

BAMBU UNTUK BANGUNAN TAHAN GEMPA

**Oleh : F. Eddy Poerwodihardjo
C. Dwi Istiningsih**

Abstraksi

Bahan Bambu banyak terdapat disekitar kita, tetapi pemanfaatan untuk konstruksi masih kurang diminati karena kesan miskin dan tidak awet. Bambu sebagai bahan konstruksi tahan gempa karena ringan dan elastis, tetapi perlu pengawetan dan pendetailan sambungan secara khusus dan kuat. Bambu digunakan untuk kuda-kuda, rangka atap, rangka dinding dan kolom, lantai, dan pintu.

Kata Kunci : ringan, elastis, sambungan

A. PENDAHULUAN

Bambu mempunyai fungsi serbaguna. Sejak dulu, jauh sebelum masa penjajahan masyarakat kita telah mengenal bambu sebagai bahan bangunan. Dan ketika masa penjajahan terkenal sebagai senjata andalan yaitu ‘bambu runcing’. Dan sampai saat ini bambu masih dipakai untuk berbagai keperluan, terutama dalam dunia konstruksi. Antara lain berfungsi sebagai tiang penyangga bekesting, tangga sementara, dan banyak pula yang masih menggunakannya sebagai balok, tiang, usuk, reng, penutup atap pada bangunan rumah dan lain sebagainya.

Di kota-kota besar mungkin sudah jarang ditemui bangunan dari bambu, hal ini mungkin disebabkan sulitnya material dan tukang pengolah bambu. Namun di pedesaan terutama di pulau Jawa, masih banyak ditemukan perumahan rakyat pedesaan yang permanen dengan menggunakan bambu yang telah dibangun puluhan tahun yang lalu dan masih berdiri kokoh sampai sekarang. Hal ini disebabkan bambu mudah didapat, harganya murah dan bambu lebih mudah pengerjaannya dengan alat-alat yang sederhana yang biasa dimiliki oleh masyarakat pedesaan sebagai alat kerja sehari-hari.

Indonesia adalah negara yang memiliki banyak sekali gunung berapi yang masih aktif, yang berpusat di darat maupun di dalam lautan yang mengakibatkan sering terjadi gempa dengan skala yang bervariasi, hampir di seluruh wilayah Indonesia. Bambu sebagai material bangunan yang ringan dan elastis sangat cocok digunakan untuk

bangunan pada daerah yang sering mengalami gempa bumi. Sehingga konstruksi kayu dan bambu sangat cocok untuk dipakai sebagai konstruksi bangunan.

Sebagian masyarakat Indonesia masih hidup miskin. Mengingat bambu sangat mudah didapat dengan harga yang murah, maka sangat cocok digunakan untuk bangunan-bangunan yang sederhana dengan fungsi yang beragam. Namun sampai saat ini belum banyak masyarakat kita yang menggunakannya, hal ini disebabkan banyak masyarakat kita yang belum tahu keunggulan bambu ini, juga adanya anggapan bahwa bambu hanya cocok untuk bangunan tidak permanen dan bangunan rakyat miskin. Maka perlu adanya sosialisasi tentang bambu ini dan tampilan bangunan bambu perlu dimodifikasi sedemikian rupa, sehingga tidak terlihat terlalu sederhana atau 'murahan', tetapi harga terjangkau oleh masyarakat bawah dan dapat diterima oleh masyarakat menengah ke atas.

B . KARAKTER BAMBU SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI

Pertambahan kebutuhan akan perumahan, berakibat pertambahan permintaan akan bahan bangunan. Ditambah lagi permintaan ekspor kayu dalam bentuk kayu lapis meningkat. Penebangan kayu yang terus menerus mengakibatkan semakin menipisnya persediaan kayu dan naiknya harga kayu di pasaran. Sehingga harus dicari alternatif kayu pengganti dalam konstruksi, Bambu mempunyai peluang sebagai pengganti bahan tersebut. Tetapi bambu mempunyai karakter yang spesifik bila dibanding dengan bahan bangunan lain dari kayu. Karakter ini antara lain :

1. Bambu merupakan tumbuhan liar yang tumbuh bergerombol, sehingga bentuk batang lurus dan bengkok sesuai dengan arah rumpun yang bergerak sesuai gravitasi dan arah angin.
2. Bambu merupakan batang yang beruas-ruas pada setiap batangnya dari ujung sampai ke pangkal, dengan jarak ruas semakin ke pangkal semakin pendek.
3. Bambu merupakan batang-batang berbentuk tabung dengan dinding yang relatif tipis. Semakin tua umur bambu semakin tebal dinding batangnya.
4. Bambu mempunyai serat searah memanjang dari pangkal ke ujung dan terputus pada ruas .

Dari karakter bambu yang tertulis di atas, dapat kupas lebih lanjut kekurangan dan kelebihan dari bambu. Kelebihan bambu sebagai bahan konstruksi adalah sebagai berikut :

1. Bambu murah dan mudah didapat karena dapat tumbuh di mana saja.
2. Bambu mudah dibentuk dan diolah dengan alat-alat sederhana, alat –alat tersebut antara lain : gergaji, kapak penebang, bende atau golok , pangot dan pisau .
3. Permukaan luar batang bambu licin dan halus, sehingga tidak perlu finishing. Hanya perlu dibersihkan dari bulu-bulu halus yang menyelimuti permukaan luar batang . Bisa dilakukan dengan mudah menggunakan amplas.
4. Bambu ringan sehingga tidak memerlukan struktur bawah yang terlalu berat.
5. Bambu bersifat elastis sehingga sangat cocok untuk daerah yang sering mengalami gempa / tanah bergerak .

Bambu sebagai bahan konstruksi juga memiliki kelemahan. Secara umum kelemahan bambu adalah sebagai berikut :

1. Memiliki umur yang relatif pendek
Konstruksi terlindung 4 s.d 6 th
Konstruksi yang langsung berhubungan dengan tanah 1 s.d 3 th
Konstruksi terlindung dan daerah yang tidak terlalu lembab 10 s.d 15 th
2. Tidak bisa digunakan untuk konstruksi berat ; bangunan dengan bentangan yang terlalu lebar dan bangunan bertingkat tinggi .
3. Mempunyai resiko tinggi terhadap kebakaran, terutama bambu yang sudah kering sangat mudah terbakar.
4. Bambu lebih sulit disambung-joint karena tengah kosong, memerlukan teknik tersendiri dalam penyambungannya .

Selain perlunya diketahui karakter bambu sebagai bahan konstruksi akan lebih baik bila diketahui pula cara memilih bambu yang baik dan cocok untuk konstruksi . Berikut adalah cara memilih bambu yang baik untuk konstruksi ;

1. Umur bambu (3 s.d. 5) tahun
2. Diameter bambu (8 s.d 12) cm
3. Panjang batang lurus (4 s.d 6) m
4. Tidak cacat/ berlobang

Sebaiknya dipilih bambu yang tumbuh tidak terlalu dekat dengan air atau bambu yang tumbuh di area yang kering, karena tempat tumbuh pohon bambu mempengaruhi kadar air dalam batang bambu.

C. BAMBU SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI TAHAN GEMPA

Bambu sebagai material bangunan yang ringan dan elastis sangat cocok digunakan untuk bangunan pada daerah yang sering mengalami gempa bumi. Hal ini telah dibuktikan pada beberapa negara antara lain di Costarika, Ekuador, Columbia dan negara-negara lain. Kerusakan yang ditimbulkan gempa terjadi lebih banyak dan lebih parah pada bangunan-bangunan beton apabila dibanding dengan bangunan dengan konstruksi kayu dan bambu, kerusakan yang ditimbulkan lebih ringan.

Gaya gempa adalah merupakan gaya geser horisontal yang bekerja pada arah tertentu. Besar gaya gempa dipengaruhi oleh berat bangunan dan beban-beban yang bekerja. Pada buku pedoman ketahanan gempa rumah dan gedung (PU-1987) beban geser akibat gempa dihitung dengan rumus:

$$V = C I K W_t$$

V = gaya geser gempa

C = koefisien gempa dasar

I = faktor keutamaan bangunan

K = faktor jenis struktur

W_t = berat bangunan

Berat bangunan terdiri dari kombinasi beban mati dan beban hidup yang bekerja pada bangunan tersebut.

Pada bangunan bambu, faktor W_t (berat bangunan) kecil nilainya karena struktur bambu ringan. Bambu sebagai bahan jenis kayu mempunyai berat jenis yang lebih ringan dibanding dengan beton / bata. Selain itu karakter bambu yang berlubang di tengah (bentuk pipa / tabung) mengakibatkan massa bahan lebih kecil dibanding dengan kayu. Sehingga berat bambu menjadi lebih ringan. Faktor W_t menjadi jauh lebih kecil, sehingga gaya geser gempa yang terjadi menjadi kecil nilainya . Dengan demikian

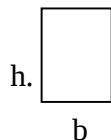
struktur bambu mampu mengatasi gaya gempa dengan sendirinya karena sifat bahan yang dimilikinya.

Bambu mempunyai sifat yang elastis. Dari uji coba di laboratorium yang telah dilakukan pakar bambu, terbukti bahwa bambu mempunyai kekuatan tarik yang sangat tinggi mendekati kuat tarik baja struktural. Selain itu bambu juga bersifat lentur, sehingga mampu mengikuti gerakan akibat adanya pengaruh gaya dari luar tanpa mengalami keruntuhan (patah atau putus), kecuali apabila kekuatannya melebihi kekuatan lentur yang diijinkan.

Faktor yang ke tiga adalah bentuk bambu yang bulat dan berbentuk pipa, sehingga bambu memiliki momen lembam yang besar tetapi ringan dan merata ke segala arah. Hal ini sesuai dengan sifat gempa yang terjadi pada kekuatan yang variatif dengan arah batas gaya gempa tidak dapat diperkirakan. Sehingga bambu yang berpenampang bulat ini dibutuhkan untuk mengantisipasi gaya gempa tersebut.. Hal ini bisa dibuktikan dengan rumus sebagai berikut :

Pada penampang berbentuk segi empat :

$$I = 1/12 b h^3$$



I = Momen Inersia

b = lebar penampang

h. = tinggi penampang

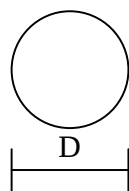
Pada penampang berbentuk bulat :

$$I = 1/64 \pi D^4$$

I = Momen kelembaman

D = diameter

phi = 3,14



Faktor yang ke empat adalah sistem sambungan pada konstruksi bambu. Bangunan dengan konstruksi bambu mempunyai sistem yang lain dengan bangunan beton maupun kayu dalam hal penyaluran beban dan sistem sambungannya. Konstruksi bambu harus merupakan suatu konstruksi yang menyatu satu dengan yang lain membentuk suatu kesatuan yang bekerja bersama-sama menyalurkan beban dan saling menghilangkan momen yang timbul dari beban-beban tersebut, sehingga tercipta suatu kekakuan.

Kekakuan ini dapat diwujudkan dengan memberi ikatan satu sama lain yang kuat dan kokoh dengan menggunakan bantuan tali, pasak, paku dan dengan alat dan bahan sambung yang lain, yang dapat pula digunakan secara bersamaan dengan sistem kombinasi. Selain itu diperlukan juga batang-batang penyiku / tarik yang dipasang pada setiap hubungan bambu yang berbentuk siku agar bentuk ini tetap stabil.

D. PENGAWETAN BAMBU

Salah satu syarat agar bambu dapat digunakan sebagai bahan konstruksi adalah harus terlebih dahulu diawetkan. Hal ini harus dilakukan mengingat bambu mempunyai sifat sangat mudah lapuk karena serangga sangat suka memakan ragi yang terkandung dalam bambu. Maka agar bambu lebih tahan lama (umur lama) kita harus menghilangkan atau mengurangi kadar ragi dalam bambu dan memasukkan zat kimia ke dalam serat bambu agar serangga tidak mau lagi memakannya..

Berikut adalah contoh cara pengawetan bambu :

1. Cara Tradisional

Untuk memperoleh bambu yang kadar patinya rendah, upaya juga dilakukan dengan mengatur waktu penebangan bambu, yaitu pada saat yang bertepatan dengan kandungan pati didalam bambu rendah Sulthoni (1988) dalam penelitian dalam penelitian untuk desertasi menemukan bahwakandungan pati dalam bambu bervariasi dari waktu ke waktu. Lanjut dinyatakan bahwa masa penebangan yang dianjurkan bertepatan dengan saat kandungan pati bambu cukup rendah, sehingga bambu yang dipotong pada masa itu akan dapat awet, karena tidak diserang kumbang bubuk. Secara tradisional di Jawa orang menebang bambu pada masa-masa tertentu, yaitu pada masa ke X dan XI, yaitu sekitar akhir bulan Maret sampai pertengahan Mei, pada musim kemarau pada saat bambu tidak mudah menyerap makanan dari tanah. Sekalipun masyarakat tidak

mengetahui alasannya, namun mengingat cara tersebut memberi hasil yang memuaskan , maka cara ini banyak dipakai di desa-desa. Menurut Joseph dalam Jayanetti dan Follet (1998) di India saat yang tepat untuk menebang bambu adalah musim winter.

Upaya pengawetan bambu secara tradisional yang banyak dilakukan adalah dengan merendam bambu di dalam air selama kurang lebih 3 – 12 bulan . Pada perendaman bambu ini diberi pemberat agar dapat terendam di dalam air sepenuhnya. Perndaman bambu di dalam air ini juga dapat dilakukan dengan memasukkan bambu ke dalam tangki air yang dibuat dari drum bekas. Sulthoni (1988) menjelaskan bahwa perndaman bambu didalam air akan mengakibatkan proses biologis yang mengakibatkan terjadinya fermentasi pada pati yang terkandung di dalam bambu, sehingga hasil fermentasi ini dapat larut di dalam air. Dengan demikian perendaman bambu didalam air dapat menurunkan kadar pati dalam bambu, sehingga bambu tidak diserang kumbang bubuk. Pada umumnya orang beranggapan semakin lama perendaman akan memberi hasil semakin memuaskan. Anggapan ini cukup masuk akal, namun untuk hal ini Sulthoni (1988) menjelaskan bahwa dalam merendam bambu, kiranya terlalu juga diingat bahwa pati yang terkandung di dalam bambu menjadikan ikatan antara serat bambu kokoh, sehingga penurunan kandungan pati juga akan mengakibatkan kekuatan bambu menjadi turun. Oleh karena itu Sulthoni (1988) menganjurkan agar perendaman bambu untuk pengawetan ini tidak lebih dari 1 bulan , agar penurunan kekuatan bambu tidak terlalu besar.

2. Cara Dengan Bahan Kimia

Peranan bahan pengawet terhadap keawetan bambu telah diungkapkan oleh Kumar dan Dobriyal (1990) dengan memperlihatkan bukti-bukti ketahanan bambu yang telah diawetkan dengan Copper-Chrome-Arsenic (CCA). Suatu rangka atap dari bambu belah pada umur 15 tahun belum rusak. Suatu lapis penutup dinding lumpur dari bambu belah pada umur 33 tahun masih kuat. Bukti lain, di Temanggung Jawa Tengah banyak dijumpai pemakaian bambu petung sebagai rangka atap yang diawetkan dengan direndam di dalam air secara konvensional, ternyata masih bertahan pada umur lebih dari 25 tahun.

Upaya lain untuk membuat bambu lebih tahan terhadap serangan kumbang bubuk adalah dengan memasukkan bahan kimia yang dapat mematikan serangga dan jamur yang menyerang bambu. Dr. Boucherie dari Perancis pada tahun 1838, melakukan pengawetan

kayu dengan memasang suatu wadah berisi larutan pengawet pada pohon yang masih berdiri atau baru saja dipotong, masih lengkap dengan kulit, cabang-cabang, serta daun-daun. Larutan pengawet itu dimasukan kedalam kayu lewat pembuluh aliran sap (air bambu). Penguapan kandungan air melewati daun-daun akan mengakibatkan cairan pengawet terserap naik sampai ke ujung. Cara pengawetan ini tidak mudah pelaksanaannya dan keberhasilannya sulit di cek.

Cara Boucherie itu pada tahun 1855 disempurnakan sehingga peroses pengawetan menjadi sebagai berikut. Pada kayu-kayu yang baru di tebang dipasang selubung kedap air pada bontosnya. Cairan pengawet dimasukan kedalam aliran sap dengan tekanan hidrolik. Sap pohon yang mengandung pati akan terdesak keluar dan digantikan oleh cairan pengawet. Karena tekanan diperoleh secara hidrolik, maka diperlukan tangki-tangki bahan pengawet yang tinggi dan mahal.

Cara Boucherie telah dimodifikasi di India (Purushotam, 1953), menggunakan pompa air yang sederhana untuk mendorong larutan pengawet kedalam pembuluh bambu, dari bagian pangkal menuju ujung bambu. Untuk penerapan cara tersebut Yayasan Bambu Lingkungan Lesatari (YBLL) menggunakan pompa air dengan tenaga listrik yang menghasilkan tekanan sekitar 2 kg/cm^2 . Dengan cara ini untuk mendesak keluar air bambu yang mengandung pati, dan menggantikannya dengan larutan pengawet pada bambu galah sepanjang 6 m diperlukan waktu sekitar 1 jam. Untuk proses pengawetan ini YBLL mensyaratkan agar bambu yang diawetkan adalah bambu yang baru di tebang.

Mengingat pengawetan sebaiknya dilakukan sedini mungkin setelah bambu ditebang, maka pengawetan ini lebih tepat untuk dilakukan didekat lokasi penebangan yang biasanya ada dipedesaan dan belum tentu ada jaringan listrik. Untuk mengatasi keadaan itu, maka cara Boucherie telah dimodifikasi oleh Morisco (1997), pompa listrik digantikan dengan tabung udara bertekanan yang dapat dipompa secara manual.

PENUTUP

Bambu dapat digunakan untuk konstruksi bangunan yang tahan gempa secara luas dengan pemilihan bahan bambu yang tua, diawetkan, penyambungan yang kuat dan desain yang menarik sehingga diterima kalangan menengah ke atas. Sangat penting budidaya bambu dilakukan sekarang ini agar sumber bahan baku bambu tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

- J.J.A.Janssen,1988, *Building With Bamboo*, I.T.Publications, London
- J.J.A.Janssen,1981, *Bamboo in Building Structures*, I.T.Publications, London
- O.H.Lopez,1981, *Manual De Construccion Con Bambu*, Por Estudios Tecnicos Colombianos Ltda.Apartado Aereo 50085, Bogota,Colombia,S.A.
- O.H.Lopez,1974, *Bambu*, Su Cultivo Y Aplicaciones, Por Estudios Tecnicos Colombianos Ltda.Apartado Aereo 50085, Bogota, Colombia,S.A.

Contoh desain bangunan dengan konstruksi bambu :

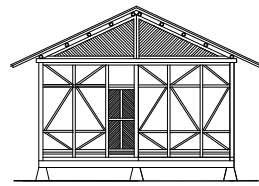
BANGUNAN RUMAH TINGGAL

1. Spesifikasi bahan :

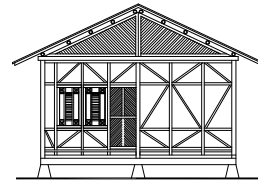
Pondasi	: bahan batu kali Sistem pondasi umpak Sloof dengan balok beton bertulang
Kolom utama	: bambu petung
Kolom pembagi	: bambu wulung
Balok pengikat	: bambu apus
Lantai	: usuk pembagi bambu apus bahan lantai bambu apus
Dinding	: bambu wulung dianyam
Rangka atap	: kuda-kuda bambu petung dan apus : gording bambu apus (dipilih yang terbaik)
Penutup atap	: galvalum (genteng metal)

2. Gambar bangunan

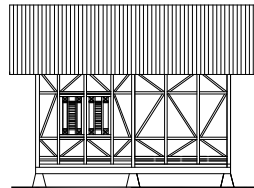
(terlampir)



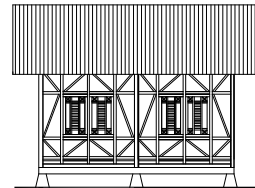
TAMPAK BELAKANG
SKALA 1:100



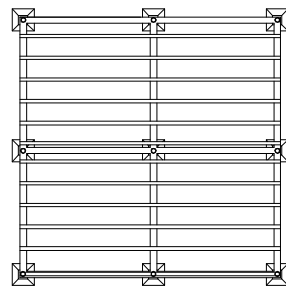
TAMPAK DEPAN
SKALA 1:100



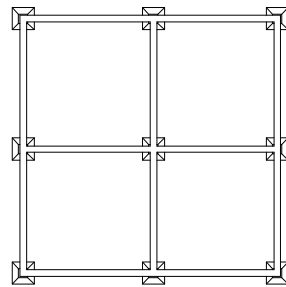
TAMPAK SAMPIK KIRI
SKALA 1:100



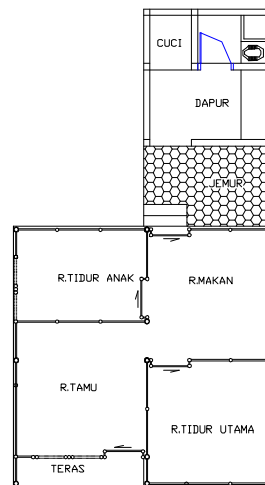
TAMPAK SAMPIK KANAN
SKALA 1:100



DENAH LANTAI
SKALA 1:100



RENCANA PONDASI DAN SLOOF
SKALA 1:100



DENAH
SKALA 1:100

Model A : Usuk diikat dengan tali ijuk

Model B : Usuk dihubungkan dengan pasak (sindik)

Model C : Usuk satu dengan yang lain dihubungkan dengan bilah (belahan bambu)
dan kemudian diikat dengan ijuk ke balok pengikat.