

VALIDASI KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON NORMAL TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON DENGAN PENAMBAHAN SERBUK KAYU JATI DAN SERBUK KAYU KELAPA

Oleh: Erlina¹

E-mail: erlinahakuan@gmail.com

ABSTRAK: Pembangunan yang berwawasan lingkungan merupakan wacana baru yang harus dikembangkan baik dalam penyelenggaraan maupun pengelolaannya. Pengembangan bahan bangunan dari limbah selain dapat menunjang kebutuhan pembangunan juga dapat memecahkan masalah lingkungan yang selanjutnya produk ini dapat dikategorikan sebagai bahan bangunan ekologis.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah serbuk kayu jati dan serbuk kayu kelapa terhadap kuat tekan beton dan kuat lentur beton. Penelitian dilakukan dengan membuat benda uji berupa silinder beton untuk uji kuat tekan dan balok beton untuk uji kuat lentur dengan variasi penambahan serbuk kayu mulai dari 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%.

Untuk persiapan dan pembuatan benda uji dilakukan di Laboratorium Bahan FT UCY, pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Bahan FT Universitas Atma Jaya Yogyakarta sedangkan pengujian kuat lenturnya dilakukan di Laboratorium Bahan FT UCY. Pembuatan benda uji dengan menggunakan metode campuran beton pada "Road Note No. 4".

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasir mempunyai modulus halus butir 2,835, berat jenis (SSD) sebesar 2,642, kadar serapan air sebesar 4,95% dan kandungan lumpur sebesar 2,95%. Agregat kasar mempunyai modulus halus butiran 7,02, berat jenis (SSD) 2,623 dan serapan air sebesar 2,674%. Kayu jati mempunyai berat jenis sebesar 0,67 dan kayu kelapa mempunyai berat jenis sebesar 0,71. Beton dengan penambahan serbuk kayu jati mempunyai serapan air yang lebih besar dibandingkan dengan beton dengan penambahan serbuk kayu kelapa dimana serapan air pada beton dengan penambahan serbuk kayu jati berkisar antara 12,45-41,65% dan pada penambahan serbuk kayu kelapa sebesar 9,41-36,28%. Beton dengan penambahan serbuk kayu jati mempunyai berat jenis, kuat tekan, modulus elastisitas dan kuat lentur yang lebih kecil dibandingkan dengan beton dengan penambahan serbuk kayu kelapa. Berat jenis beton dengan penambahan serbuk kayu jati 25-100% berkisar antara 1837,092-1225,839 kg/m³ dan pada kayu kelapa antara 2047,439-1237,370 kg/m³. Kuat tekan beton dengan penambahan serbuk kayu jati 25-100% berkisar antara 8,479-0,110 MPa dan pada kayu kelapa antara 13,670-0,145 MPa. Kuat lentur beton dengan penambahan serbuk kayu jati 25-100% berkisar antara 1,797-0,470 MPa dan pada kayu kelapa antara 1,948-0,489 MPa. Pergerakan yang berasal dari Perumnas Condongcatur Kecamatan Depok Kabupaten Sleman Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, dipengaruhi oleh Ukuran Rumah Tangga, Pemilikan Kendaraan, dan Pendapatan.

Kata kunci: Beton, Kuat Lentur, Kuat Tekan, Modulus Elastisitas, Serbuk Kayu Jati, Serbuk Kayu Kelapa

¹⁾ adalah staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam upaya memenuhi tuntutan hidup dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat, perlu dilaksanakan pembangunan. Kegiatan pembangunan yang selama ini dilaksanakan telah membawa kemajuan yang pesat diberbagai bidang. Pembangunan yang berwawasan lingkungan merupakan wacana baru yang harus dikembangkan baik dalam penyelenggaraan maupun pengelolaannya.

Manusia dan pembangunan merupakan dua hal yang tidak terpisahkan karena pembangunan merupakan bagian dari kebutuhan hidup dalam meningkatkan kesejahteraannya. Selain produk bahan dan komponen bangunan manusia juga telah mengembangkan beberapa produk lain baik dibidang energi maupun kebutuhan dasar lainnya untuk memenuhi kebutuhan hidup. Pengembangan ini dalam prosesnya menghasilkan bahan sisa atau limbah. Limbah dari berbagai proses tersebut memerlukan pengelolaan yang lebih baik dengan memanfaatkan kembali secara optimal, tepat dan bijaksana agar tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan meningkatkan kegunaannya sebagai bahan bangunan. Pengembangan bahan bangunan dari limbah ini selain dapat menunjang kebutuhan pembangunan juga dapat memecahkan masalah lingkungan yang selanjutnya produk ini dapat dikategorikan sebagai bahan bangunan ekologis. Bahan bangunan ekologis yang dimaksudkan adalah bahan bangunan yang dibentuk dari sisa atau limbah industri melalui proses yang ramah lingkungan serta aman terhadap kesehatan baik saat diterapkan maupun pemanfaatan bangunan.

1.2. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah serbuk penggergajian pada mortar semen sebagai bahan pengganti agregat dan memberikan perkembangan masalah beton dan mortar dalam dunia keteknik sipil.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat fisik beton yang menggunakan campuran antara serbuk kayu jati dengan mortar semen dan serbuk kayu kelapa dengan mortar semen. Selain itu untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah serbuk kayu jati dan serbuk kayu kelapa terhadap kuat tekan beton dan pengaruh penambahan limbah serbuk kayu jati dan serbuk kayu kelapa terhadap kuat lentur beton.

1.4. Batasan Penelitian

Agregat yang digunakan berasal dari Sungai Gendol Yogyakarta dengan butiran maksimal 20 mm, Perbandingan volume antara jumlah pasir dan serbuk kayu bervariasi mulai dari 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%, Serbuk kayu jati yang digunakan adalah limbah penggergajian kayu salah satu warga dan limbah penggergajian kayu kelapa dari industri penggergajian kayu kelapa di Taji, Prambanan, Klaten.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Umum

Beton adalah bahan bangunan yang terdiri dari campuran semen, agregat

dan air serta jika perlu ditambah dengan bahan tambah yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat sampai dengan bahan buangan non kimia seperti limbah beton, batu pecah dengan perbandingan tertentu, campuran tersebut bila dituang dalam cetakan kemudian dibiarkan akan mengeras seperti batuan. Dalam SK SNI : T-15-1991-03 beton didefinisikan sebagai campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Secara umum beton merupakan hasil reaksi semen hidraulik dengan air. Tetapi belakangan ini didefinisikan semakin luas yaitu beton yang terbuat dari berbagai tipe semen dan juga bahan pozzolan, abu terbang, terak tanur tinggi, sulfur polimer serat dan lain-lain (Neville dan Brooks, 1987). Berdasarkan berat beton dan jenis pemakaiannya beton dikelompokkan menjadi tiga kelompok seperti dalam tabel 1 (Tjokrodimuljo, 1996).

Tabel 1 Jenis-jenis beton berdasarkan berat beton dan agregat penyusunnya

Jenis Beton	Berat beton (kg/m ³)	Pemakaian
Beton sangat ringan	<1000	Non struktur
Beton ringan	1000-2000	Struktur ringan
Beton normal (biasa)	2300-2500	Struktur
Beton berat	>3000	Perisai sinar X

2.2. Bahan Penyusun Beton

Beton diperoleh dengan mencampurkan semen portland, air dan agregat atau kadang-kadang bahan tambah pada perbandingan tertentu. Agregat merupakan bahan pengisi beton. Adapun semen dan air akan selalu bereaksi melalui proses hidrasi membentuk pasta semen yang akan mengeras dan merekatkan butiran agregat. Campuran tersebut bila dituang dalam cetakan dan dibiarkan akan mengeras seperti batuan. Pengerasan terjadi akibat dari peristiwa reaksi kimia antara air dan semen yang berlangsung selama waktu yang panjang dan akibatnya campuran ini selalu bertambah keras sesuai dengan bertambahnya umur. Kekuatan, keawetan dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat-sifat bahan dasar beton tersebut, nilai perbandingan bahannya, cara pengadukan, cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan serta cara perawatan selama pengerasan (Tjokrodimuljo, 1996).

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghasilkan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gipsum sebagai bahan tambah (PUBI, 1982). Semen yang digunakan untuk bahan beton adalah semen portland atau semen portland-pozzolan, berupa semen hidrolis yang berfungsi sebagai bahan perekat bahan susun beton. Jenis semen tersebut memerlukan air guna berlangsungnya proses hidrasi. Pada proses hidrasi semen mengeras dan mengikat bahan susun beton membentuk massa padat (Dipohusodo, 1996).

Air merupakan bahan dasar pembuatan beton yang penting namun murah harganya. Air diperlukan pada pembuatan semen yang berpengaruh pada sifat dapat dikerjakan (*workability*) dari adukan beton, kekuatan, susut dan keawetan betonnya. Tujuan utama penggunaan air adalah agar terjadi hidrasi yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran menjadi keras setelah lewat beberapa waktu tertentu. Pada dasarnya yang dibutuhkan untuk bereaksi dengan semen adalah 25% dari berat semen. Namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit jika kurang dari 0,350.

Campuran beton pada umumnya menggunakan agregat sebagai bahan pengisi dengan volume 60% sampai 70% dari volume totalnya. Walaupun hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat berpengaruh terhadap sifat-sifat dan kualitas beton sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian yang penting dalam pembuatan beton. Agregat yang ada relatif murah harganya maka dari itu dianjurkan untuk menggunakan bahan ini sebanyak mungkin agar beton yang dihasilkan ekonomis. Disamping itu pemakaian banyak agregat juga dapat mengurangi koefisien ekspansi panas (Tjokrodimuljo, 1992). Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat yang paling sering digunakan untuk beton bangunan adalah pasir dan kerikil karena pertimbangan ekonomis dan kemudahan pengerjaannya. Sifat yang paling penting dari suatu agregat adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap reaksi kimia dan penyusutan (Murdock, L.J., 1986).

2.3. Serbuk Kayu

Kayu jati memiliki nama botani *Tectona Grandis* L.F. Di Indonesia kayu jati memiliki berbagai jenis nama daerah yaitu delek, dodolan, jate, jatih, jatos, kioti, kalidawa dan lain-lain. Berdasarkan PPKI 1961 kayu jati termasuk kayu dengan tingkat pemakaian I, kekuatan II dan tingkat keawetan I. Kelapa (*Cocos nucifera* L) termasuk suku *Arecaceae* disebut juga pohon nyiur. Kelapa termasuk tanaman monokotil (berbiji tunggal), tidak memiliki kambium tetapi memiliki sebuah titik tumbuh yang letaknya disebelah atas sehingga tumbuhnya selalu mengarah ke atas dan umumnya tidak bercabang.

Berat jenis terbesar kayu kelapa terdapat pada bagian pangkal tepi dan berat jenis terkecil terdapat pada bagian ujung dalam (Morisco, dkk, 1998 dalam Ali Awaludin, dkk, 2002). Untuk serbuk kayu kelapa pada dasarnya merupakan partikel-partikel kayu yang terurai dan jika disatukan kembali maka sifat-sifatnya hampir sama dengan kayu kelapa dalam keadaan utuh, baik untuk sifat-sifat fisik kayu kelapa, sifat-sifat mekanik maupun sifat-sifat kimianya (Dumanau W, 1992 dalam Supriyanto, 1998).

3. LANDASAN TEORI

3.1. Kuat Tekan

Sifat yang paling penting dari beton adalah kuat tekan. Kuat tekan biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya bila kuat desaknya tinggi sifat-sifatnya lain juga (Tjokrodimulyo, 1992). Kekuatan tekan beton dengan benda uji silinder berdiameter 150 mm dan panjang 300 mm didasarkan atas kekuatan beton umur 28 hari. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah sebagai berikut : faktor air semen, umur beton, jenis semen, jumlah semen dan sifat agregat. Nilai kuat tekan beton dinyatakan dalam satuan MPa atau kg/m² dapat ditulis

dengan rumus sebagai berikut :

$$F'c = P/A \dots \dots \dots (3.1)$$

Dengan $f'c$ adalah kuat tekan / kuat desak (kg/cm^2) , P adalah beban maksimum (kg), dan A adalah luas tampang (cm^2).

3.2. Modulus Elastisitas Beton

Modulus Elastisitas beton merupakan nilai banding kuat tekan $f'c$ dan regangan (ϵ). Untuk mengetahui nilai tersebut harus dilakukan pengujian tegangan-regangan. Pada pengujian tersebut akan diperoleh grafik hubungan tegangan-regangan yang bentuknya hampir linier pada pembebanan awal hingga batas elastis, kemudian berbentuk busur pada kondisi plastis hingga kuat batas telah dicapai dan kemudian kuat tekan akan menurun hingga regangan maksimum (pecah). Untuk menghitung modulus elastisitas menggunakan rumus sebagai berikut :

$$E_c = \frac{f'c}{\epsilon} \dots \dots \dots (3.2)$$

Dengan E_c adalah modulus elastisitas beton (MPa), $f'c$ adalah kuat tekan beton (MPa), dan ϵ adalah regangan beton.

3.3. Kuat Lentur Beton

Kuat lentur merupakan salah satu dari sifat penting beton. Kuat lentur terbentuk akibat interaksi antara unsur-unsur pembentuknya yaitu semen, pasir, kerikil dan air. Penambahan kekuatan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti bahan dasar, proses pengolahan dan perawatan. Salah satu cara menaksir kekuatan lentur beton adalah dengan tes lentur (kuat lentur). Benda uji adalah berupa balok berukuran panjang 60 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm. Benda uji diisi dengan adukan beton masing-masing dengan dua lapisan yang sama dimana setiap lapisan mendapatkan 60 kali rojokan, sesuai yang disyaratkan pada silinder yang tertekan. Balok beton dirawat sesuai dengan pedoman dan diuji kekuatannya. (Aman Subakti, 1994).

4. CARA PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan membuat benda uji berupa silinder beton dan balok. Persiapan, pembuatan dan pengujian kuat lentur dilakukan di Laboratorium Bahan FT UCY. Pemeriksaan material meliputi pemeriksaan air dan semen secara visual analisa saringan butir halus (pasir) dan kasar (kerikil), pemeriksaan kandungan lumpur agregat, dan pemeriksaan berat jenis. Perhitungan campuran adukan beton dengan perencanaan campuran beton memahami metode "Road Note". Pengujian dilakukan setelah benda uji mencapai umur 28 hari yang meliputi pengujian kuat tekan, modulus elastisitas, kuat lentur dan resapan air.

Hasil pengujian yang didapatkan kemudian dilakukan analisa dan perhitungan-perhitungan lebih lanjut untuk mengetahui perbandingan kuat desak/tekan dan kuat lentur beton dari serbuk kayu jati dan kelapa yang disajikan dalam bentuk tabulasi dan diagram.

5. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Pemeriksaan Bahan Susun

Pada penelitian ini air dan semen hanya dilakukan pemeriksaan secara visual

Validasi Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Normal Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton dengan Penambahan Serbuk Kayu Jati dan Serbuk Kayu Kelapa (Erlina)

saja. Berat jenis standar untuk air adalah 1 gram/cm³ dan untuk semen adalah 3,15 gram/cm³. Pemeriksaan agregat halus menghasilkan data modulus halus butir pada agregat halus adalah 2,835, berat jenis jenuh kering muka (SSD) sebesar 2,642 dan kadar serapan air sebesar 4,95% sedangkan kandungan lumpur dalam pasir sebesar 2,95%. Pemeriksaan agregat kasar menghasilkan data modulus halus butiran agregat kasar (split) sebesar 7,02. Berat jenis (SSD) 2,623 dan serapan air sebesar 2,674%. Hasil pemeriksaan terhadap serbuk kayu menghasilkan data kayu jati mempunyai berat jenis sebesar 0,67 sedangkan kayu kelapa mempunyai berat jenis sebesar 0,71.

5.2. Hasil Pengujian Slump

Tabel 2 Hasil pengujian slump beton dengan serbuk kayu jati

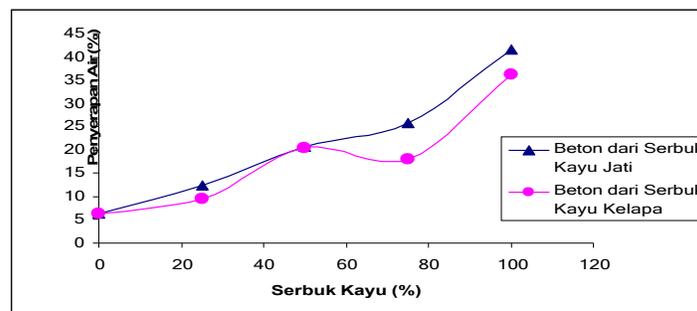
Tipe Beton	Kadar Serbuk Kayu Jati	fas	nilai slump
BN	0	0,48	± 4,5
BJ – 25	25	0,48	± 3,0
BJ – 50	50	0,48	± 2,5
BJ – 75	75	0,48	± 1,0
BJ – 100	100	0,48	± 1,0

Tabel 3 Hasil pengujian slump beton dengan serbuk kayu kelapa

Tipe Beton	Kadar Serbuk Kayu Kelapa	fas	nilai slump
BN	0	0,48	± 4,5
BK – 25	25	0,48	± 3,0
BK – 50	50	0,48	± 2,0
BK – 75	75	0,48	± 1,5
BK – 100	100	0,48	± 1,0

5.3. Penyerapan Air

Penyerapan air pada beton menunjukkan tingkat porositas atau pori dalam beton. Umumnya kekuatan beton dipengaruhi secara linier oleh tingkat besarnya porositas beton. Data penyerapan air pada beton yang dihasilkan disajikan pada grafik dibawah ini :



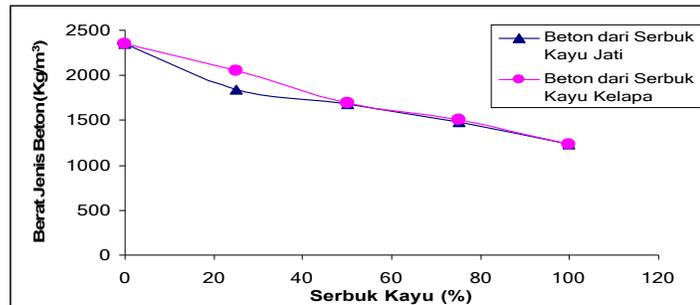
Gambar 1 Penyerapan air

Dari gambar di atas menunjukkan beton yang diberi serbuk kayu kelapa

mempunyai porositas atau penyerapan air yang makin meningkat drastis dibanding beton normal atau yang tidak diberi serbuk, baik serbuk kelapa maupun serbuk jati.

5.4. Berat Jenis Beton

Hubungan berat jenis beton hasil pengujian dan persentase penambahan serbuk kayu disajikan pada grafik dibawah ini :

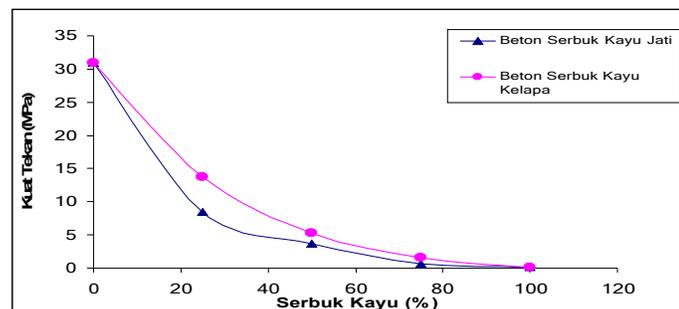


Gambar 2 Berat jenis beton

Dari gambar di atas menunjukkan penambahan serbuk kayu kelapa dalam adukan beton berpengaruh terhadap berat jenis beton yang makin menurun seiring dengan penambahan serbuk.

5.5. Kuat Tekan Beton

Hubungan kuat tekan dan persentase penambahan serbuk kayu disajikan pada grafik dibawah ini :

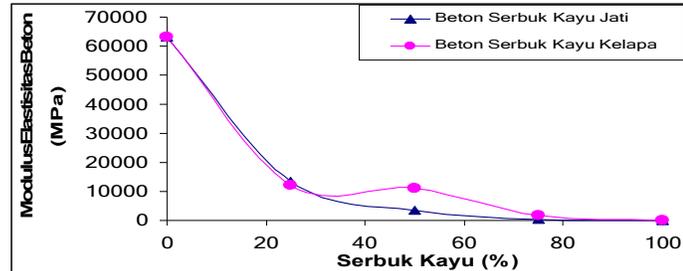


Gambar 3 Kuat tekan beton

Dari gambar di atas menunjukkan penambahan serbuk kayu kelapa dalam adukan beton berpengaruh terhadap kuat tekan beton yang makin menurun drastis.

5.6. Modulus Elastisitas Beton

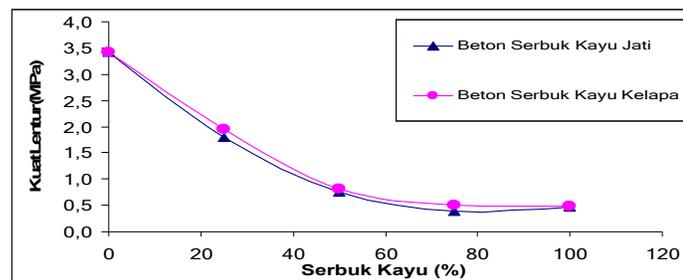
Modulus elastis merupakan indikator kekuatan beton. Dalam penelitian ini tampak modulus elastis makin menurun setelah diberi bahan tambah serbuk kayu jati maupun serbuk kayu kelapa. Modulus elastisitas beton yang dihasilkan disajikan pada grafik dibawah ini :



Gambar 4 Modulus elastisitas beton

5.7. Kuat Lentur Beton

Kuat lentur beton untuk tiap variasi penambahan serbuk dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



Gambar 5 Kuat lentur beton

5.8. Hubungan Kuat Lentur dan Kuat Tekan Beton

Kuat lentur beton merupakan spesifikasi yang melemahkan sedangkan kuat tekan beton merupakan keutamaannya. Berbagai upaya meningkatkan kedua sifat mekanis tersebut telah dilakukan dan dalam penelitian ini penambahan serbuk kayu ternyata justru menurunkan kuat lentur dibanding beton normal tanpa bahan serbuk. Demikian pula terhadap kuat beton ternyata makin menurun. Kondisi ini dapat dipahami mengingat serbuk kayu merupakan bahan organik yang secara mekanis kekuatannya tidak menguntungkan untuk bahan campuran beton.

Kuat lentur hasil korelasi kuat tekan dan kuat lentur hasil pengujian disajikan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4 Korelasi kuat tekan dan kuat lentur

Serbuk Kayu (%)	Serbuk Kayu Jati			Serbuk Kayu Kelapa		
	Kuat Tekan Beton (f_c) (MPa)	Kuat Lentur Korelasi ($0,57\sqrt{f_c}$) (Mpa)	Kuat lentur (Flt) (MPa)	Kuat Tekan Beton (f_c) (MPa)	Kuat Lentur Korelasi ($0,57\sqrt{f_c}$) (Mpa)	Kuat lentur (Flt) (MPa)
0	30,909	3,169	3,422	30,909	3,619	3,422
25	8,479	1,660	1,797	13,670	2,108	1,948
50	3,647	1,089	0,757	5,226	1,303	0,810
75	0,645	0,457	0,377	1,569	0,714	0,505
100	0,110	0,188	0,470	0,145	0,216	0,489

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari pembahasan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Agregat halus berupa pasir yang berasal dari Kali Gendol Yogyakarta, mempunyai berat jenis 2,642 gr/cm³, serapan air 4,95% serta MHB 2,835 yang semuanya masih memenuhi syarat sebagai bahan susun.
2. Agregat kasar berupa batu pecah yang berasal dari Clereng, mempunyai berat jenis 2,623 gr/cm³, serapan air 2,674% serta MHB 7,96 yang semuanya masih memenuhi syarat sebagai bahan susun.
3. Beton dengan penambahan baik serbuk kayu jati maupun serbuk kayu kelapa mempunyai serapan air yang lebih besar jika dibandingkan dengan beton normal dimana beton dengan penambahan baik serbuk kayu jati mempunyai serapan air sebesar 12,45-41,65% dan serbuk kayu kelapa sebesar 9,41-36,28% sedangkan beton normal sebesar 6,24%.
4. Beton dengan penambahan serbuk kayu kelapa mempunyai berat jenis yang lebih besar dibandingkan dengan beton dengan penambahan serbuk kayu jati dimana beton dengan penambahan serbuk kayu kelapa pada variasi 25-100% mempunyai berat jenis antara 2047,439-1237,370 kg/m³ sedangkan pada penambahan serbuk kayu jati berkisar antara 1837,092-1225,839 kg/m³.
5. Beton dengan penambahan serbuk kayu kelapa mempunyai kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan beton dengan penambahan serbuk kayu jati dimana beton dengan penambahan serbuk kayu kelapa pada variasi 25-100% mempunyai kuat tekan antara 13,670-0,145 MPa sedangkan pada penambahan serbuk kayu jati antara 8,479-0,110 MPa.
6. Beton dengan penambahan serbuk kayu kelapa mempunyai kuat lentur yang lebih besar dibandingkan dengan beton dengan penambahan serbuk kayu jati dimana beton dengan penambahan serbuk kayu kelapa pada variasi 25-100% mempunyai kuat lentur antara 1,948-0,489 MPa sedangkan pada penambahan serbuk kayu jati antara 1,797-0,470 MPa.

6.2. Saran-saran.

Dalam penelitian pengembangan penambahan serbuk kayu perlu dicoba beberapa alternatif supaya unsur-unsur yang ada dalam serbuk dapat mendukung perbaikan sifat mekanis campuran beton, misalnya dibakar dan diambil abunya. Cara ini juga dapat mengunrangi susutan campuran beton. Selain itu perlu dipikirkan alternatif material kayunya yang memang mengandung banyak unsur pendukung kekuatan beton seperti silika, pozzolan, dan sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1982, *Peraturan Umum Bahan Bangunan Indonesia (PUBI)*, Penerbit Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan DPU, Bandung,
- Anonim, 1971, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI)*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan DPU, Bandung,
- Awaludin A, 2002, *Penggunaan Komposit Glugu Bangkirai pada Struktur Truss*, FT, UGM, Yogyakarta.
- Christanto Y, 2003, *Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan Serbuk Sisa Penggajian Kayu pada Kuat Lentur Balok Beton Mutu $f'c = 25$ MPa*, Unika Parahyangan, Bandung.
- Dipohusodo I, 1996, *Standar Beton Bertulang*, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama DPU, Jakarta.
- Murdock L.J, 1986, *Bahan dan Praktek Beton*, Erlangga, Jakarta.
- Neville, A.M. and Brooks, J.J., 1987, *Concrete Technology, First Edition*, Longman Scientific & Technical, England
- Setyawan Supriyanto, 1998, *Tinjauan Sifat-sifat Bata Beton Serat dari Serbuk Penggajian Kayu Kelapa, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas TeknikSipil*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Susanto G, 2003, *Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan Serbuk Sisa Penggajian Kayu pada Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder dan Kuat Lentur Beton dengan Plat Mutu $f'c = 25$ MPa*, Unika Parahyangan, Bandung.
- Subakti A, 1994, *Teknologi Beton dan Praktek*, Laboratorium Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil ITS, Surabaya.
- Tjokrodimuljo K, 1992, *Buku Ajar Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo K, 1996, *Teknologi Beton*, Penerbit Natiri, Yogyakarta.