

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Perkembangan bahan bangunan di Indonesia khususnya untuk bahan bangunan organik seperti kayu, sudah hampir dipastikan akan mempunyai banyak kendala baik dari keberadaan maupun kualitasnya dimasa mendatang. Persediaan kayu untuk industri menurun drastis dari 35 juta m³ per-tahun menjadi 7 m³ per-tahun sehingga banyak pabrik pengolah kayu tidak dapat berproduksi lagi karena kekurangan bahan baku. Beberapa seminar atau workshop yang dihadiri oleh para ahli bahkan melalui berita-berita di media masa banyak memberitakan keberadaan kayu konstruksi sudah sangat mengkhawatirkan terutama untuk kayu konstruksi dan akan mempengaruhi laju pembangunan khususnya perumahan.

Karena banyaknya pabrik atau industri perkayuan yang tidak dapat berproduksi lagi akibat dari kekurangan bahan baku, pemerintah berusaha akan memfasilitasi impor kayu dari beberapa negara yang kini memiliki stok kayu dan menjadi eksportir di antaranya yaitu China, Malaysia, Jepang dan beberapa negara tetangga lainnya (ungkapan staf ahli menteri kehutanan, Made Subadya dalam acara rapat koordinasi pembangunan kehutanan se-Kalimantan di Hotel Banjarmasin International). Ironis sekali, karena negara-negara tersebut dulunya adalah negara pengimpor kayu dari Indonesia.

Beberapa produksi bahan bangunan alternatif pengganti kayu untuk komponen struktur dan nonstruktur telah banyak di produksi seperti, baja ringan (*light weight steel*), aluminium, PVC, dll, tetapi, faktor harga masih menjadi kendala sehingga tidak terjangkau oleh masyarakat golongan menengah ke bawah bahkan untuk rumah yang dibangun secara massal belum dapat menurunkan harga jual rumah. Keadaan ini akan terus berlangsung selama kebutuhan akan kayu terus meningkat sejalan dengan perkembangan pembangunan yang pesat, selama bahan pengganti kayu belum ada padahal, kita mempunyai bambu yang merupakan bahan bangunan yang dapat diperbarui (*renewable*), sudah dikenal sejak nenek

moyang kita dengan potensi yang belimpah dan belum maksimal dimanfaatkan. Sampai saat ini bambu hanya dipakai sebagai alat rumah tangga, perabotan dapur dan konstruksi bangunan (rumah, jembatan) dll. Untuk bahan konstruksi, bambu digunakan secara utuh dalam bentuk bulat dengan sistem sambungan konvensional (pasak dan ijuk) tetapi sekarang bambu diolah terlebih dahulu menjadi bahan jadi seperti, panel bambu, balok bambu, bambu lapis, dll, sehingga bentuk lebih modern dan pemakaiannya lebih praktis.

Kelebihan konstruksi tradisional bambu sebetulnya sudah dibuktikan pada konstruksi rumah di daerah gempa, dimana pasca bencana (gempa) konstruksi rumah dengan sistem rangka bambu atau kayu masih utuh berdiri sedangkan bangunan dengan konstruksi pasangan bata atau rangka beton banyak yang runtuh berarti, konstruksi ini sangat cocok dipakai di daerah-daerah berpotensi gempa di Indonesia karena lebih elastis terhadap gempa.

Memang ada beberapa kelemahan bambu seperti, rentan terhadap serangan hama perusak kayu (rayap, bubuk dan jamur) sehingga umurnya pendek, rentan terhadap api, panjang dan ukurannya tidak seragam, sulit dalam penyambungannya pada konstruksi, dll. Lebih jauh lagi bambu oleh masyarakat masih diidentikan dengan kemiskinan karena desain yang ada masih sangat sederhana dan umumnya dibangun di pedesaan.

Kelemahan bambu tersebut sekarang sudah dapat diatasi dengan perkembangan teknologi yang ada misalnya, dengan diawetkan untuk mencegah serangan hama perusak kayu, diciptakan bermacam teknologi sambungan dengan menggunakan bambu atau bahan lain seperti kayu, plastik atau logam. Permasalahan yang terjadi adalah, semua teknologi yang diciptakan tersebut belum dapat diterapkan oleh masyarakat karena belum adanya standar/pedoman yang dapat dipakai sebagai acuan dalam bekerja dengan bambu sehingga sulit untuk menilai atau menentukan nilai keandalan desain konstruksi bambu. Tanpa standar maka pemanfaatan bambu tidak dapat terukur, baik dari keseragaman maupun kualitas produknya, mengingat jenis bambu di Indonesia lebih dari 100 buah.

Pembuatan standar dapat dilakukan dalam skala prioritas sesuai dengan kebutuhan, dengan merujuk pada hasil penelitian, standar yang sudah ada seperti,

ISO 22156 dan 22157, 2004 atau technical report ISO/TR 22157-2, 2004 mengenai cara uji fisik mekanik bambu dan manual cara test bambu di laboratorium atau standar lain seperti pedoman konstruksi rumah bambu dengan sebelumnya disesuaikan dengan kondisi di Indonesia. Untuk saat ini yang diperlukan adalah, Standar Bambu untuk Konstruksi Bangunan dan Teknologi Cara Pengawetan Bambu dengan cara menggabungkan teknologi tradisional yang dianggap layak dengan teknologi modern. Diharapkan dengan adanya standar ini, bambu dapat digunakan secara optimal dengan kualitas yang memenuhi persyaratan sesuai standar yang berlaku.

2.2 Sifat-sifat Bambu

Sifat fisis dan mekanis merupakan informasi penting untuk memberi petunjuk tentang cara pengerjaan maupun sifat barang yang dihasilkan. Hasil pengujian sifat fisis dan mekanis bambu telah dilakukan oleh Ginoga (1977) dalam taraf pendahuluan. Pengujian dilakukan pada bambu apus (*Gigantochloa apus* Kurz) dan bambu hitam (*Gigantochloa nigrocillata* Kurz). Beberapa hal yang mempengaruhi sifat fisis dan mekanis bambu adalah umur, posisi ketinggian, diameter, tebal daging bambu, posisi beban (pada buku atau ruas), posisi radial dari luar sampai ke bagian dalam. Kandungan air berpengaruh pada kekuatan bambu, dengan naiknya kadar air mengakibatkan kekuatan menurun (Jansen, 1980). Rerata kadar air bambu disajikan pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Hasil Rerata Kadar Air Jenis Bambu Apus

Letak	Jenis	Kadar Air Rata-rata Bambu Apus (%)
Bawah	Nodia	15,45
Tengah		11,36
Atas		11,39
Bawah	Tanpa Nodia	14,76
Tengah		10,35
Atas		12,87

Sumber : Kusnohardjono, 1999

Menurut Morisco (1996), adanya serabut sklerenkim didalam batang bambu menyebabkan bambu dapat dipergunakan sebagai bahan bangunan. Uji coba yang telah dilakukan dengan bambu menunjukkan adanya peningkatan kuat desak sejajar serat dari pangkal ke arah ujung. Telah diketahui bahwa kuat tarik dan modulus elastisitas tarik umumnya didapat dari prosentase serat-serat sklerenkim dan prosentase selulosa.

Menurut Epsiloy (1995), bambu sebagai pengganti kayu dalam konstruksi bangunan adalah penting, oleh karena itu sifat-sifat bambu dalam kaitannya sebagai bahan konstruksi bangunan perlu dipelajari agar penggunaannya dapat efisien dan optimal.

Menurut Ghavani (1986), sifat-sifat mekanika bambu dipengaruhi oleh kadar air, ukuran benda uji, kecepatan, pembebanan dan kondisi pertumbuhan serta cacat-cacat yang dialaminya.

2. 3 Modulus Elastisitas Pada Bambu

Modulus Elastisitas pada tulangan bambu menggunakan referensi dari penelitian Ginoga (1977). Pengambilan data pada referensi dilakukan dikarenakan data yang dihasilkan dari pengujian tidak valid dan pengaruh dari segi *human error* itu sendiri, sehingga pemilihan menggunakan referensi dirasa cukup tepat. Penelitian ini melibatkan 2 jenis bambu, yaitu : bambu Apus dan bambu Hitam (wulung), penggunaan 2 jenis bambu tersebut dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ;

Tabel 2.2 Sifat Fisis dan Mekanis Bambu Apus dan Hitam

No.	Sifat	Bambu hitam	Bambu apus
1.	Keteguhan lentur statik		
	a. Tegangan pada batas proporsi (kg/cm ²)	447	327
	b. Tegangan pada batas patah (kg/cm ²)	663	546
	c. Modulus elastisitas (kg/cm ²)	99000	101000
	d. Usaha pada batas proporsi (kg/dm ³)	1,2	0,8
	e. Usaha pada batas patah (kg/dm ³)	3,6	3,3
2.	Keteguhan tekan sejajar serat (tegangan maximum, kg/cm ²)	489	504
3.	Keteguhan geser (kg/cm ²)	61,4	39,5
4.	Keteguhan tarik tegak lurus serat (kg/cm ²)	28,7	28,3
5.	Keteguhan belah (kg/cm ²)	41,4	58,2
6.	Berat Jenis		
	a. KA pada saat pengujian	0,83	0,69
		KA : 28%	KA : 19,11%
	b. KA kering tanur	0,65	0,58
		KA : 17%	KA : 16,42%
7.	Keteguhan pukul		
	a. Pada bagian dalam (kg/dm ³)	32,53	45,1
	b. Arah tangensial (kg/dm ³)	31,76	31,9
	c. Pada bagian luar (kg/dm ³)	17,23	31,5

Ginoga (1977)

Dari tabel 2.2 didapatkan Modulus Elastisitas Bambu Apus sebesar 101000 kg/cm², karena penggunaan satuan dalam MPa maka harga untuk Modulus Elastisitas Bambu sebesar 9904,767 MPa.

2.4 Anatomi Bambu

Beberapa hal yang cukup penting berkaitan dengan sifat anatomi bambu antara lain adalah panjang serat, kandungan serat sklerenkim, jumlah berkas pembuluh (*vascular bundles*), persentase parenkim, kandungan tepung, dan kandungan silika. Prawirohatmodjo dan Sultoni (1988) telah melakukan penelitian tentang hal tersebut pada enam spesies bambu yang banyak dipakai di Indonesia, yaitu: *bambusa vulgaris* (bambu Ampel), *bambusa arundinacea*

(bambu Ori), *Gigantochloa apus* (bambu Apus), *Gigantochloa atrovioolacea* (bambu Wulung), *Gigantochloa verticillata* (bambu Legi) dan *Dendrocalamus asper* (bambu Petung). Untuk penelitian diambil bambu berumur tiga tahun dan enam tahun, specimen dibuat dari tiga posisi yaitu: pangkal, tengah dan ujung.

Tabel 2.3 Kandungan Tepung pada 6 Jenis bambu

Spesies	Pangkal (%)	Tengah (%)	Ujung (%)	Rata-rata (%)
Bambusa vulgaris (bambu Ampel)	5,71	6,91	7,61	6,75
Gigantochloa apus (bambu Apus)	1,01	0,91	1,04	1,01
Bambusa arundinacea (bambu Ori)	0,17	0,15	0,21	0,18
Gigantochloa atrovioolacea (bambu Wulung)	1,15	0,91	1,62	1,23
Gigantochloa verticillata (bambu Legi)	0,34	0,68	1,27	0,76
Dendrocalamus asper (bambu Petung)	1,59	2,22	2,03	1,95
Rata-rata	1,67	1,96	2,3	1,98

(Janssen, 1991)

2.5 Berat Jenis Bambu

Berat jenis bambu merupakan faktor-faktor yang menentukan sifat-sifat fisika dan mekanika kayu atau bambu. Menurut Soenardi (1976), banyaknya zat kayu atau bambu merupakan petunjuk tentang :

- a) Kekuatan kayu, sifat pengerjaan dan penyelesaian akhirnya.
- b) Rongga dalam kayu, yang menentukan banyaknya air yang dapat diabsorpsi.
- c) Kerapatan kayu menentukan dimensi kayu atau bambu, sedangkan perubahan dimensi kayu atau bambu disebabkan perubahan kandungan air.

Menurut Ir. Soewarno Wiryomartono (Konstruksi Kayu, 1976) angka rapat tergantung daripada banyaknya zat dinding sel tiap-tiap satuan volume. Jadi semakin kecil angka rapat suatu kayu semakin kecil pula kekuatan kayu.

Menurut Liese (1980), berat jenis bambu berkisar antara $0,5 \text{ gr/cm}^3 - 0,9 \text{ gr/cm}^3$. Variasi berat jenis terjadi baik pada arah vertikal maupun horizontal,

batang bambu bagian luar mempunyai berat jenis lebih tinggi daripada bagian dalam.

Tabel 2.4 Perbandingan Berat Jenis Bambu Apus dan Petung

Letak	Berat Jenis Rata-rata	
	Bambu Apus	Bambu Petung
Bawah	0,542	0,684
Tengah	0,582	0,727
Atas	0,633	0,760

(Kusnohardjono, 1999)

2.6 Sifat Mekanika Bambu

Bambu sebagai pengganti kayu dalam konstruksi bangunan adalah penting. Oleh karena itu sifat-sifat bambu dalam kaitannya sebagai bahan konstruksi bangunan perlu dipelajari, agar penggunaannya dapat efisien dan optimal.

Kuat tarik sejajar serat bambu menurut Wangaard (1950), kuat tarik kayu atau bambu adalah ukuran kekuatan kayu atau bambu yang diakibatkan oleh suatu gaya yang cenderung untuk memisahkan sebagian kayu atau bambu dengan gaya tarik.

Sifat kuat tarik dan modulus elastisitas adalah penting untuk penggunaan bambu sebagai bahan jembatan sederhana dan sebagai bahan campuran beton ringan. Kuat tarik dan modulus elastisitas sangat berkaitan dengan struktur anatomi. Telah diketahui bahwa kuat tarik dan modulus elastisitas tarik umumnya didapat dari presentase serat-serat skelerenkim dan selulosa (Jansen, 1981).

2.7 Persyaratan Bambu (berdasarkan PUBI-1982)

Bambu yang dimaksud didalam peraturan ini adalah jenis bambu yang digunakan untuk tujuan konstruksi bangunan (bukan untuk bahan tulangan beton), dengan syarat seperti berikut ini :

Bambu harus berumur tua, berwarna kuning jernih, hitam pekat, hijau, dalam hal terakhir berbintik putih pada pangkalnya, berserat padat dengan permukaan yang mengkilap ditempat bukannya.

- 1) Jenis bambu tahan lama adalah seperti berikut ini :
 - a. Jenis besar : bambu petung dan gombang.
 - b. Jenis sedang : bambu andong dan temen.
 - c. Jenis kecil : bambu apus dan tali.
- 2) Jenis-jenis bambu tahan lama, umumnya termasuk kelas awet III sehingga perlu diawetkan terlebih dahulu.

Menurut Triwiyono (2000), dari berbagai jenis bambu yang telah diteliti ternyata bambu petung mempunyai kuat lekat paling tinggi yaitu sekitar 1,1 Mpa (dipilin), jika dilihat ketertarikan antara kuat lekat dengan sifat kembang susut bambu, ternyata kembang susut bambu petung paling rendah dibanding dengan bambu apus, ori dan wulung.

Tabel 2.5 Hasil Pengujian 3 Spesimen Bambu, Bambu apus, Munro, Backer

Sifat	Kisaran	Jumlah Spesimen
Kuat tarik	118-275 MPa	234
Kuat lentur	78,5-196 MPa	234
Kuat tekan	49,9-58,8 MPa	234
E tarik	8728-31381 MPa	54
E tekan	5590-21182 MPa	234
Batas regangan tarik	0,0037-0,0244	54
Berat jenis	0,67-0,72	132
Kadar lengas	10,04-10,81%	117

(Prawirohatmodjo dan Sulthoni, 1988)

Menurut INBAR (International Network on Bamboo and Rattan), 1995 (dalam Situmorang, 2003), kekuatan tarik bambu pada satu tampang melintang dapat dibedakan menjadi 2 bagian :

- a. Bagian luar, bagian kira-kira 30 % dari tebal batang, bagian luar merupakan bagian yang lebih keras dan lebih rapat, bagian luar ini lebih rapat sehingga pada bagian ini hanya menyerap air dalam jumlah yang sedikit.
- b. Bagian dalam, bagian ini kira-kira 70 % dari tebal batang, bagian dalam merupakan bagian yang paling lunak, pada bagian ini akan mengembang dan menyerap air beton.

2.8 Penelitian Yang Pernah Dilakukan

- a) “ Pengaruh Penggunaan Bambu Petung Sebagai Tulangan Pada Balok Beton ” (Abdul Rohman, 2005).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat lentur balok beton apabila digunakan bambu petung sebagai bahan tulangan (dengan dimensi balok uji 100 mm x 150 mm x 1500). Adapun hasil penelitiannya sebagai berikut :

- a. Dari hasil perhitungan teoritis didapat beban maksimum balok sebesar 5,84 kNm.
- b. Dari hasil pengujian didapat beban maksimum balok sebesar 5,61 kN dan momennya 1,530 kNm.
- c. Retak yang terjadi pada benda uji berupa retak lentur.

- b) “ Alternatif Bambu Sebagai Tulangan Untuk Bangunan Sederhana “ (Eko S Pambudi, 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan bambu sebagai tulangan sehingga diketahui sifat karakteristik dari balok tersebut. Selain itu tujuan dari penelitian ini adalah memasyarakatkan penggunaan bambu sebagai penulangan beton, terutama penggunaan untuk

batang-batang struktural dengan beban ringan pada bangunan sederhana seperti perumahan, perumnas maupun KPR – BTN, sehingga menghemat biaya pembangunan. Dengan mempertimbangkan uraian-uraian diatas, maka masalah masalah yang akan diteliti adalah :

- a. Perilaku dari mortar yang meliputi kuat tekan rata-rata (f'_{cr}) dan kuat tekan yang disyaratkan (f'_c).
 - b. Perilaku dari balok terhadap kuat lentur yang meliputi tegangan-regangan
- c) “ Aplikasi Bambu Pilinan Sebagai Tulangan Balok Beton “
(Dwi Anggraini Kusuma, 2003).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat lentur balok beton apabila digunakan bambu petung sebagai bahan tulangan (dengan dimensi 15x20x200 cm). Adapun kesimpulan dari penelitiannya sebagai berikut :

- a. Keruntuhan yang terjadi pada benda uji balok beton pada penelitian ini diawali dengan retaknya beton. Retak yang selalu terjadi pada awal proses keruntuhan adalah retak lentur ditandai dengan pola retak yang tegak lurus. Secara umum retak tersebut terjadi pada saat beban mencapai di atas 90% dari beban teoritis atau sekitar 78% dari beban runtuh. Retak awal biasanya terjadi pada daerah pembebanan di sekitar tumpuan rol, kemudian retak terjadi di daerah tengah bentang selanjutnya di daerah sekitar sendi, atau sebaliknya.
- b. Dari hasil perbandingan antara teori dengan eksperimen menunjukkan bahwa bambu memiliki peluang untuk digunakan sebagai tulangan balok beton, khususnya untuk struktur sederhana.