

THE EFFECT OF “PANDAN PANTAI” LEAF FIBER ADDITION TO CONCRETE STRENGTH

Mawardi

Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bengkulu
Jl. W. R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371, Telp (0736)344087, Ext. 337

E-mail : mawardi001@gmail.com

Abstract

There are several fibers which can be used for improving concrete properties. Such as steel fiber, fiber glass, banana fiber. The objective of this research is to know how Pandan leaf fibers Beach affects to the concrete strength. During the experiment 2.5 mm fibers were mixed to the concrete mortar. The fiber length diameter was 0.2-0.5 mm. The concrete simple size is 15 cm x 15 cm x 160 cm. The cement water factor was 0.45 –0.6. The fiber volume proportion were 0%, 1%, 2%, and 3%. It was observed that those addition increase the strength by 18%, and decrease concrete breaks

Keywords : Concrete strength, The cement water factor, steel fiber, fiber glass, Pandan leaf fibers Beach

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan material hasil campuran dari agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), air, dan semen. Berbagai riset beton telah dikembangkan agar diperoleh material beton yang kuat dan efisien. Permasalahan penggunaan beton adalah retak-retak pada beton yang disebabkan hidrasi. Kelemahan lainnya adalah beton mempunyai tegangan tarik yang sangat kecil dibanding tegangan tekannya, kuat tarik beton berkisar 5%-15% dari kuat tekannya, dan beton juga cukup getas/mudah patah (*fragile*).

Berdasarkan hasil dari beberapa peneliti menunjukkan bahwa serat dapat memperbaiki sifat-sifat kekurangan dari beton. Dengan penambahan serat pada adukan beton yang merata akan dapat menambah kuat tarik, kuat lentur beton dan daktilitas beton.

Dewasa ini telah dikembangkan dengan menambahkan serat *fiber* pada adukan beton yang disebarkan secara merata diseluruh komponen beton, untuk mengatasi sifat-sifat kelemahan beton. Fungsi dari serat *fiber* tersebut adalah untuk menulangi beton sehingga terbentuk ikatan yang lebih baik dari komponen-komponen penyusun beton, dengan demikian akan juga mencegah terjadinya retakan-retakan pada beton yang mengering. Pada uji ini dipakai serat daun

pandan pantai, daun pandan pantai tidak mempunyai nilai ekonomis sehingga orang tidak memanfaatkannya. Daun pandan pantai mudah diperoleh ditepi pantai terutama daerah tropis. Pandan pantai ini mudah tumbuh dan berkembang dengan cepat, tahan terhadap musim kemarau yang panjang.

Serat daun pandan pantai diperoleh dengan cara mengeluarkan serat daun pandan pantai dari daun pandan pantai dan memotongnya menjadi sepanjang 25 mm. Daun pandan pantai juga mempunyai kemampuan tarik yang baik seperti serat *fiber* dan serat baja. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan serat daun pandan pantai pada adukan beton terhadap kuat lentur beton dan sejauh mana serat daun pandan pantai menurunkan retak-retak pada beton yang mengering.

2. STUDI PUSTAKA

Menurut Balaguru dan Syah, 1992, beton serat adalah material komposite matrik beton (bahan utama pembentuk beton) yang diperkuat dengan serat-serat. Serat-serat ini mempunyai sifat-sifat sebagai tulangan beton dan agregat berfungsi sebagai pengisi serta penguat. Pada saat beban diterapkan pada beton serat, sebagian beban dipindahkan ke sepanjang permukaan serat, karena itu ada perbedaan kekakuan

antara matrik dan serat. Jika serat lebih kaku daripada matrik seperti pada serat yang terbuat dari baja, maka deformasi sekeliling serat akan lebih kecil. Akan tetapi bila modulus kekakuan serat lebih kecil daripada modulus kekakuan matrik seperti pada serat yang terbuat dari serat, maka deformasi serat akan lebih besar. Jika serat mampu memindahkan beban melalui retakan, retakan akan berlanjut sepanjang bentang benda uji (Iskandar, dkk., 2004).

Dari penelitian beton serat *fiber* yang dikembangkan oleh peneliti terdahulu hasilnya, beton mempunyai kinerja yang baik yaitu : a) Menaikkan kuat lentur, b) Menaikkan kuat tarik, c) Menaikkan kuat tekan, d) Mencegah retak-retak beton berlebihan, e) Menaikkan daktilitas beton.

Banyak jenis serat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat beton, seperti serat baja, serat *fiber glass*, serat karbon. Untuk keperluan beton non-struktural dapat digunakan dari bahan alami seperti ijuk, serat sabut kelapa, dan serat dari tumbuh-tumbuhan lainnya (Suhendro, 1991).

Menurut Iskandar 2004, konsentrasi serat pada beton serat yang masih memungkinkan pengadukan serat dengan mudah adalah 2% dari volume beton, selebihnya akan menyulitkan dalam pencampuran/pengadukan.

Dari Sorousian dan Bayasi, 1987, disebutkan bahwa batas maksimal kelangsingan serat yang masih memungkinkan pengadukan beton dilakukan dengan mudah bila perbandingan panjang serat (L) dan diameter serat (d) adalah $(L/d) \leq 50$. Bila rasio kelangsingan serat lebih tinggi dari 50 maka serat cenderung akan menggumpal menjadi satu bola, sehingga sangat sulit untuk disebarkan merata pada semua bagian beton. Sudarmoko, 1993 menyatakan bahwa aspek rasio kelangsingan (L/d) yang masih memungkinkan pengadukan dilakukan dengan mudah adalah $(L/d) \leq 100$, (Iskandar, dkk., 2004).

Menurut Wang dan Salmon, 1986 sifat tegangan dan regangan pada beton tergantung pada : kuat tekan, umur pada saat pembebanan, kecepatan pembebanan, sifat

dari agregat dan semen, jenis dan ukuran benda uji, sedang kuat lentur pada beton dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Fr = (P.L)/(Bd^2) \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

- Fr = kuat lentur beton (kg/cm²)
- P = beban yang diterima benda uji (kg)
- B = lebar balok (cm)
- L = panjang balok (cm)
- d = tinggi balok (cm)

Pengujian kuat lentur beton/*Modulus of rupture*/modulus runtuh, menggunakan benda uji berupa balok beton tanpa tulangan dengan ukuran 15cmx15 cmx 60cm, umur beton uji 28 hari (ASTM-C 78-90).

Untuk mendapatkan daerah gradasi campuran yang baik dipergunakan metode *Finess modulus* untuk pasir halus, sedang untuk agregat kasar direncanakan berdasarkan hasil perkalian koefisien perbandingan volume beton dengan *bulk density* (padat) dari agregat kasar. Perbandingan volume beton dapat ditentukan berdasarkan diameter agregat maksimum yang digunakan dan *Finess Modulus* dari *fine aggregate* (pasir halus dan pasir kasar) yang diambil. *Finess modulus* berkisar antara 2,4 sampai dengan 3,0. Bagian-bagian dari *Fine aggregate* dapat ditentukan berdasarkan *Finess Modulus* menurut rumus dari Dobokugakai sebagai berikut :

$$FM_{(fs)} \cdot x + FM_{(cs)} \cdot (1-x) = FM_{(fa)} \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

- $FM_{(fs)}$ = *Finess modulus* dari pasir halus (*fine sand*)
- $FM_{(cs)}$ = *Finess modulus* dari pasir kasar (*coarse sand*)
- $FM_{(fa)}$ = *Finess modulus* agregat halus (*fine aggregate*)
- x = bagian dari pasir halus
- 1-x = bagian dari pasir kasar

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian diawali dengan studi pustaka, penelusuran sifat-sifat fisis dari material untuk pembuatan bahan uji, pembuatan bahan uji, pengujian bahan uji, dan dilanjutkan pembahasan hasil. Sumber data-data yang akan digali dari pengujian ini adalah :

- a. Data-data sifat-sifat fisis dan kandungan bahan organik dari material adukan beton yaitu agregat kasar, agregat halus, air. Data ini diperoleh untuk memastikan bahwa material yang digunakan untuk pembuatan benda uji memenuhi persyaratan yang ditetapkan.
- b. Data-data pengujian pengaruh penambahan serat daun pandan pantai pada kuat lentur beton diperoleh dari uji kuat lentur beton sebanyak 16 buah sampel beton ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm, dengan faktor air semen 0,45-8. Data ini diperoleh untuk mengetahui sejauh mana peningkatan kuat lentur beton akibat dari penambahan serat daun pandan pantai pada adukan betonnya.

3.1. MATERIAL dan PERALATAN

3.1.1. Material

Material/bahan uji yang dipergunakan untuk pembuatan benda uji adalah :

- a. Agregat halus (*fine aggregate*), berupa pasir kasar dan pasir halus berukuran kurang dari 5 mm.
- b. Air (*water*), air bersih yang layak minum.
- c. Semen (*portland cement*) OPC tipe I memenuhi Standar Nasional Indonesia SNI-15-2049, 1994.
- d. Agregat kasar (*coarse aggregate*) berupa kerikil yang lolos saringan ukuran 31,5 mm.
- e. Serat daun pandan pantai diameter 0,2-0,5 mm dan panjangnya 25 mm.

Semen (*portland cement*) adalah bahan yang berfungsi sebagai bahan pengikat agregat halus/pasir (*fine aggregate*), dan agregat kasar/kerikil (*coarse aggregate*). Jika dicampur dengan air maka semen akan mengalami proses

pengikatan kimiawi antara semen dan air (terjadi hidrasi), pemeriksaan sifat fisis semen mencakup pemeriksaan laboratorium dan pemeriksaan lapangan. Untuk pemeriksaan lapangan berupa :

- a. Pemeriksaan pembungkus/kantong semen yang meliputi : jahitan kantong semen, nama pabrik pembuat, standar industri negara pembuatnya, berat dan volumenya.
- b. Pemeriksaan kehalusan semen secara visual meliputi : kegemburan semen pada waktu dibuka, semen yang baik adalah semen yang tidak menggumpal. Semen yang baik, ketika diraba semen terasa halus dan tidak kasar. Keseragaman warna semen, semen yang baik mempunyai warna yang seragam dalam satu kantong.
- c. Pemeriksaan pengikatan awal.

Agregat dapat dibedakan menurut ukuran butirnya dan terbagi menjadi agregat kasar/kerikil (*coarse aggregate*) dan agregat halus/pasir (*fine aggregate*). Analisa saringan dilakukan dengan melewati agregat yang telah dikeringkan melewati sederetan susunan ayakan/satu set saringan standar ASTM-79 yang disesuaikan dengan Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (PBI 1971 NI-2), dengan ukuran ayakan sebagai berikut : 31,5 ; 19,1 ; 9,52 ; 4,76 ; 2,38 ; 1,19 ; 0,59 ; 0,29 ; dan 0,149 mm. Metode yang digunakan ASTM C-136-76.

Pemeriksaan kadar air, tujuan dari pemeriksaan kadar air agregat adalah agar kita dapat mengetahui nilai/banyaknya air yang terkandung dalam agregat pada saat kita akan mengaduk menjadi adukan campuran beton. Nilai kadar air ini berguna agar air campuran beton dapat disesuaikan sehingga faktor air semen yang diambil/dipakai konstan.

Kandungan bahan organik dalam agregat ditunjukkan oleh tingkat kepekatan warna dari percobaan Abram's-harder. Pada Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 NI-2 mensyaratkan agregat halus tidak boleh mengandung bahan organik yang harus dibuktikan dengan percobaan Abram's-harder. Agregat yang tidak memenuhi syarat

dapat dipakai apabila kuat tekan beton yang dibuat dengan agregat tersebut pada umur 7-28 hari mencapai 95% kuat tekan beton yang menggunakan agregat yang sama namun sudah bersih dari bahan organik.

Kandungan lumpur dalam agregat berpotensi mengakibatkan kurang sempurnanya ikatan pasta semen dengan agregat. Kandungan lumpur yang terkandung pada agregat kasar/kerikil tidak boleh melebihi 1%. Kandungan lumpur yang terkandung pada agregat halus/pasir tidak boleh melebihi 5%. Apabila agregat-agregat tersebut kandungan lumpurnya melebihi yang disyaratkan maka agregat tersebut harus dicuci terlebih dahulu sebelum dipergunakan.

Untuk material agregat kasar/kerikil (*coarse aggregate*) dilakukan uji : berat volume, berat jenis, penyerapan, susunan butir, modulus kehalusan (*Finess Modulus*), kadar air, kandungan lumpur. Dan untuk material agregat halus/pasir (*fine aggregate*) dilakukan uji: berat volume, berat jenis, penyerapan, susunan butir, modulus kehalusan (*Finess Modulus*), kadar air, kandungan lumpur, kandungan organik.

Agregat halus yang digunakan adalah pasir kasar dan pasir halus, dan telah diuji dan memenuhi persyaratan dari PBI 1971 NI-2. Agregat kasar/kerikil yang digunakan telah diuji dan memenuhi persyaratan dari PBI 1971 NI-2. Semen yang dipakai adalah semen OPC tipe I (Tiga Roda), yang telah memenuhi Standar Nasional Indonesia SNI-15-2049, 1994. Air yang digunakan adalah air bersih yang dapat diminum, dan memenuhi yang dipersyaratkan PBI 1971 NI-2.

3.1.2. Peralatan

Peralatan yang dipakai dalam penelitian ini adalah : *Concrete mixer*, cetakan beton berupa kotak terbuka dari plat besi ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm, alat pengukur slump (corong slump), alat uji tekan lentur, saringan/ayakan, timbangan, cetok, kuas.

3.2. TATA CARA PELAKSANAAN

3.2.1. Pembuatan benda Uji

Perencanaan campuran beton dilakukan berdasarkan campuran dalam perbandingan volume. Bahan yang akan digunakan telah diketahui bahwa sifat-sifatnya memenuhi ketentuan yang dipersyaratkan. Perencanaan komposisi campuran didasarkan *American Concrete Institute* (ACI) 211.1-77, dan dikombinasikan dengan Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) 1971 NI-2.

Material yang telah disiapkan dilakukan pemeriksaan dan uji untuk memastikan bahwa material memenuhi persyaratan. Volume adukan dihitung sesuai dengan jumlah benda uji yang akan dibuat. Jumlah benda uji ditetapkan sebanyak 16 buah, dengan rincian sebagai berikut :

- 4 benda uji tanpa penambahan serat daun pandan pantai dari volume beton
- 4 benda uji ada penambahan serat daun pandan pantai masing-masing 1 % dari volume beton
- 4 benda uji ada penambahan serat daun pandan pantai masing-masing 2 % dari volume beton
- 4 benda uji ada penambahan serat daun pandan pantai masing-masing 2,5 % dari volume beton.

Material beton serat diaduk dengan *concrete mixer* selama 3-5 menit, sebelum dicetak adukan diukur slump-nya (direncanakan 4,5-8 cm), temperatur adukan berkisar 23°C. Pembuatan benda uji adalah dengan menuangkan adukan beton ke cetakan dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm, kemudian disimpan di ruang perawatan. Setelah 24 jam cetakan dibuka dan beton dirawat dengan cara menjaga kelembaban beton sampai dengan umur 28 hari yaitu dengan cara ditutup dengan karung rami/kain basah dan disiram air bersih setiap hari.

3.2.2. Pengujian Benda Uji

Standar pengujian kuat lentur balok beton sederhana menurut ASTM ada 2 (dua) metode pengujian yaitu :

1. Pengujian dengan pembebanan tunggal (*central loading point*).
2. Pengujian pembebanan ganda (*third loading point*).

Pada pengujian dengan pembebanan tunggal, pengujian dilakukan dengan meletakkan balok diatas dua tumpuan dan diberi beban terpusat pada tengah-tengah bentang. Pada pengujian dengan pembebanan ganda, pengujian dilakukan dengan meletakkan balok diatas dua tumpuan dan diberi dua buah beban terpusat dengan jarak 1/3 bentang balok uji (Miswan, dkk., 2004).

Pada penelitian ini pengujian kuat lentur beton memakai metode yang pertama yaitu dengan pembebanan tunggal (*central loading point*), beban tunggal diletakkan pada tengah-tengah bentang benda uji, beban diberikan terus menerus dan perlahan-lahan sampai balok runtuh. Beban maksimum yang dapat dicapai balok adalah beban yang diperhitungkan untuk menentukan nilai kuat lentur beton. Kuat lentur beton dapat dihitung dengan persamaan (1) (Iskandar, dkk., 2004).

4. HASIL UJI dan PEMBAHASAN

Sistem pencampuran yang berhasil baik adalah semen, pasir, kerikil diaduk merata, kemudian ditambahkan air, baru ditambahkan serat daun pandan pantai sedikit demi sedikit. Cara menambahkan serat daun pandan pantai yaitu ditaburkan sedikit demi sedikit ke adukan/pasta semen, pasir, kerikil, air dan diaduk merata.

Dari pemeriksaan material agregat baik agregat kasar maupun agregat halus diperoleh komposisi campuran adukan beton uji tiap m³ komposisinya sebagai berikut :

Semen	=	414,10 kg
Kerikil	=	1,455,00 kg
Pasir kasar	=	147,12 kg
Pasir halus	=	378,32 kg

Serat daun pandan pantai yang ditambahkan masing-masing benda uji pada adukan betonnya adalah :

1. Untuk penambahan 1% sebesar 1,3433 kg,
2. Untuk penambahan 2% sebesar 2,6848 kg,
3. Untuk penambahan 2,5% sebesar 4.0269 kg.

Pada pembuatan benda uji sampai terbentuknya benda uji terlihat bahwa :

1. Nilai slump rata-rata 5-8 cm sesuai dengan slump rencana
2. Berat beton rata-rata sebesar 2.394,50 kg/m³, suhu pada waktu pengadukan sebesar 26°C.
3. Untuk hasil pengujian kuat lentur beton dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Kuat lentur beton dengan metode pengujian pembebanan tunggal

No.	Penambahan Serat (%)	Umur Beton	Kuat lentur rata-rata (Kg/cm ²)	Deviasi terhadap sample No.1
1.	0%	28 hari	34,950	00,00 %
2.	1%	28 hari	41,241	+18,01 %
3.	2%	28 hari	41,247	+17,98 %
4.	2,5%	28 hari	40,716	+16,51 %

Pada Tabel 1 di atas terlihat :

1. Kuat lentur beton rata-rata umur 28 hari (kekuatan 100%) adalah sebesar 34,950 Kg/cm²
2. Penambahan serat daun pandan pantai berkisar 1%-3% akan menambah kuat lentur beton sekitar 18,01% - 16,51 %
3. Pada kolom 5 Tabel 1, penambahan serat daun pandan pantai akan menambah kuat lentur beton yang cukup baik.
4. Penambahan serat daun pandan pantai yang baik yang menghasilkan kuat lentur maksimum adalah sebesar 1% volume beton.
5. Dari keadaan visual sampel beton uji yang berumur 28 hari, terlihat bahwa beton yang diberi tambahan serat daun

pandan pantai tidak terlihat retak-retak yang mencolok/banyak dibanding beton tanpa diberi tambahan serat daun pandan pantai.

6. Pengamatan hasil pengujian benda uji juga terlihat bahwa penambahan serat daun pandan pantai pada adukan beton akan menambah daktilitas beton, beton lebih ulet.

5. KESIMPULAN

Merujuk dari data hasil penelitian di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa :

- a. Penambahan serat daun pandan pantai pada adukan beton, mampu menambah kuat lentur beton yang cukup baik berkisar 18,01% - 16,51 %
- b. Penambahan serat daun pandan pantai pada adukan beton secara fisual dapat mengurangi retakan-retakan pada beton.
- c. Penambahan serat daun pandan pantai sebesar 1%, 2%, 2,5%, dari berat volume beton dan faktor air semen yang dipakai 0,45-0,6, terbukti bahwa penambahan serat daun pandan pantai 1% akan menambah kuat lentur yang paling optimum yaitu sebesar 18,01 %.

6. SARAN

Dari hasil uji di atas diharapkan dapat menambah khasanah/wawasan cara menaikkan kuat lentur beton, dan hasil penelitian ini semoga dapat dimanfaatkan didunia konstruksi, terutama bangunan-bangunan sipil di Indonesia.

Dengan melakukan inovasi seperti penelitian ini diharapkan dapat memberikan nilai tambah bagi serat daun pandan pantai yang tidak bermanfaat menjadi bahan yang bermanfaat yaitu sebagai bahan konstruksi.

7. DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim,1971, Peraturan Beton bertulang Indonesia 1971 NI-2, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Jakarta.
2. Balaguru and Syah, 1992, “*Fiber Reinforced Cement Composites*”, Mc. Graw-Hill Inc., Singapore.

3. Ferguson P.M.,1984, “*Reiforced Concrete Fundamentals,SI Version,Fourth Edition,*” (terjemahan Budianto S., dkk.), Erlangga, Jakarta.
4. Anonim, 1994, *Testing Concrete for Strenght*, section 4, Annual Book of American Society for Testing and Materials Standart, New York.
5. Wang, C.,K., dan Salmon, C.,G.,(Binsar Harianja) 1996, *Disain Beton Bertulang*, Terjemahan, Edisi keempat, jilid I, Erlangga, Jakarta.
6. Wang, C.,K., dan Salmon, C.,G.,(Binsar Harianja) 1996, *Disain Beton Bertulang*, Terjemahan, Edisi keempat, jilid II, Erlangga. Jakarta
7. Gurki J.,T.,S., 2004, *Beton bertulang*, Rekayasa Sain, Bandung.
8. Suryani, C.D., 1996, *Pengaruh Aspek Rasio Serat Terhadap Kuat Lentur Beton Serat dengan Agregat Kasar Pecahan Genteng*, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
9. Suhendro, B., 1991, *Pengaruh Pemakaian Fiber Kawat pada Sifat-Sifat Beton*, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
10. Iskandar, Hasan A., Miswar K., 2004, *Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Terhadap Kuat Lentur Beton*, Seminar Tahunan Profesionalisme Sarjana Teknik Sipil, Banda Aceh.
11. Elhusna, 2004, *Panduan Praktikum Perencanaan komposisi Campuran Beton Struktural*, UNIB, Bengkulu.
12. Miswar K., Syahyadi R.,S., 2004, *Pengaruh Temperatur Air Perawatan Terhadap Kuat Lentur Beton*, Seminar Tahunan Profesionalisme Sarjana Teknik Sipil, Banda Aceh.