasar ini berkembanglah industri pembuatan semen yang sedemikian halus sehingga satu kilogram semen mengandung 300 milyar butiran. Empat senyawa kimia yang utama dari semen *portland* antara lain :

- | | | |
|---------------------------------|---|----------------------------|
| 1. Dikalsium silikat | $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ | atau C_2S |
| 2. Trikalsium silikat | $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ | atau C_3S |
| 3. Trikalsium aluminat | $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ | atau C_3A |
| 4. Tetra kalsium aluminatferrit | $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ | atau C_4AF |

C. Air

Air merupakan bahan dasar yang diperlukan untuk mencampur dalam pembuatan beton yang berfungsi sebagai pelumas butiran agregat, agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Karena pengerasan beton berdasarkan reaksi antara semen dan air, maka sangat diperlukan pemeriksaan apakah air yang digunakan memenuhi syarat-syarat tertentu. Pertama-tama harus diperhatikan kejernihan air tawar. Apabila ada beberapa kotoran yang terapung, maka air tidak boleh dipakai. Air digunakan adalah air tawar dan bersih, serta tidak mengandung bahan perusak, seperti fosfor, minyak, alkali dan bahan-bahan organik lainnya.

Persyaratan batas maksimum bahan organik yang terkandung dalam air (Tjokrodimulyo, K, 1995) adalah sebagai berikut :

1. Tidak mengandung Lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2,0 gr/ltr.
2. Tidak mengandung garam lebih dari 1,5 gr/ltr.
3. Tidak mengandung klorida lebih dari 0,5 gr/ltr.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/ltr.

D. SikaCim Bonding Adhesive

Ada berbagai bahan campuran (*admixtures*) lain yang ditambahkan pada beton antara lain : Bahan pengikat (*bonding admixtures*)

1. Bahan pengisi (*grouting admixtures*)
2. Bahan untuk mempercepat pengikatan (*quick setting admixtures*)
3. Bahan pembentuk gas (*gas forming agent*).

Pada umumnya emulsi air dan material berupa karet, polyvinyl klorida, *polyvinyl acetate*, *acrylics* dan *butadiene-styrene copolymers* yang ditambahkan dalam campuran semen atau dikuaskan pada permukaan beton lama dan beton baru yang berguna untuk meningkatkan daya lekat pasta semen.

Pada penelitian ini penulis menggunakan SikaCim *Bonding Adhesive* yang merupakan salah satu *bonding admixture* yang diproduksi oleh PT. Sika Indonesia dan berfungsi untuk :

1. menambah daya rekat adukan mortar.
2. merekatkan keramik, marmer, granit, lapisan mortar baru dan sebagainya dengan dasarnya.
3. untuk sambungan beton lama dan beton baru.

E. Perilaku Lentur

Perilaku lentur dari pelat panel dapat diketahui dengan melakukan percobaan lentur. Pada pengujian lentur, benda uji pelat panel diberi tumpuan pada kedua ujungnya dan diberi beban ditengah-tengah bentang. Pada posisi demikian maka nilai maksimum berada ditengah-tengah bentangan. Untuk menghitung besarnya kuat lentur yang terjadi dapat digunakan rumus 2.1.

$$\sigma_{lt} = \frac{M \times Y}{I} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$M = \frac{1}{4} PL$$

$$Y = \frac{1}{2} H$$

$$I = \frac{1}{12} BH^3$$

dengan :

- σ_{lt} = kekuatan lentur (kg/cm²)
- P = Beban yang bekerja (kg)
- M = Momen lentur (kg.cm)
- I = Momen inersia bahan (cm⁴)
- L = Panjang benda uji (cm)
- B = lebar benda uji (cm)
- H = tebal benda uji (cm)
- Y = jarak penampang ke garis netral (cm)

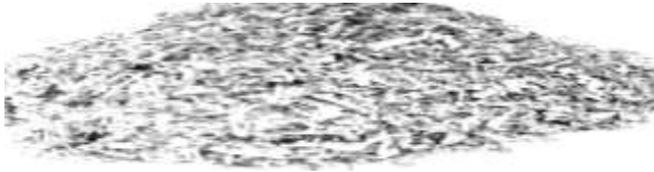
Pada pengujian lentur, benda uji diberi tumpuan pada kedua ujungnya dan diberi beban ditengah-tengah bentang. Momen yang terjadi mulai dari nol pada posisi beban ditumpuan dan nilai maksimum ditengah-tengah bentangan. Tegangan lentur pada batang dengan penampang segi empat ditentukan berdasarkan momen lentur maksimum.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Bahan Penelitian

1. Ampas tebu.

Ampas tebu yang dipergunakan diambil dari limbah penggilingan tebu PT. Perkebunan Nusantara IX (Persero), Divisi Tanaman Semusim, PG Gondan Baru, Plawikan, Jogonalan, Klaten – Jawa Tengah. Seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 31. Ampas tebu

2. Semen.

Dalam penelitian ini digunakan semen *Portland* type I yang diproduksi oleh PT. Semen Gresik. Kondisi semen dalam keadaan baik dan halus.

3. Air.

Air yang dipakai untuk penelitian ini berasal dari sumur tempat pelaksanaan penelitian di Lab Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta. Bila dilihat secara visual, air yang dipakai jernih, tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna.

4. SikaCim *Bonding Adhesive*

Penggunaan bahan tambah ini berfungsi untuk menambah daya rekat adukan semen dan serbuk ampas tebu. SikaCim *Bonding Adhesive* didapat dari Ambarukmo Plaza (*Carefour*) dan diproduksi oleh PT. Sika Indonesia.

B. Peralatan Penelitian

1. Timbangan.

Timbangan digunakan untuk menimbang bahan-bahan penyusun benda uji yaitu ampas tebu, semen, dan SikaCim *Bonding Adhesive* adalah timbangan elektrik produksi Furi – Hitachi dengan merek Accurate model ACS020G/W dan kapasitas maximal timbangan 20 kilogram, seperti pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Timbangan Elektrik Accurate

2. Alat uji lentur.

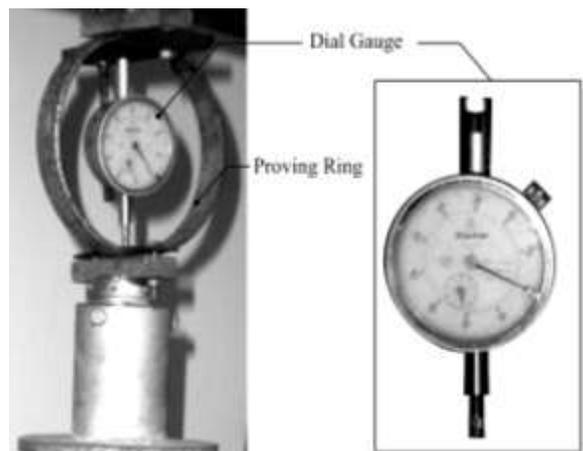
Alat uji lentur digunakan untuk mengetahui kekuatan lentur dari benda uji yang sudah dibuat.

3. Cetakan benda uji.

Cetakan yang dipakai untuk pembuatan benda uji berukuran $30 \times 15 \times 2 \text{ cm}^3$, yang terbuat dari kayu jati.

4. *Dial Gauge* dan *Proving ring*.

Dial Gauge digunakan untuk membaca kenaikan beban yang terjadi pada saat pengujian. Merek *Dial Gauge* yang dipakai adalah merek Mitutoyo. *Proving ring* digunakan untuk membantu dalam pembacaan *Dial Gauge* untuk setiap penambahan kenaikan beban, seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. *Dial Gauge* dan *Proving ring*

5. Alat-alat bantu.

Alat Bantu yang digunakan seperti : sendok semen atau cetok, ember, gunting, dongkrak, parang, plat baja dan tempat untuk mengaduk campuran.

C. Benda Uji

Benda uji dalam penelitian ini berupa pelat panel yang terbuat dari bahan dasar ampas tebu, semen dan SikaCima *bonding adhesive* dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Benda uji pelat panel yang dibuat berukuran $30 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$.

2. Perbandingan komposisi campuran yang digunakan untuk pembuatan benda uji dibagi dalam dua kelompok yaitu kelompok A tanpa penambahan SikaCim *Bonding Adhesive* dan kelompok B dengan penambahan SikaCim *Bonding Adhesive*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan 3.2.

Tabel 3.1. Perbandingan komposisi campuran Kelompok A (tanpa SikaCim *Bonding Adhesive*).

No	Semen (gram)	Bagas (gram)	Komposisi Perbandingan	Jumlah benda uji
1	1000	50	10 : 0,5	5
2	1000	100	10 : 1	5
3	1000	150	10 : 1,5	5

Tabel 3.2. Perbandingan komposisi campuran Kelompok B (dengan SikaCim *Bonding Adhesive*).

No	Semen (gram)	Bagas (gram)	SikaCim <i>Bonding Adhesive</i> (gram)	Komposisi Bahan susun	Jumlah benda uji
1	1000	50	50	10 : 0,5 : 0,5	5
2	1000	100	50	10 : 1 : 0,5	5
3	1000	150	50	10 1,5 : 0,5	5

D. Pelaksanaan Penelitian

Setelah pengambilan ampas tebu dari tempatnya, ampas tebu dipotong seperti pada Gambar 4.5, sampai menyerupai serbuk halus dengan ukuran panjang maksimal 1 cm dan dijemur hingga kering. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen *Portland* type I produksi PT. Semen Gresik. Sebelum semen digunakan dalam pembuatan benda uji, semen ditimbang terlebih dahulu sesuai dengan takaran yang telah ditentukan. Air yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari sumur di Laboratorium Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, UKRIM Yogyakarta. Air yang dipakai selalu konstan untuk setiap komposisi benda uji, yaitu 50 ml. SikaCim *Bonding Adhesive* dipakai untuk menambah daya rekat antara semen dan ampas tebu. Sebelum proses pencampuran, SikaCim *Bonding Adhesive* ditakar atau ditimbang terlebih dahulu

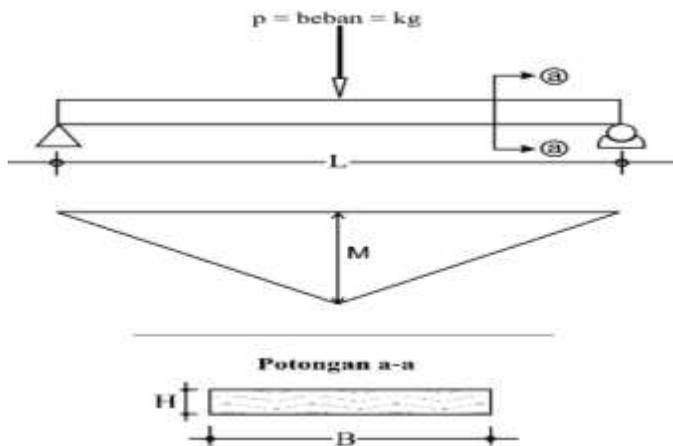
sesuai dengan takaran yang ditentukan dalam penelitian ini, setelah itu dicampur dengan air, diaduk hingga merata dan dicampur dengan semen dan ampas tebu.

Benda uji dibuat menjadi dua kelompok yaitu : kelompok A tanpa penambahan SikaCim dan kelompok B dengan penambahan SikaCim guna memperoleh berbagai ukuran kekuatan yang dihasilkan. Benda uji dalam penelitian ini berupa pelat panel. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan benda uji ini adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan cetakan benda uji yang berukuran $30 \times 15 \times 2 \text{ cm}^3$.
2. Menyiapkan bahan-bahan benda uji yaitu ampas tebu, semen, SikaCim *bonding adhesive*, dan air yang sudah ditakar sebelumnya.
3. Semua bahan dicampur kedalam tempat pencampuran dan diaduk sampai rata dan setelah campuran homogen maka dilakukan pencetakan.
4. Sebelum alat cetak digunakan, terlebih dahulu diolesi oli guna mempermudah melepas hasil cetakan baru kemudian adukan dimasukkan. Setelah adukan dimasukkan kedalam cetakan, dilakukan proses pematangan.
5. Setelah benda uji dicetak dan setelah 2-3 jam langsung dibuka dari cetakan dan cetakan dibersihkan. Proses pencetakan benda uji dilakukan sesuai dengan jumlah yang telah ditentukan dalam Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 pada halaman sebelumnya.

E. Pengujian

Prosedur pengujian dilakukan untuk menentukan kuat lentur benda uji dengan pembebanan terpusat ditengah bentang dengan prosedur sebagai berikut :



Gambar 3.1. Percobaan lentur dengan diagram momen

1. Mempersiapkan semua peralatan yang akan dipakai dalam uji lentur, yakni alat pembebanan, perletakan benda uji, buku pencatat, pulpen, dan lain-lain.
2. Benda uji diletakkan diatas perletakan yang sudah disiapkan.
3. Beban diletakkan di tengah bentang bagian atas pada posisi horisontal.
4. Alat pencatat besarnya beban diletakkan diatas benda uji dan posisi jarum dalam keadaan nol.
5. Pembacaan jarum pada alat uji (*Dial gauge*) dilakukan pada setiap kenaikan beban, kemudian beban ditambah sampai pada beban maksimal, dan saat itu akan terjadi defleksi maksimal yang dapat dibaca pada alat uji.
6. Pembebanan dilakukan sampai benda uji tidak patah/retak.

IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis hasil pengujian benda uji ini dapat dilihat dari besar beban lentur maksimum yang dapat didukung/tahan oleh benda uji. Dalam menganalisa data diarahkan untuk memperoleh data tentang kekuatan benda uji terhadap kuat lentur. Dari data percobaan yang dilakukan pada penelitian ini kemudian dibuat diagram hubungan antara satu dengan yang lainnya.

A. Hasil Pengujian

Dalam penelitian ini beban yang diperhitungkan hanya beban yang bekerja pada pelat panel saja, dan berat sendiri pelat panel diabaikan. Beban yang bekerja pada pelat panel adalah beban terpusat ditengah-tengah bentang. Pengujian benda uji pelat panel ini adalah untuk memperoleh data dari kekuatan lentur benda uji. Data yang diperoleh dianalisa untuk mengetahui dan mendapatkan jawaban dari tujuan penelitian ini. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

B. Perhitungan Kuat Lentur

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, maka data yang diperoleh kemudian dihitung untuk mendapatkan hasil kuat lentur dari setiap benda uji. Contoh hasil perhitungan kuat lentur dari salah satu kelompok B-50 (dengan penambahan SikaCim *bonding adhesive*), pada benda uji 1 sebagai berikut :

$$\sigma_{lt} = \frac{M \times Y}{I}$$

$$P = 46,75 \text{ kg}, L = 28 \text{ cm}, B = 15 \text{ cm}, H = 2 \text{ cm}$$

$$M = \frac{1}{4} P \cdot L = \frac{1}{4} \cdot 46,75 \times 28 = 327,25 \text{ kg.cm}$$

$$Y = \frac{1}{2} \cdot H = \frac{1}{2} \cdot 2 = 1 \text{ cm}$$

Tabel 4.1. Data hasil pengujian kelompok A (tanpa SikaCim *Bonding Adhesive*)

Kode benda uji	Komposisi campuran (gram) Semen : Bagas	Sampel	Beban Uji (kg)
A - 50	1000 : 50	1	40,5
		2	51,5
		3	57,25
		4	39
		5	47,75
A - 100	1000 : 100	1	30,25
		2	32,75
		3	36,75
		4	33
		5	29,75
A - 150	1000 : 150	1	8,25
		2	5,75
		3	4
		4	10,5
		5	15,5

Tabel 4.2. Data hasil pengujian kelompok B (dengan penambahan SikaCim *Bonding Adhesive*)

Kode benda uji	Komposisi campuran (gram) Semen : Bagas : SikaCim <i>bonding adhesive</i>	Sampel	Beban uji (kg)
B - 50	1000 : 50 : 50	1	46,75
		2	41,75
		3	55,5
		4	49,5
		5	50,25
B - 100	1000 : 100 : 50	1	32
		2	33
		3	37,25
		4	33
		5	32,75
B - 150	1000 : 150 : 50	1	10,25
		2	7,75
		3	12,25
		4	13
		5	6,25

$$I = \frac{1}{12} \times B \times H^3 = \frac{1}{12} \times 15 \times 2^3 = 10 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_{lt} = \frac{M \times Y}{I} = \frac{327,25 \times 1}{10} = 32,725 \text{ kg/cm}^2$$

Data-data hasil perhitungan kuat lentur kelompok A (tanpa SikaCim *Bonding Adhesive*), selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.3., dan kelompok B (dengan SikaCim *Bonding Adhesive*) dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.3. Hasil hitungan kuat lentur panel kelompok A.

Kode benda uji	Komposisi campuran (gr) Semen : Bagas	Sampel	Beban uji (kg)	Kuat Lentur (kg/cm ²)
A - 50	1000 : 50	1	40,5	28,35
		2	51,5	36,05
		3	57,25	40,075
		4	39	27,3
		5	47,75	33,425
A - 100	1000 : 100	1	30,25	21,175
		2	32,75	22,925
		3	36,75	25,725
		4	33	23,1
		5	29,75	20,825
A - 150	1000 : 150	1	8,25	5,775
		2	5,75	4,025
		3	4	2,8
		4	10,5	7,35
		5	15,5	10,85

Tabel 5.4. Hasil perhitungan kuat lentur panel kelompok B

Kode benda uji	Komposisi campuran (gr) Semen : Bagas : SikaCim	Sampel	Beban uji (kg)	Kuat Lentur (kg/cm ²)
B - 50	1000 : 50 : 50	1	46,75	32,725
		2	41,75	29,225
		3	55,5	38,85
		4	49,5	34,65
		5	50,25	35,175
B- 100	1000 : 100 : 50	1	32	22,4
		2	33	23,1
		3	37,25	26,075
		4	33	23,1
		5	32,75	22,925
B - 150	1000 : 150 : 50	1	10,25	7,175
		2	7,75	5,425
		3	12,25	8,575
		4	13	9,1
		5	6,25	4,375

C. Analisis kuat lentur benda uji.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat lentur tiap benda uji pada penelitian ini antara lain :

1. Penambahan ampas tebu. Semakin banyak ampas tebu yang ditambahkan lebih dari 50 gram, maka semakin rendah/menurun kuat lentur yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena menurunnya ikatan pasta (semen + air) terhadap ampas tebu dan masalah ini dapat kita lihat pada benda uji A-150 dan B-150. Masalah yang juga timbul akibat penambahan ampas tebu adalah penyerapan air semen oleh ampas tebu yang mempengaruhi rekatan antara semen dan bagas.
2. Penambahan SikaCim *Bonding Adhesive*. SikaCim *Bonding Adhesive* berpengaruh sedikit terhadap kuat lentur panel. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.7.
3. Volume campuran. Pada saat proses pencetakan, ada sisa adukan/campuran yang terbuang karena diabaikannya perhitungan volume campuran untuk setiap benda uji.
4. Proses pencetakan benda uji. Terdapat rongga pada bagian bawah panel yang menyebabkan perbedaan kuat lentur antara tiap benda uji.
5. Ampas tebu. Kulit tebu yang terdapat pada benda uji, akan mempengaruhi rekatan semen.

Tabel 5.8. Perbandingan kuat lentur maksimum dari beberapa bahan.

Bahan	Ketebalan (cm)	Komposisi Campuran (gram)	Kuat lentur (kg/cm ²)
Ampas tebu (a)	2	0,5 ampas tebu : 10 pc : 0,5 SikaCim <i>Bonding Adhesive</i>	34,125
Ampas tebu (b)	2	1 ampas tebu : 10 pc : 2 lem fox	31,903
Bubur kertas	1	10 bubur kertas : 2,5 larutan kanji : 10 pc	14,735
Sabut kelapa	1	10 pc : 0,1 sabut kelapa	3,551
Sayatan bambu	1	10 pc : 0,1 sayatan bambu	4,501
Kayu	1,5	(PT. Indo Yumen Board)	17

Keterangan :

1. Ampas tebu (a). Penelitian ini dengan memanfaatkan limbah padat pabrik gula PT. Gondan Baru, Klaten dengan komposisi ampas tebu : semen : SikaCim *Bonding Adhesive* menghasilkan kuat lentur 34,125 kg/cm². Ampas tebu berupa serbuk dengan panjang maksimal adalah 1 cm.
2. Ampas tebu (b). Penelitian yang dilakukan oleh Rojali (UKRIM, 2003), menggunakan ampas tebu dengan panjang serat 5 -15 cm.
3. Kertas. Penelitian yang dilakukan oleh Benny H.R (UKRIM, 2000) tentang pemanfaatan limbah kertas, menyebutkan bahwa kertas dapat dijadikan salah satu bahan alternatif untuk pembuatan pelat panel.
4. Sabut kelapa dan Sayatan bambu. Penelitian dilakukan oleh Retno Wulandari (UKRIM, 2001) yang membandingkan antara penggunaan komposisi sabut kelapa : semen dan sabut kelapa : pasir : semen yang menghasilkan kuat lentur terbesar pada komposisi sabut kelapa : semen. Pada benda uji berupa sayatan bambu disimpulkan bahwa sayatan bambu dapat digunakan untuk pelat panel.
5. Kayu. Diproduksi oleh PT. Indo Yumen Board, yang terbuat dari serat kayu pinus dan semen. Serat kayu Pinus diawetkan secara kimiawi sebelum pembuatan panel.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian uji kuat lentur pelat panel benda uji berukuran 30 x 15 x 2 cm, maka dapat diambil beberapa kesimpulan. Kesimpulan

yang didapat hanya terbatas dan hanya berlaku pada hasil penelitian ini. Adapun kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut :

1. Bila dibandingkan dengan pelat panel yang berbahan lain, maka ampas tebu dapat dijadikan sebagai bahan dasar dalam pembuatan pelat panel untuk bahan bangunan.
2. Ampas tebu berupa serbuk mempunyai ikatan antar serat lebih baik. Dikatakan demikian karena terjadi peningkatan kuat lentur dari 10,133 kg/cm² untuk panjang serat 5-15 cm, dan 11,2 kg/cm² untuk panjang serat 1-5 cm (Rojali, UKRIM, 2003) menjadi 22,75 kg/cm² dengan komposisi (10 PC : 100 Ampas tebu).
3. Semakin banyak takaran ampas tebu lebih dari 50 gram, maka semakin rendah kuat lentur yang dihasilkan.
4. Penambahan SikaCim *Bonding Ahesive* tidak terlalu mengalami peningkatan signifikan sehingga tidak efektif penambahannya pada penelitian ini.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka ada beberapa saran yang dapat diberikan, diantaranya adalah :

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai penelitian ini dengan ukuran dimensi dan takaran air (Faktor Air Semen) yang berbeda .
2. Pada saat proses penakaran, pencampuran dan pencetakan diusahakan agar lebih teliti untuk mencegah terjadinya perbedaan kualitas dari masing-masing benda uji.
3. Pada penelitian selanjutnya, bila terjadi perbedaan yang mencolok dari hasil uji lentur dengan komposisi campuran yang sama maka sampel yang mencolok kuat lenturnya perlu diabaikan dan digantikan dengan sampel hasil uji yang hampir sama kuat lenturnya. Untuk itu sampel uji perlu dibuat minimal 20 buah untuk setiap komposisi campuran.
4. Perlu diadakan pengadaan atau perbaikan alat uji lentur untuk kepentingan pengujian bagi peneliti-peneliti yang akan datang sehingga akurasi data hasil penelitian menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Mubin dan Ratnanto Fitriadi, “*Upaya Penurunan Biaya Produksi dengan Memanfaatkan Ampas Tebu*”, Jurnal Teknik Gelagar Vol. 16, No. 01, http://eprints.ums.ac.id/25/1/02_GelagarApril2005-2.pdf , 19 Juni 2008.
- Anonim, Situs Web Kimia Indonesia, “*Produksi Furfural Dan Turunannya Alternatif Peningkatan Nilai Tambah Ampas Tebu Indonesia (Sebuah*

- Wacana Bagi Pengembangan Industri Berbasis Limbah Pertanian)*, <http://www.chem-is-try.org/?sect=fokus&ext=15> , 22 July 2008.
- Anonim, “*Pokok Tebu*”, Wikipedia Bahasa Melayu, <http://www.ms.wikipedia.org>, 23 Juni 2008.
- Anonim, “*Tebu*”, Wikipedia Bahasa Indonesia, <http://www.id.wikipedia.org>, 23 Juni 2008.
- Anonim, “*Tebu*” Wikipedia Bahasa Jawa, <http://www.jv.wikipedia.org/wiki/>, 21 July 2008
- Anonim, “*Keanekaragaman Hayati Tumbuhan Indonesia- Saccharum officinarum Linn*”, <http://www.proseanet.org/florakita/browser.php?docsid=765>, 9 July 2008.
- Badan Penelitian dan pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian Indonesia 2004, “*Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Tebu*”, <http://www.litbang.deptan.go.id/special/komoditas/files>, 21 July 2008.
- Cipto Budiono., Ir., “*Strategi Pengembangan Industri berbasis Tebu Jatim*”, <http://www.surya.co.id/web>, 22 July 2008.
- Iwan Parulian, 2004, “*Tinjauan Pengaruh Penggunaan Berbagai Jenis Semen Terhadap Kuat Lentur Panel Dengan Bahan Sabut Kelapa*”, Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Immanuel, Tidak dipublikasi, Yogyakarta.
- Laboratorium Bioindustri TIP – FTP UNIBRAW 2008, “*Ampas Tebu*”, <http://bioindustri.blogspot.com/2008/04/ampas-tebu.html>, 22 July 2008.
- Panitia Teknis 33S, Badan Standarisasi Nasional- SNI 15-2049-2004, “*Semen Portland*”, <http://www.bsn.or.id/SNI/download/Des2004/SNI%2015-2049-2004.pdf>, 14 Desember 2005.
- Paul Nugraha dan Antoni, 2007, “*Teknologi Beton*”, Andi Offset, Yogyakarta.
- Rojali, 2003, “*Tinjauan Kuat lentur Pelat Panel Menggunakan Ampas Tebu*”, Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Immanuel, Tidak dipublikasi, Yogyakarta.
- Retno Wulandari, 2001, “*Tinjauan Pembuatan Panel dari Bahan Sabut Kelapa, Sayatan Bambu dan Zat Tambah Styrobond*”, Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Immanuel, Tidak dipublikasi, Yogyakarta .
- Tri Mulyono, 2004, “*Teknologi Beton*”, Andi Offset, Yogyakarta.

