

KAJIAN TERHADAP PENGGUNAAN BOLT BAGI TEKNIK
PENYAMBUNGAN BULUH DALAM INDUSTRI PEMBINAAN

SALMAN SALIM

GERAN STG
NO. VOT 1283

UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA

ABSTRAK

Buluh merupakan salah satu bahan binaan yang mempunyai banyak kegunaan. Namun demikian, buluh jarang digunakan sebagai dalam pembinaan di Malaysia jika dibandingkan dengan negara-negara luar yang menjadikan buluh sebagai bahan utama di dalam pembinaan. Kajian buluh di Malaysia masih belum dibuat dengan lebih terperinci. Kajian ini dijalankan untuk mengkaji kekuatan struktur sambungan buluh melibatkan kaedah sambungan bersama dan dibandingkan dengan kekuatan sampel kawalan buluh yang tidak disambung. Selain itu juga, kajian ini dilakukan untuk mengenal pasti penggunaan buluh dan teknik-teknik penyambungan struktur buluh yang digunakan dalam industri pembinaan. Daripada ujian lenturan yang telah dilakukan terhadap semua sampel ini, nilai beban dan lenturan maksimum telah dibandingkan dengan nilai pengiraan teori berdasarkan kajian Janssen's. Struktur sambungan yang dapat menanggung beban paling maksimum ialah struktur sambungan keratan buluh iaitu 5.997 kN. Sampel kawalan buluh menanggung beban maksimum sebanyak 4.504 kN. Manakala sambungan separuh tindihan menggunakan 3 bolt dan 2 bolt ialah 4.789 kN dan 4.040 kN. Struktur sambungan yang menanggung beban paling rendah ialah struktur sambungan plat sisi yang hanya menanggung beban sebanyak 2,659 kN. Perbandingan nilai momen lenturan teori Janssen's didapati semua sambungan tidak melepasi nilai momen lenturan maksimum yang dibenarkan. Ini menunjukkan kajian ini adalah mengikut standard yang dibenarkan oleh teori Janssen's. Kajian mendapati bahawa struktur sambungan yang sesuai digunakan dalam kerja-kerja pembinaan ialah struktur sambungan keratan buluh.

ABSTRACT

Construction industry is increasingly developed and grown rapidly with more advanced technology used in the construction industry. The world timber demand is increasing at a rapid rate but the timber supply is depleting. It's been found through research that bamboo can suitably replace timber and other materials in construction. This study was conducted to investigate the structural strength of bamboo connections involving only spliced joint and compared with control samples strength of bamboo which is not connected. In addition, this study was conducted to identify the use of bamboo in the construction industry and jointing techniques bamboo structure in the construction industry. Bending test is conducted on four types of bamboo connection structure which is half-lapped splice joint using 3 bolts, half-lapped splice joint using 2 bolts, side plate splice joint, sleeves and insert joint and control sample bamboo where each in each connection has six samples to determine the structural strength of the bamboo connection. From the tests conducted, data such as the maximum load that can be borne by the bamboo structure and the bending of bamboo structure will be obtained. Data were compared with the theoretical calculation based on the study of Janssen's. The connection structure can bear maximum load is sleeves and inserts which is 5.997 kN. The control samples bamboo maximum load is 4.504 kN. Meanwhile, half-lapped splice joint using 3 bolts and 2 bolts is 4.789 kN and 4.04 kN. Structural connections carried lowest load is side plate splice joint which is only 2.659 kN. For comparison the bending moment Janssen's theory, all the connections are not exceeded the maximum allowable bending moment. This shows that the study is in accordance with standards approved by Janssen's theory. The study found that the structure of connections that can be used in the construction work is sleeves and inserts.

KANDUNGAN

PENGHARGAAN		ii		
ABSTRAK (Bahasa Melayu)		iii		
ABSTRACT (English)		iv		
BAB 1	Pengenalan			
	1.0	Pendahuluan	1	
	1.1	Penyataan Masalah	2	
	1.2	Objektif Kajian	3	
	1.3	Skop Kajian	3	
	1.4	Kepentingan Kajian	4	
	1.5	Kepentingan Kajian	4	
	1.6	Jangkaan Hasil Kajian	5	
	1.7	Rumusan	5	
BAB 2	Kajian Literatur			
	2.1	Pengenalan	6	
	2.2	Taksonomi, Sumber dan Habitat	7	
	2.3	Teknik Penuaian	8	
	2.4	Kandungan Kimia dan Ketahanan Semula Jadi	8	
	2.5	Sifat-Sifat Buluh	9	
	2.6	Ciri-Ciri Buluh	10	
	2.7	Sifat Fizikal Buluh	10	
	2.8	Buluh Dalam Pembinaan	11	
		2.8.1	Asas	12
		2.8.2	Lantai	13
		2.8.3	Dinding	14

2.8.4	Bumbung	15
2.8.5	Pintu dan Tingkap	16
2.8.6	Paip Air	17
2.8.7	Jambatan	18
2.8.8	Peranca	19
2.9	Sambungan Buluh	19
2.9.1	Pengenalan	19
2.9.2	Rawatan Buluh	20
2.9.3	Sambungan Tahan Lasak	20
2.9.4	Kaedah Penyambungan Buluh	21
2.9.5	Sambungan Buluh Secara Tradisional	21
2.10	Jenis Bolt	28
2.10.1	Bolt Hitam	28
2.10.2	Bolt Gengam Geseran	29
2.11	Rumusan	30
BAB 3	METODOLOGI KAJIAN	
3.1	Pengenalan	31
3.2	Perbincangan Awal	32
3.3	Kajian Literature	32
3.4	Pengumpulan Maklumat	32
3.5	Prosedur Ujikaji	33
3.5.1	Pemilihan Buluh	34
3.5.2	Penyediaan Sampel dan Alatan yang Digunakan	35
3.5.3	Merekabentuk Struktur Sambungan Buluh	38
3.5.4	Ujikaji Lenturan	44
3.6	Rumusan	47
BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
4.1	Pengenalan	48
4.2	Ciri-Ciri Sampel	48

4.2.1	Sambungan Separuh Tindihan Menggunakan Tiga Bolt	48
4.2.2	Sambungan Separuh Tindihan Menggunakan Dua Bolt	49
4.2.3	Sambungan Plat Sisi	50
4.2.4	Sambungan Keratan Buluh	50
4.2.5	Sampel Kawalan Buluh	51
4.3	Keputusan Ujikaji Lenturan	51
4.3.1	Sambungan Separuh Tindihan Menggunakan Tiga Bolt	51
4.3.2	Sambungan Separuh Tindihan Menggunakan Dua Bolt	53
4.3.3	Sambungan Plat Sisi	54
4.3.4	Sambungan Keratan Buluh	56
4.3.5	Sample Kawalan Buluh	58
4.4	Perbandingan Data Ujikaji Menggunakan Teori Janssen's	59
4.5	Perbandingan Kekuatan Antara Struktur Sambungan Buluh	60
4.6	Perbincangan Keputusan Ujian Lenturan	61
4.7	Rumusan	62

BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1	Pengenalan	63
5.2	Kesimpulan	63
5.3	Cadangan Kajian Lanjutan	64
5.4	Rumusan	65

RUJUKAN	66
----------------	-----------

LAMPIRAN

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pendahuluan

Industri pembinaan semakin berkembang pesat dari masa kesemasa dan banyak teknologi canggih digunakan dalam industri pembinaan pada masa kini. Bahan binaan juga semakin bertambah dan banyak penyelidikan yang telah dibuat untuk menghasilkan bahan binaan yang berkualiti dan bermutu tinggi. Buluh merupakan antara salah satu bahan yang mempunyai banyak kegunaan. Namun, penggunaan buluh di negara ini belum dieksploitasi sepenuhnya dan bahan mentah itu hanya terhad digunakan dalam perusahaan perabot dan kraf tangan (Profesor Dr. Razak Wahab, 2011). Buluh juga mempunyai potensi yang tinggi dalam menggantikan industri pembalakan pada masa hadapan serta boleh digunakan dalam pelbagai lapangan termasuk menjadi bahan utama dalam sektor peminan.

Usaha penyelidikan dalam teknologi pembinaan serta penemuan-penemuan baru dalam bidang peralatan dan bahan-bahan binaan memungkinkan penciptaan teknologi baru dalam penyambungan dan juga rawatan buluh. Setakat ini, buluh hanya digunakan dalam industri perabot dan itu pun menggunakan buluh mentah yang diimport dari Indonesia. Padahal, kajian menunjukkan bahawa bilah buluh sebenarnya mempunyai

kekuatan anjalan lebih tinggi berbanding kayu jati dan meranti yang menjadi asas dalam bahan binaan di negara ini. Penggunaan buluh dalam sektor pembinaan di Malaysia pada masa kini tidak begitu ketara berbanding dengan sektor pembinaan di negara-negara lain seperti India dan China yang menggunakan buluh sebagai salah satu bahan binaan yang popular dalam sektor pembinaan. Hal ini disebabkan implementasi penggunaan buluh di Malaysia tidak diketengahkan didalam sektor pembinaan, tetapi hanya fokus kepada sektor kraftangan.

Rekabentuk sambungan memainkan peranan paling penting dalam kekuatan struktur buluh. Terdapat banyak proses dan teknik dalam menghasilkan struktur sambungan ini. Pertimbangan yang wajar serta efisien perlulah diberi perhatian utama dalam menghasilkan struktur buluh yang mampu menanggung beban tertentu dan memindahkan ke struktur yang lebih stabil. Struktur sambungan yang dihasilkan mestilah berupaya menghalangi segala tindakan daya ricih, daya sisi, lenturan, momen dan gegaran tanpa mengalami sebarang bentuk kegagalan. Kekuatan sambungan yang dihasilkan haruslah melebihi kekuatan setiap anggota yang disambung disamping mempunyai rekabentuk yang ringkas dan mudah untuk dihasilkan.

1.2 Pernyataan Masalah

Bahagian yang paling penting dalam menentukan kekuatan struktur buluh ialah terletak pada sambungan buluh tersebut. Sambungan berfungsi untuk memindahkan beban dari satu bahagian ke bahagian struktur yang lain. Kegagalan pada sambungan struktur buluh akan menyebabkan struktur tidak dapat menanggung beban dan akhirnya akan berlaku kegagalan. Oleh sebab itu, kajian yang mendalam dan terperinci haruslah dilakukan untuk memahami sifat-sifat buluh serta bentuk sambungan-sambungan pada struktur buluh.

Bahagian yang paling sukar untuk proses penyambungan buluh ini dikaitkan dengan beberapa sebab, seperti perubahan dalam sifat-sifat dan dimensi, bentuk kelongsong kosong. Buluh mempunyai kekuatan tegangan yang tinggi, namun kekurangan yang terdapat pada sambungan tidak dapat memaksimumkan penggunaan

kekuatan struktur buluh ini. Kajian dan perkembangan pada sambungan serta saiz dan jenis buluh amat diperlukan untuk menentukan kekuatan struktur buluh dan memperluaskan penggunaan buluh dalam industri pembinaan.

Di Malaysia, penggunaan buluh masih belum meluas dan tidak setanding dengan negara luar yang menggunakan buluh sebagai struktur penting dalam industri pembinaan. Oleh itu, kajian yang dilakukan terhadap buluh di Malaysia masih kurang jika dibandingkan dengan negara-negara luar. Seperti negara lain, pelbagai teknologi sambungan struktur buluh telah diperkenalkan dan buluh digunakan sebagai bahan komposit dalam struktur serta dikaji perkembangan untuk masa akan datang. Di Malaysia, kaedah konvensional masih digunakan untuk membuat struktur sambungan buluh.

1.3 Objektif Kajian

Kajian ini memberikan fokus utama kepada jenis dan saiz buluh serta sambungan yang dilakukan terhadap struktur buluh. Objektif utama yang perlu dicapai dalam kajian ini adalah;

- i. Untuk mengenalpasti penggunaan buluh dalam industri pembinaan.
- ii. Untuk mengenalpasti teknik penyambungan struktur buluh yang digunakan dalam industri pembinaan.
- iii. Menentukan kekuatan struktur sambungan buluh menggunakan kaedah sambungan bolt (sambungan bersama).

1.4 Skop Kajian

Kajian teknik struktur sambungan buluh menggunakan bolt hanya melibatkan kaedah sambungan bersama sahaja dan mengambil kira jenis dan saiz buluh yang sama terdapat

di Malaysia. Rekabentuk struktur sambungan ini dibahagikan kepada empat jenis sambungan dan enam jenis sampel struktur sambungan akan digunakan bagi setiap jenis sambungan untuk ujian makmal. Seterusnya akan dibandingkan dengan sampel kawalan sebanyak enam jenis sampel yang mana tidak disambung. Sampel struktur sambungan tersebut mempunyai ciri-ciri seperti berikut :

- i. Penggunaan bolt dengan jenis yang sama pada setiap spesimen.
- ii. Setiap spesimen dibuat menggunakan jenis buluh yang sama.
- iii. Dimensi setiap buluh diseragamkan.

Ujian lenturan akan dijalankan keatas struktur sambungan buluh menggunakan bolt untuk menentukan kekuatan sambungan tersebut.

1.5 Kepentingan Kajian

Dengan adanya kajian ringkas ini, diharap para penyelidik dapat membuka minda supaya penyelidikan terhadap buluh ini dapat diteruskan dari masa ke semasa kerana ada kesinambungan terhadap dunia industri pembinaan. Penyelidikan ini juga dapat memberikan pengetahuan dan kepercayaan pada kontraktor dan juga pemilik projek untuk menggunakan struktur buluh sebagai alternatif pembinaan pada masa hadapan. Dengan ini, penggunaan buluh akan bertambah dan akan memberikan impak yang besar dalam indsutri pembinaan dalam negara ini.

Secara umumnya, kajian penyelidikan ini amat penting bagi mencapai matlamat untuk dimanfaatkan dalam bidang latihan dan penyelidikan sumber tenaga manusia mengenai kejuruteraan buluh, mempertingkatkan kemampuan institusi mengenai kejuruteraan buluh dan memperbaiki persepsi umum tentang penggunaan buluh melalui peningkatan dan kemajuan teknologi.

1.6 Hasil Kajian

Hasil daripada kajian yang dilakukan ialah dapat mengetahui penggunaan buluh dalam sektor pembinaan dan teknik-teknik penyambungan buluh yang sedia ada digunakan dalam sektor pembinaan pada masa kini. Selain daripada itu juga, kekuatan pada struktur buluh berdasarkan jenis-jenis sambungan sedia ada dapat dikaji. Penilaian semasa memilih jenis sambungan pada struktur buluh dapat dilakukan dengan baik. Daripada ujian makmal yang dijalankan keatas rekabentuk struktur sambungan buluh menggunakan bolt, data kekuatan dan lenturan dapat diperolehi. Keberkesanan penggunaan bolt sebagai bahan pengikat kepada struktur sambungan juga dapat diketahui.

1.7 Rumusan

Bab ini lebih menerangkan kepada pengenalan kajian yang akan dilakukan. Daripada pernyataan masalah yang dibuat, objekif kajian yang ingin dicapai dapat disenaraikan. Selain itu juga, di dalam bab ini ada menerangkan skop kajian, kepentingan kajian dan hasil kajian yang akan diperolehi.

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengenalan

Buluh ialah satu daripada bahan binaan bangunan yang telah lama digunakan oleh manusia. Batang buluh telah digunakan untuk pelbagai produk rumah tempatan untuk kegunaan industri. Contohnya bekas makanan, lidi, penyepit, kraftangan, mainan, perabot, rantai, pulpa, kertas, bot, arang, alat muzik dan senjata. Di Asia, buluh selalu digunakan untuk jambatan, perancah dan perumahan, tetapi ia biasanya digunakan pada luaran struktur bangunan sahaja. Didalam masyarakat penduduk di kawasan tropika, buluh merupakan bahan yang paling sesuai dan murah serta banyak memenuhi keperluan mereka dari aspek perumahan. Pucuk buluh menjadi sumber penting dalam makanan dan merupakan makanan istimewa di Asia. Ekstraktif dari bahagian tumbuhan juga boleh digunakan untuk rambut, minyak kulit, ubat asma, dan ubat pencuci mata. Manakala abu buluh digunakan untuk menggilap permata dan pembuatan bateri elektrik. Ia telah digunakan pada basikal, kincir angin, skala, tembok penahan, tali, kabel dan filament mentol. (McClure, F.A. 1967).

Selain itu buluh mempunyai banyak aplikasi lain. Kegunaannya adalah sangat luas. sains dan teknologi serta permintaan kayu dan harga kos kayu yang semakin tinggi, banyak kaedah baru yang diperlukan dalam memproses buluh untuk menjadikannya

lebih tahan lama dan lebih mudah untuk digunakan dari segi bahan binaan. Buluh merupakan bahan yang senang diproses terutamanya jika ianya dibelah menjadi belahan bebatang yang telah dirawat terlebih dahulu dengan menggunakan bahan pengawet, ini bertujuan untuk meningkatkan lagi hayat bagi buluh tersebut disamping tidak menjejaskan kekuatan buluh tersebut. (Abd.Latif, M. 1993).

2.2 Taksonomi, Sumber dan Habitat

Buluh ialah satu saka, rumput berkayu yang sangat besar yang berasal dari kumpulan angiosperms dan monokotiledon. Rumpun rumput Poaceae (Gramineae) boleh dibahagikan kepada satu subrumpun kecil, Centothecoideae, dan lima subrumpun besar, Arundinoideae, Poaceae, Chloridoideae, Panicoideae, dan Bambusoideae. (Wong, 1989; Azmy dan AbeJ. Razak, 1991). Daripada perbezaan namanya, buluh diklasifikasikan dibawah subrumpun Bambusoideae. Wang D and S.J. Shen (1987) menyatakan bahawa terdapat 60 hingga 70 genus dan lebih daripada 1,200 hingga 1,500 spesies buluh di dunia. Separuh daripada spesies ini berkembang di Asia dan kebanyakannya di dalam rantau masyarakat orang Burma dan Indonesia yang juga dianggap menjadi kawasan asal mereka.

Beberapa contoh buluh genus ialah Bambusa, Chusquea, Dendrocalamus, Phyllostachys, Gigantochloa dan Schizostachyum. Menurut Grosser and Liese (1971), buluh berkembang sangat baik di kawasan tropika dan kawasan subtropika, tetapi beberapa tempat juga berkembang maju di iklim sederhana seperti Jepun, China, Chile dan Amerika. Lee et. al. (1994) menyatakan bahawa spesies buluh lebih kecil kebanyakannya ditemui berada di tempat tinggi dan sederhana dari aras laut. Manakala saiz yang lebih besar banyak ditemui di bahagian khatulistiwa dan kawasan-kawasan subtropik.

Beberapa spesies buluh dari satu negara telah diperkenalkan kepada negara-negara lain. Spesies buluh paling popular dan berharga di Asia adalah dari jenis Phyllostachys Pubescens yang telah dikembangkan dengan banyaknya di South Carolina dan Southeastern lain di Amerika dalam tempoh lebih daripada 50 tahun.

Buluh juga boleh disesuaikan untuk pelbagai jenis habitat. Ia tumbuh kawasan dataran berbukit dan tanah tinggi. Ia juga sesuai dikebanyakan jenis tanah kecuali tanah bersifat alkali, berongga dan berpaya. Abd.latif dan Abd. Razak (1998) menyatakan buluh itu boleh dikembangkan dari paras laut sehingga setinggi 3000 meter.

2.3 Teknik Penuaian

Kaedah asas penanaman dan penuaian didalam perladangan buluh telah dijelaskan oleh David Farrelly (1984). Walau bagaimanapun, teknik menuai buluh liar yang baik dan sistematik masih belum dibuat. Tiada pertimbangan bagi penggunaan akhir apabila buluh dituai. Kandungan kelembapan yang tinggi pada buluh boleh menyebabkan pemisahan mudah dilakukan. Ketidakpastian umur buluh yang dituai akan menimbulkan masalah dalam pemrosesan dan penggunaan. Beberapa faktor yang perlu diambil kira untuk peningkatan teknik menuai ialah umur, kualiti yang dikehendaki, dan sifat-sifat buluh. (Abd.Latif, M. 1993).

2.4 Kandungan Kimia dan Ketahanan Semula Jadi

Pemilihan spesies buluh untuk pelbagai aplikasi bukan sahaja berkaitan dengan sifat mekanikal dan fizikal tetapi juga pada kandungan kimia. Tomalang et. al (1980) dalam kajian mereka mendapati bahawa unsur utama daripada buluh ialah holoselulosa, pentosans, hemiselulosa dan lignin dimana setiap unsur berjumlah antara 20% hingga 30%. Unsur-unsur kecil yang lain adalah seperti damar, tannin dan garam tak organik. Komposisi kimia yang hamper sama dengan buluh adalah seperti yang terdapat dalam kayu keras, kecuali ekstrak berkali tinggi, kandungan abu dan silika.

Kandungan karbohidrat buluh memainkan peranan penting dalam ketahanan dan jangka hayat perkhidmatannya. Ketahanan buluh terhadap serangan kulat dan perosak lain berkait rapat dengan komposisi kimia dalam buluh tersebut. Dalam menghasilkan bahan seperti simen-terikat partikel, kandungan kimia seperti kanji dan

gula dalam buluh akan melambatkan kadar penyerapan H₂O + ion pada permukaan mineral simen dan akan melambatkan tindak balas yang ditetapkan. *Bambusa vulgaris* mengandungi 2.37% glukosa, 2.07% fruktosa dan sukrosa 0.5%. Jumlah gula sebelum dan selepas direndam adalah masing-masing 4.94% dan 0.28%. Kajian ini menunjukkan bahawa dengan teknik merendam kandungan gula boleh dikurangkan dibawah 0.5%, tahap yang dibenarkan untuk pengeluaran simen terikat partikel. Kajian ini menjelaskan bahawa sampel buluh yang mengandungi lebih daripada 0.6% jumlah gula akan menghasilkan simen-terikat partikel yang berkualiti rendah, melainkan jika dirawat. (Chew et. al., 2004).

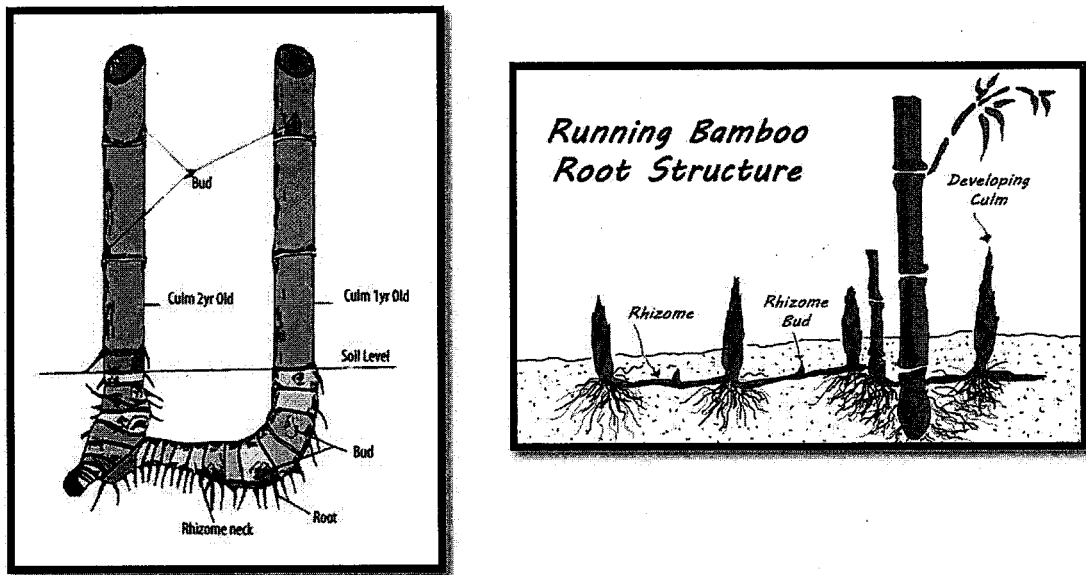
2.5 Sifat-Sifat Buluh

Sel tekstur dan ciri-ciri teknikal buluh adalah hampir sama dengan tekstur asal kayu. Dimana, kayu mempunyai sebuah pusat keras "*Hirnholz*" dan menjadi lemah di bahagian luar "*Splintholz*", bahagian luar buluh adalah keras dan di bahagian dalam pula lemah, dan menyebabkan ianya lebih stabil pembinaannya. Dari bahagian dalaman tiub ke arah bahagian luar boleh menghasilkan pengumpulan yang bersambung "*Leitbunde*". Struktur gentian yang lebih stabil dan paling padat dimana tekanan statik kuat dapat dihasilkan. Buluh merupakan bahan yang menyerap dan membebaskan air. Buluh yang hidup mengandungi air di dalam sel-selnya.

Apabila buluh tersebut kering, kelembapan yang terkandung di dalam buluh akan keluar secara pengewapan tanpa merosakkan struktur selnya. Jika ia terus dikeringkan, maka berlakulah *densification* terhadap buluh tersebut. *Densification* ini akan menyebabkan tekanan dalaman (*internal stress*) yang mana akan mempertingkatkan lagi kekukuhan (*stiffness*) dan menambahkan kekuatan buluh itu. Ini adalah kerana selulosa yang menjadi bahan utama dalam gentian lebih kuat dalam keadaan kering. Kekuatan buluh juga bergantung kepada jenis buluh yang digunakan dan umur buluh tersebut. Buluh yang lebih tua akan menghasilkan gentian yang lebih kuat berbanding buluh yang lebih muda (Mohd Mahathir, 2008).

2.6 Ciri-Ciri Buluh

Pokok buluh tumbuh daripada biji benih atau rizom. Sistem rizom adalah amat penting untuk buluh kerana buluh tidak mempunyai pusat batang seperti dalam pokok-pokok lain; sistem rizom menyediakan asas bagi buluh. McClure (1966) telah menyifatkan rizom buluh sebagai satu sistem bawah tanah yang kompleks. Buluh tumbuh di kawasan beriklim tropika dan subtropika. Buluh merupakan tumbuhan yang tumbuh dengan cepat yang hanya memerlukan masa selama enam bulan untuk menjadi matang. Rajah 2.1 menunjukkan rizom buluh.



Rajah 2.1: Rizom buluh (Jesse Khong, 2012)

2.7 Sifat Fizikal Buluh

Kesesuaian buluh untuk digunakan dalam industri pembinaan adalah berdasarkan daripada ciri-ciri fizikalnya. Ciri-ciri ini adalah hasil genetik reka bentuk, serta kesan daripada keadaan iklim dan tanah. Warna, corak bijirin dan tekstur adalah antara faktor kualitatif yang penting bagi rupa bentuk jenis produk. Sifat-sifat fizikal yang dikaji

adalah ketumpatan relatif (graviti tentu), kelembapan keseimbangan kandungan dan kestabilan dimensi. Seperti bahan-bahan binaan yang lain, buluh mempunyai banyak sifat-sifat fizikal. Pengaruh kandungan kelembapan dan kesan kepada kestabilan, telah dikaji sebagai kebimbangan asas apabila menggunakan mana-mana produk hutan. Pengeringan bahan kayu akan menyebabkan perubahan dalam dimensi fizikal serta sifat-sifat mekanikal. Sebaliknya, menurut Abd Razak dan Tewari (1995), ketebalan dinding dan diameter buluh akan mula mengecut sebaik sahaja ia mula kehilangan kelembapan. Keadaan ini tidak seperti kayu, di mana ciri-ciri akan mula berubah apabila ia sampai ke tahap tepu. Semua bahan-bahan yang berasaskan kayu dipengaruhi oleh jumlah kandungan air.

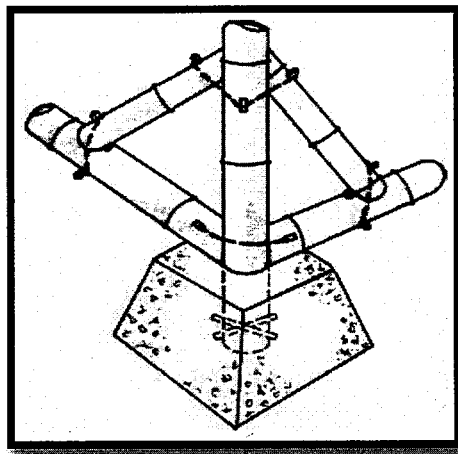
2.8 Buluh Dalam Pembinaan

Kebiasaannya penggunaan buluh ini lebih banyak dikaitkan dalam kawasan luar bandar yang memerlukan pembangunan. Contohnya seperti perumahan domestik yang selaras dengan asal usul tempat mereka. Pembinaan buluh pada kawasan ini adalah mudah untuk direka bentuk dan pembinaannya berkait rapat dengan kehidupan tradisional di kawasan tersebut. Selain daripada itu juga, contoh penggunaan buluh juga terdapat pada ladang atau kebun, bangunan sekolah dan juga jambatan. Buluh juga digunakan sebagai peranca, paip air dan tetulang bagi konkrit. Buluh boleh digunakan sebagai komponen dalam bangunan kecil, sama ada menggunakan sepenuhnya bahan buluh mahupun digunakan bersama-sama dengan bahan lain. (Law, 1970). Contoh penggunaan buluh dalam pembinaan ialah;

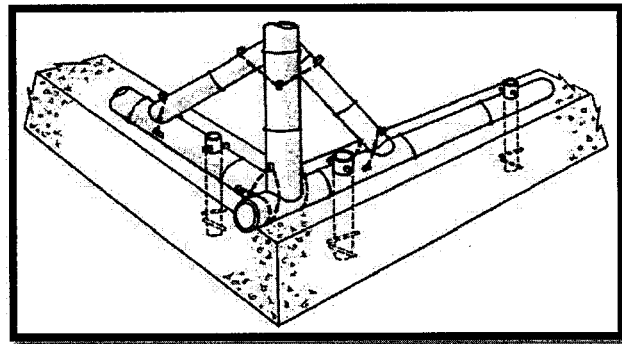
- i. Asas
- ii. Lantai
- iii. Dinding
- iv. Bumbung
- v. Pintu dan tingkap
- vi. Paip air
- vii. Jambatan
- viii. Peranca

2.8.1 Asas

Struktur buluh sama ada terletak dipermukaan atau pun di dalam tanah boleh mereput dalam tempoh masa enam bulan sehingga dua tahun. Oleh itu rawatan pengawetan buluh hendaklah dilakukan. Bagi kekuatan dan juga kestabilan, diameter dinding buluh yang besar dengan nod yang rapat hendaklah digunakan. Sekiranya tidak ada, bahagian kecil buluh boleh diikat bersama (Xiao, 2008).



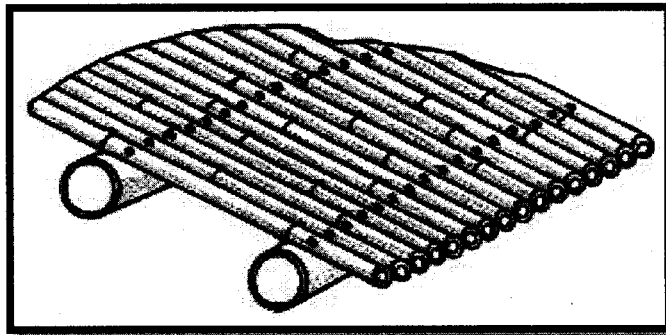
Rajah 2.2: Asas pad



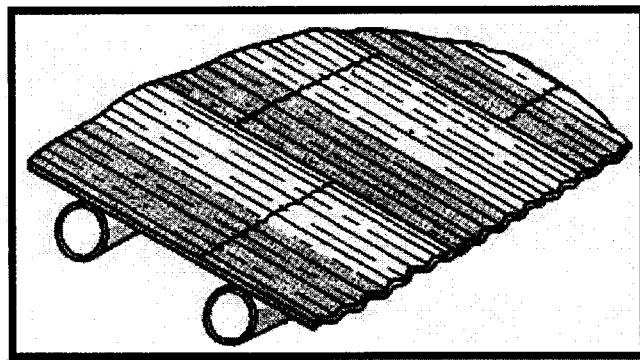
Rajah 2.3: Asas jalur

2.8.2 Lantai

Lantai yang diperbuat daripada buluh terletak pada bahagian tingkat bawah, oleh itu, ianya terdiri daripada pemadatan tanah ataupun tanpa perlindungan daripada tikar buluh. Walaubagaimanapun, penyelesaian yang telah dipilih ialah dengan meningkatkan tingkat di atas tanah untuk membentuk sejenis jangkungan pembinaan. Ini boleh meningkatkan keselesaan dan kebersihan dan boleh menyediakan perlindungan kawasan penyimpanan di bawah lantai. Minimum jarak lantai adalah 500mm untuk memudahkan pemeriksaan (Janssen, 1995). Apabila lantai dinaikkan, ia menjadi sebahagian daripada rangka kerja struktur bangunan. Lantai kebiasaannya terdiri daripada rasuk buluh kemudiannya bersambung dengan asas.



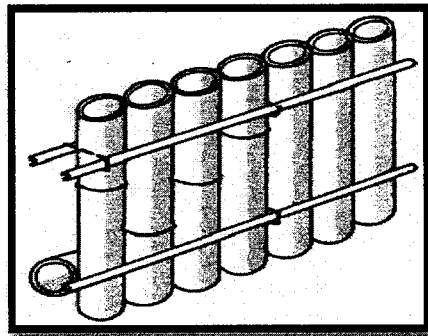
Rajah 2.4: Lantai buluh menutupi



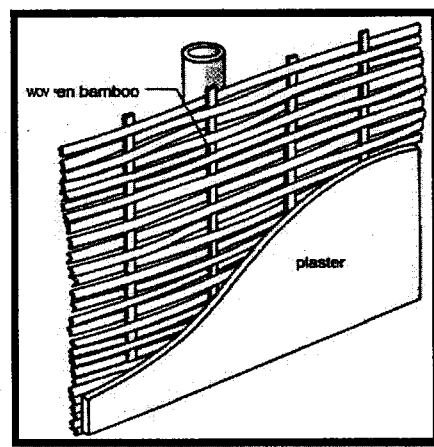
Rajah 2.5: Lantai buluh diratakan

2.8.3 Dinding

Penggunaan buluh yang paling banyak dalam pembinaan ialah sebagai dinding. Unsur-unsur utama dinding buluh (tiang dan rasuk) secara umumnya merupakan sebahagian daripada rangka struktur. Oleh itu, struktur ini menanggung beban mati bangunan dan juga beban hidup yang berpunca daripada penghuni, cuaca dan gempa bumi. Satu pengisian antara rangka-rangka buluh diperlukan untuk melengkapkan bangunan. Tujuan pengisian ini adalah untuk melindungi bangunan daripada hujan, angin dan binatang dan menyediakan kestabilan apabila dikenakan beban tumpu. Pengisian ini juga hendaklah direka untuk membolehkan cahaya dan juga pengudaraan yang elok (Dunkelberg Klaus, 1992).



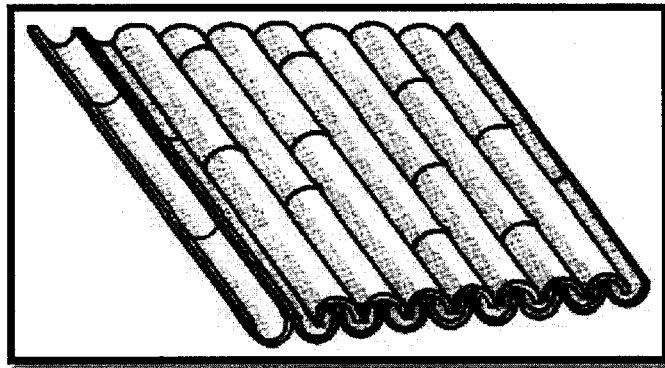
Rajah 2.6: Dinding batang buluh



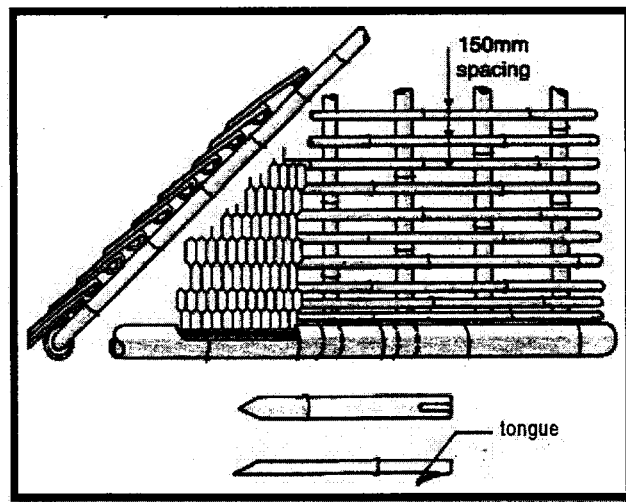
Rajah 2.7: Pembinaan dinding buluh

2.8.4 Bumbung

Bumbung bangunan merupakan struktur yang terpenting dalam bangunan. Ini dapat mentakrifkan pembinaan sebagai satu perlindungan. Oleh itu, struktur ini memberi perlindungan dari segi perlindungan cuaca seperti hujan, matahari dan angin dan menyediakan ruang yang boleh digunakan di bawah kanopi. Paling penting, ia mestilah cukup kuat untuk menentang kuasa angin. Buluh adalah sesuai untuk dijadikan sebagai bumbung disebabkan sifatnya yang kukuh, ringan dan daya tahan yang kuat (Jules J.A. Janssen, 2000).



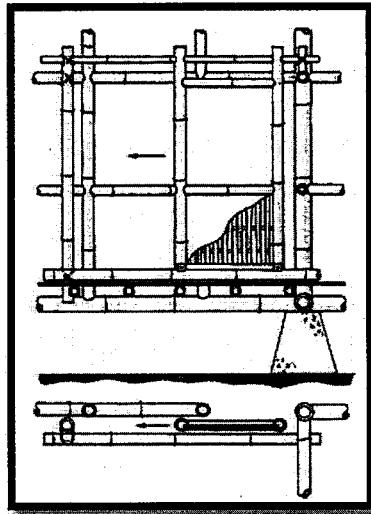
Rajah 2.8: Bumbung batang buluh dibelah dua



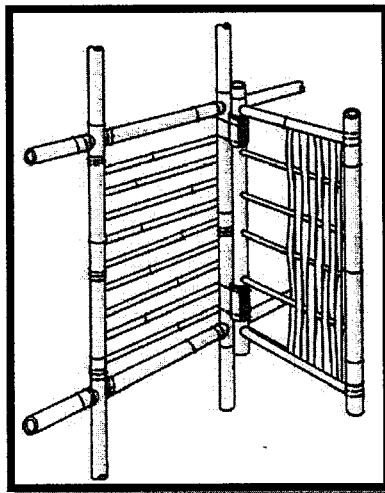
Rajah 2.9: Sirap buluh

2.8.5 Pintu dan Tingkap

Pembinaan pintu dan tingkap buluh secara tradisional biasanya sangat mudah dari segi bentuk dan juga operasi. Pintu daripada buluh boleh dibina secara berengsel ataupun gelongsor yang terdiri daripada rangka-rangka buluh dengan tenunan diameter buluh yang kecil.



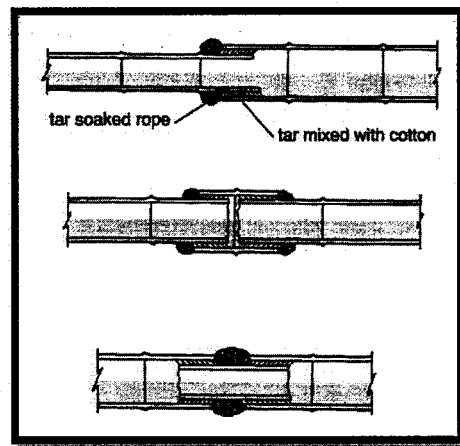
Rajah 2.10: Susunan pintu slide



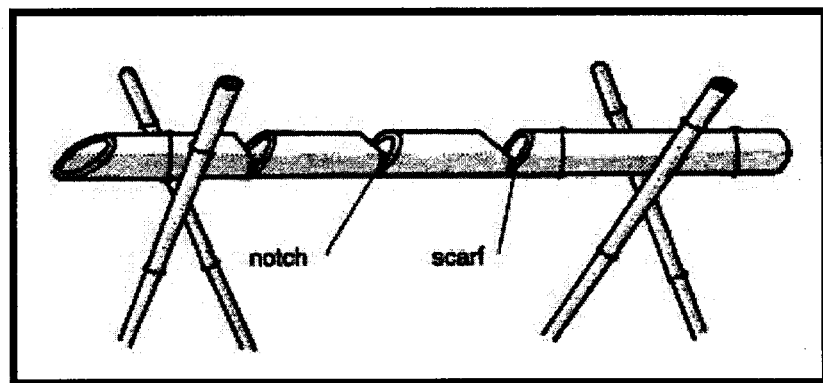
Rajah 2.11: Tingkap berengsel

2.8.6 Paip Air

Apabila gegendang buluh dibuka, batang buluh ini boleh digunakan sebagai paip air atau pun saluran air. Ianya boleh digunakan dalam sistem pengairan di atas tanah mahupun di dalam tanah. Untuk memastikan sambungan kedap air, hujung batang buluh dibesarkan dan dipasang kebahagian logam, PVC ataupun buluh paip. Untuk mengelakkan serangan serangga, buluh hendaklah dirawat sebelum meletakkan paip.



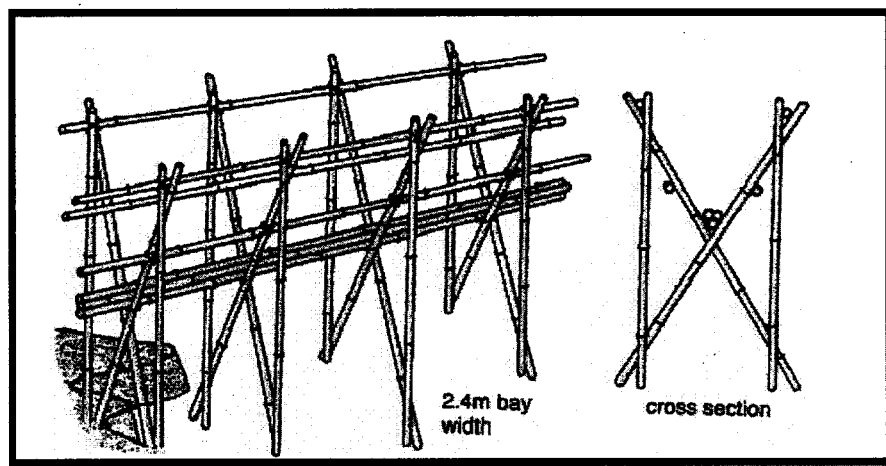
Rajah 2.12: Penyambungan paip buluh bawah tanah



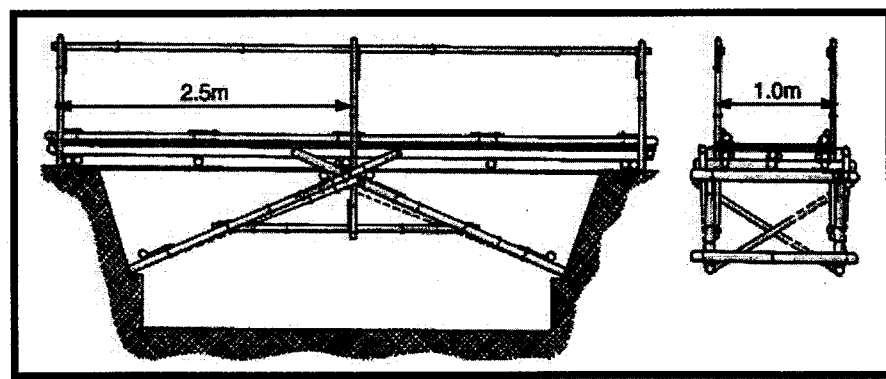
Rajah 2.13: Paip buluh di atas tanah

2.8.7 Jambatan

Jambatan merupakan satu struktur yang dibina untuk menyeberangi jurang atau rintangan seperti sungai dan lembah dan laluan keretapi. Ia dibina untuk membolehkan laluan pejalan kaki ataupun kenderaan di atas halangan itu. Jambatan buluh bagaimanapun hanya terhad kepada pejalan kaki. Pembinaan yang mudah telahpun dibina dan terbukti mampu menyokong beban yang tinggi.



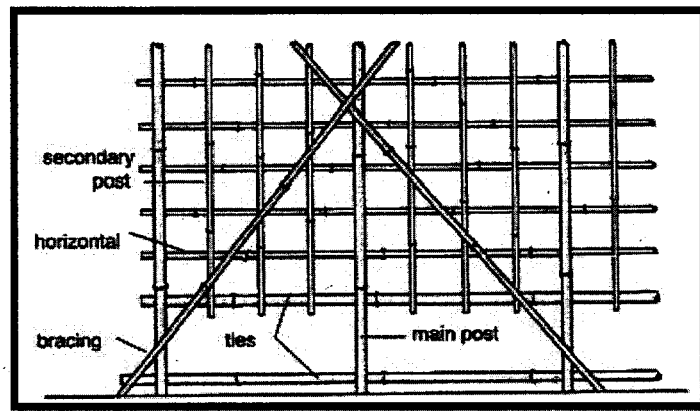
Rajah 2.14: Jambatan pejalan kaki



Rajah 2.15: Kekuda jambatan mudah

2.8.8 Peranca

Peranca buluh telah pun digunakan secara meluas di seluruh selatan Asia dan juga Amerika Selatan sebagai struktur sementara untuk menyokong platform yang bekerja di tapak pembinaan bangunan dan penyenggaraan. Biasanya peranca ini tidak ada limit ketinggian, tetapi bagi pembinaan yang tinggi kayu biasanya digunakan untuk menjadi penyokong utama (Fu, 1979). Biasanya, dua lapisan peranca digunakan. Lapisan luar memberikan kekuatan utama dan kestabilan. Lapisan dalaman pula menyediakan sokongan untuk laluan. Jarak antara komponen adalah ditentukan oleh pertimbangan praktikal seperti jangkauan berkesan.



Rajah 2.16: Susunan peranca biasa

2.9 Sambungan Buluh

2.9.1 Pengenalan

Teknik pembinaan buluh tidak mempunyai rekabentuk yang standard tetapi terdapat beberapa peraturan asas yang perlu diikuti (Chris Davies, 2008). Buluh yang kuat berhampiran nod kerana pada setiap nod ada diafragma yang menambah kekuatan tambahan dan ketegangan pada buluh tersebut. Nod hendaklah dekat dengan sambungan untuk mengelakkan risiko serangga memasuki dalam buluh dan risiko pemisahan buluh.

Mana-mana lubang atau bukaan yang perlu dipotong perlu dilakukan berhampiran dengan nod. Walaubagaimanapun, nod berhampiran dengan setiap sambungan tidak selalu praktikal dalam pembinaan. Sebaik-baiknya tidak ada lubang potongan buluh berhampiran dengan sambungan. Jika lubang diperlukan ia perlu sekecil mungkin dan bentuk bulat dan bukannya empat segi. Ini akan mengurangkan risiko penumpuan tekanan yang tinggi pada satu bahagian buluh itu. Pemakuan kepada buluh untuk menyambung buluh lain biasanya dielakkan kerana ini akan menyebabkan tekanan yang tinggi dalam pembinaan dan menyebabkan keretakan buluh (Jules J.A Janssen, 2000).

2.9.2 Rawatan Buluh

Kekuatan sambungan buluh boleh ditingkatkan lagi melalui penggunaan buluh kering berbanding dengan menggunakan buluh hijau. Buluh mengecut apabila ia kering dan keretakan akan berlaku. Menggunakan buluh kering membolehkan sebarang keretakan diketahui sebelum pembinaan dan digunakan di tempat yang sesuai. Ini akan mengelakkan keretakan dalam mana-mana elemen struktur utama. Menggunakan buluh hijau dalam pembinaan juga boleh menyebabkan sambungan lemah dari masa ke semasa kerana buluh mengecut apabila mereka kering. Ini boleh menyebabkan sambungan menjadi longgar dan akan mengurangkan kekuatan sendi, ketahanan dan jangka hayat (Xiabo Li, 2004).

2.9.3 Sambungan Yang Tahan Lasak

Sambungan struktur buluh hendaklah tahan lasak. Kerosotan sambungan menyebabkan kesukaran untuk membaiki atau mengganti terutamanya jika ia menghubungkan banyak anggota tubuh. Ketahanan sambungan adalah bergantung kepada tiga faktor utama, iaitu pilihan bahan, perancangan reka bentuk dan kualiti ketukangan. Satu contoh untuk meningkatkan ketahanan melalui pilihan bahan ialah penggunaan wayar bergalvani bukan bahan semula jadi. Meningkatkan ketahanan melalui reka bentuk dengan mengambil kira jenis sambungan yang digunakan (Xiabo Li, 2004).

2.9.4 Kaedah Penyambungan Buluh

Penyambungan yang berkesan adalah asas kepada integriti struktur pembinaan kerangka. Tambahan pula, kesesuaian bahan yang ingin digunakan dalam rekabentuk kerangka sebahagian besarnya bergantung kepada cara yang paling mudah dimana sambungan boleh dibentuk. Hal ini kerana bentuk fizikal buluh yang bulat dan bertiub. Oleh kerana itu, penyambungan dua atau lebih keratan buluh memerlukan pendekatan yang berbeza dengan yang digunakan untuk kayu yang kukuh. Walaupun buluh mempunyai kekuatan yang tinggi tetapi buluh adalah bahan yang mudah terdedah kepada kerosakan seperti penghancuran, terutamanya kepada bahagian hujung yang terbuka.

Ia juga mempunyai ciri-ciri kecenderungan untuk berpecah apabila penyambungan struktur buluh menggunakan paku, pasak, takukan atau tanggam. Penggunaan kaedah sambungan tersebut boleh menyebabkan pengurangan yang agak ketara kepada kekuatan sambungan struktur buluh. Selain itu juga, untuk mengekalkan kekuatan asal buluh, sambungan juga perlu menangani perubahan dalam diameter, ketebalan dinding dan kelurusan (INBAR, No.16). Daripada itu, batasan ini tidak menghalang penggunaan buluh dalam pembinaan secara tradisional. Walau bagaimanapun, pembinaan struktur yang cekap, lebih tahan lama dan penggunaan struktur buluh yang lebih besar dan lebih ekonomi akan bergantung sebahagian besar kepada penambahbaikan dan perkembangan dalam teknologi penyambungan buluh.

2.9.5 Sambungan Buluh Secara Tradisional

Kaedah sambungan secara tradisional bergantung kepada kaedah cara mengikat dengan menggunakan pancang atau tanpa pancang dan ada yang menggunakan kayu penetak (INBAR, No.16). Jenis-jenis sambungan asas yang biasa dibentuk untuk kaedah tradisional ialah:

- i. Sambungan Bersama
- ii. Sambungan Ortogonol

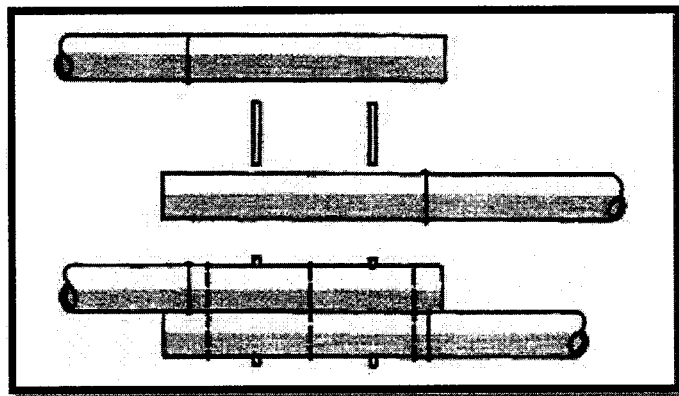
- iii. Sambungan Bersudut
- iv. Sambungan Terus

i. Sambungan Bersama

Kaedah penyambungan ini melibatkan dua atau lebih keratan buluh disambung secara selaras untuk membentuk struktur buluh yang baru. Terdapat empat jenis cara penyambungan dalam teknik sambungan ini iaitu;

a) Sambungan Penuh

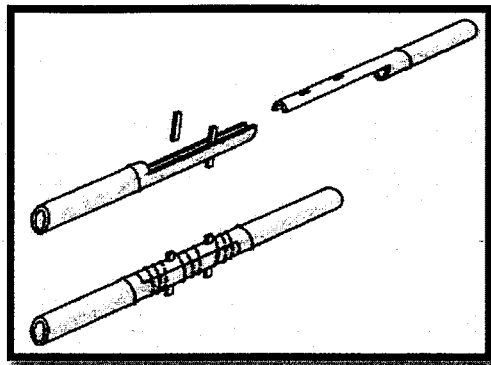
Satu bahagian buluh penuh yang ditindih dengan sekurang-kurangnya satu ruas dan diikat bersama-sama dalam dua atau tiga tempat. Untuk kekuatan yang lebih besar, buluh atau kayu keras kayu penetak juga boleh digunakan. Satu kelemahan sambungan ini adalah strukturnya agak besar.



Rajah 2.17: Sambungan penuh

b) Sambungan Separuh Tindihan

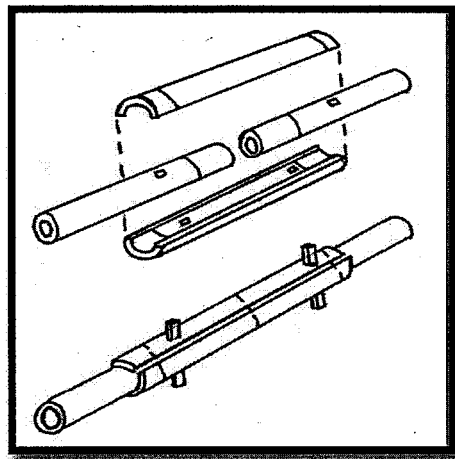
Ciri-ciri buluh yang ingin disambung mesti mempunyai diameter yang sama dan dipotong memanjang separuh dalam ke atas sekurang-kurangnya satu panjang ruas. Struktur yang telah disambung mesti mempunyai diameter yang sama seperti sebelumnya.



Rajah 2.18: Sambungan separuh tindihan

c) Sambungan Plat Sisi

Ciri-ciri buluh untuk kaedah ini mesti diameter yang sama yang diletakkan hujung ke hujung. Plat sisi untuk mengikat sambungan ini dibuat dari buluh yang mempunyai suku pusingan diameter lebih besar atau ruas lebih panjang. Plat tersebut diletakkan pada bahagian atas dan bawah. Seterusnya diikat dengan menggunakan kayu.

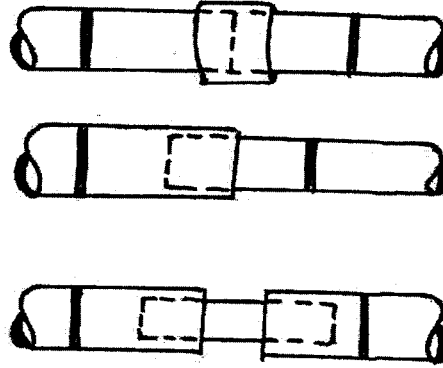


Rajah 2.19: Sambungan plat sisi

d) Sambungan Keratan Buluh

Biasanya kaedah ini digunakan apabila buluh mempunyai kepanjangan yang tidak mencukupi. Oleh itu, untuk menggunakan kaedah ini, diameter buluh

yang sesuai digunakan sama ada luaran atau dalaman untuk menyambung dua keratan buluh bersama-sama.



Rajah 2.20: Sambungan keratan buluh

ii. Sambungan Ortogonal

Sambungan jenis ini adalah sambungan sendi yang biasa digunakan, di mana dua atau lebih anggota bertemu atau bersilang pada sudut tepat (90°). Terdapat dua cara asas dalam sambungan ini. Antaranya :

a) Sambungan Belakang

Anggota mendatar disokong secara langsung di atas anggota menegak adalah teknik Sambungan belakang "*butt joint*" dalam bentuk yang paling mudah. Contoh sambungan jenis ini adalah sambungan rasuk bumbung pada tiang atau rasuk lantai pada pertengahan tiang. Pada bahagian atas tiang boleh dipotong untuk membentuk pelana untuk memastikan sambungan yang selamat pada rasuk dan pemindahan beban yang baik.

RUJUKAN

1. Abang Abdullah Abang Ali (1984) .Developmen of Basic Mechanical Tests for Malaysian.Bamboos, Universiti Pertanian Malaysia : Technical paper.
2. Abd. Latif, M. (1995). Some selected properties of two Malaysia bamboo species in relation to age, height, site and seasonal variation. PhD. Thesis, Universiti Putra Malaysia.
3. Abd.Latif, M. (1993). Effects of age and height of three bamboo species on their machining properties Bangunan, Bandung,. Journal Tropical Forest Science. 5(4): 528-535.
4. Abd Razak Othman, Hashim Md Noor & Jamaludin Hj Malek (2007). Haversting Technique in Natural Stands of Buluh Semantan (*Gigantochloa Scortechinii*), Research Institute Malaysia (FRIM).
5. Bewketu Z. Kassa. (2009) Bamboo: An Alternative Building Material for Urban Ethiopia.
6. British Standard (BS 373:1957). Method of Testing Small Clear Specimens.
7. C.S. Verma, V.M. Chariar, R. Purohit (2012) Tensile Strength Analysis of Bamboo and Layered Laminate Bamboo Composite.
8. Dunkelberg. Klaus (1992) Bamboo as a Building Material, in : IL, 31 Bambus, Karl Kramer Verlag Stuttgart.
9. Gianni Bartoli (2005) Performance of Joints in Bamboo Structures. University of Florence.
10. International Network for Bamboo and Rattan (INBAR) Technical Report No. 16, Bamboo in Construction: An Introduction. Report.
11. ISO (The International Organization for Standardization)(1999). Labotary Manual on Testing Methods for Determination of Physical and Mechanical Properties of Bamboo.
12. J. Amer (1985) Bamboo Soc; Vol. 6 No. 1-4.