

KAJIAN MENGENALPASTI KECACATAN PADA  
ANGGOTA STRUKTUR BANGUNAN KAYU SEDIADA

Oleh

Chen Fook Keong

Disertasi ini dikemukakan kepada

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat  
Keperluan untuk ijazah dengan kepujian

**SARJANA MUDA KEJURUTERAAN (KEJURUTERAAN AWAM)**

Pusat Pengajian Kejuruteraan Awam  
Universiti Sains Malaysia

Jan 2004

## PENGHARGAAN

Sepanjang tempoh penulisan projek tahun akhir ini, saya telah banyak mendapat bantuan, nasihat dan cadangan-cadangan yang membina daripada pelbagai pihak. Untuk mereka, saya ucapkan berbilang terima kasih. Saya ingin mengambil kesempatan ini juga untuk mengucapkan ribuan terima kasih kepada Dr. Badorul Hisham Bin Abu Bakar selaku Penyelia Projek yang telah memberi tunjuk ajar, pandangan dan sentiasa menyumbangkan idea-idea yang bernas untuk saya menyempurnakan projek ini.

Tidak lupa juga, ucapan terima kasih kepada En. Mohamad Bin Yaacob (Kuarter JKR No. 2) dan En. A.T. Wee (Stesen Keretapi, Sg. Nal) kerana memberi kerjasama dan membenarkan saya memeriksa kediaman dan pejabat mereka.

Sekalung budi kepada keluarga, terutama isteri dan anak-anak yang dikasihi kerana sentiasa memberi sokongan dan pengorbanan mereka semasa pengajian di Universiti Sains Malaysia.

Dan akhir sekali, ucapan terima kasih kepada rakan-rakan seperjuangan yang membantu dan mengkongsi buah fikiran.

## ABSTRAK

Kajian ini tertumpu kepada mengenalpasti kecacatan dan punca-puncanya pada anggota struktur kayu berdasarkan spesies atau kumpulan kekuatan. Dua buah bangunan kayu sediaada yakni Stesen Keretapi Sungai Nal, Kuala Krai dan Kuarters Kerajaan, Pasir Puteh telah dipilih sebagai model untuk kajian. Anggota struktur yang dikaji adalah rangka kekuda, rasuk, tiang, gelegar dan papan lantai. Pemeriksaan secara visual dan ujian pengecaman kayu dilakukan di lapangan untuk mengenalpasti dan menentukan kategori kecacatan serta spesies supaya dapat membantu dalam kerja-kerja penilaian, penyelenggaraan dan penambahbaikan bangunan kayu dengan lebih sistematik dan efisien lagi. Kajian ini juga menyemak kaedah konvensional yang diamalkan oleh Jabatan Kerja Raya (JKR Daerah) dalam membaikpulihkan bangunan kayu. Beberapa kaedah pembaikan dan pencegahan yang telah dipraktikkan oleh American Society of Civil Engineers dapat diperkenalkan dalam kajian. Hasil daripada pemeriksaan, Merbau, salah satu spesies yang tahanlasak, amat popular digunakan untuk pembinaan pada zaman dahulu. Corak kecacatan yang dikenalpasti adalah hampir sama walaupun fungsi, lokasi, persekitaran dan penyelenggaraan bangunan berbeza. Kajian mendapati 73% kayu merosot adalah disebabkan oleh air yang juga merupakan musuh utama kepada kayu. Antara agen perosak kepada kayu yang tinggi ialah anai-anai. 70% daripada kecacatan yang berlaku dapat dicegah semasa bangunan dalam perkhidmatan manakala 30% lagi dapat dielakkan semasa bangunan dibina. Akhir sekali, beberapa cadangan telah dikemukakan termasuk senarai semakan untuk mempertingkatkan lagi kerja-kerja penilaian dan pemulihan struktur kayu.

## **ABSTRACT**

This report concentrates on identifying structural wood's defects and its causes base on species or strength group. Two existing wooden buildings namely Sungai Nal Railway Station, Kuala Krai and Pasir Puteh government Quarters were chosen as models for the study. The structural members inspected were rafters, beams, columns, joists and floorboards. In order to assist in the evaluation, maintenance and upgrading of wooden buildings to be more systematic and efficient, visual inspection and wood identification test were conducted to classify the defects and species. This case study also looks into the conventional method of repairs executed by the district, Jabatan Kerja Raya. Numerous methods of repairs and prevention used by the American Society of Civil Engineers were introduced in this study. The investigation revealed that Merbau, a natural durable hardwood, was the most popular species used in the olden days. The pattern of defects identified was almost the same even though the function, location, environment and maintenance were different. Water is the worst enemy of wood, making up 73% of the reason why wood deteriorates. Subterranean termites are among the highest as wood destroying agents. As a result, 70% of the defects can be prevented when the building is under service whereas the remaining 30% can be avoided during construction. Lastly, several recommendations including a simplified checklist were proposed for the enhancement of evaluation and rehabilitation of wooden structures.

## KANDUNGAN

	MUKA SURAT
PERHARGAAN	
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KANDUNGAN	iv
SENARAI RAJAH	viii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI LAMPIRAN	x
BAB 1      PENGENALAN	1
1.1    PENGENALAN	1
1.2    PERNYATAAN MASALAH	2
1.3    OBJEKTIF	3
1.4    SKOP KAJIAN	3
1.5    KEPENTINGAN KAJIAN	4
BAB 2      STRUKTUR KAYU	6
2.1    PENGENALAN	6
2.2    CIRI-CIRI UMUM STRUKTUR KAYU	6
2.3    KUALITI KAYU	7
2.4    SIFAT-SIFAT KAYU	7
2.5    PENGELASAN KAYU-KAYAN DALAM PERDAGANGAN	9
2.6    PENGGUNAAN KAYU TEMPATAN DALAM STRUKTUR BINAAN	10
2.7    PENGECAMAN KAYU	10

BAB 3	KECACATAN KAYU	15
3.1	PENGENALAN	15
3.2	KECACATAN SEMULA JADI	15
3.2.1	GERIGIS	16
3.2.2	BUKU	16
3.2.3	HATI	16
3.2.4	BERONGGA	16
3.3	KECACATAN TERJADI	18
3.3.1	REKAH	18
3.3.2	PECAH	18
3.3.3	MELEPER	19
3.3.4	BERBUSUR DAN BERELANG	19
3.3.5	TERPIUH	20
3.3.6	KERAS KULIT	20
3.3.7	IRA	20
3.3.8	MELEDING	20
3.4	KECACATAN YANG DISEBABKAN OLEH SERANGGA DAN KULAT	22
3.4.1	SERANGGA PENGOREK KAYU	22
3.4.2	ANAI-ANAI	22
3.4.3	KULAT REPUT LEMBAP DAN KERING	24
3.5	LULUHAWA KAYU	25
3.6	KAEDAH PERLINDUNGAN DAN PENCEGAHAN KECACATAN KAYU	27
3.6.1	BAHAN PENGAWET	27
3.6.2	BAHAN KEMASAN SIAP	28

	3.6.3 REKA BENTUK YANG SESUAI	28
BAB 4	KAJIAN KES UNTUK BANGUNAN KAYU SEDIA	30
	4.1 PENGENALAN	30
	4.2 LATAR BELAKANG	30
	4.3 TATACARA KAJIAN	32
	4.3.1 KENALPASTI BANGUNAN	33
	4.3.2 PEMERIKSAAN VISUAL	34
	4.3.3 TEMUBUAL PENGHUNI	35
	4.3.4 KENALPASTI KECACATAN	36
	4.3.5 ANALISA DATA	36
	4.3.6 CADANGAN	36
	4.3.7 SENARAI SEMAKAN	36
	4.3.8 PENGECAMAN KAYU	36
	4.3.9 KAJIAN LITERATUR	37
	4.4 KAEDAH MENGENALPASTI DAN UJIAN UNTUK KECACATAN KAYU	37
	4.5 PEMERIKSAAN DI LAPANGAN	38
	4.6 ANALISA DATA-DATA YANG DICERAP	41
	4.7 PERBINCANGAN	47
	4.8 KESULITAN SEMASA MEMBUAT KAJIAN	50
BAB 5	PEMULIHAN ANGGOTA STRUKTUR BANGUNAN KAYU	51
	5.1 PENGENALAN	51
	5.2 AMALAN PEMBAIKAN OLEH JKR BAHAGIAN BANGUNAN	51
	5.3 KAEDAH PEMBAIKAN MENGIKUT KECACATAN	52
	5.4 KEPUTUSAN	53

BAB 6	KESIMPULAN DAN CADANGAN	54
6.1	PENGENALAN	54
6.2	KESIMPULAN	54
6.3	PENYELESAIAN MASALAH	57
6.3.1	PEMERIKSAAN BANGUNAN KAYU	57
6.3.2	PROGRAM PENYELENGGARAAN	60
6.3.3	PENCEGAHAN	60
6.3.4	SEMASA MEMBAIKI	61
6.3.5	REKA BENTUK BANGUNAN	61
6.4	CADANGAN PROJEK AKAN DATANG	62



## SENARAI RAJAH

		MUKA SURAT
Rajah 3.1	Buku mati	17
Rajah 3.2	Hati	17
Rajah 3.3	Rekah atau Pecah	19
Rajah 3.4	Ira dalam papan lantai	21
Rajah 3.5	Bentuk-bentuk kecacatan terjadi a) Terpiuh b) Berelang c) Berbusur d) Meleding	21
Rajah 3.6	Lubang penggorek kayu pada tiang rumah	23
Rajah 3.7	Serangan anai-anai pada kekuda	23
Rajah 3.8	Tumbuhan kulat di tempat-tempat yang lembap	24
Rajah 3.9	Luluhawa terjadi akibat cuaca di tiang dan papan dinding	26
Rajah 4.1	Lakaran pelan tapak Stesen Keretapi Sg. Nal	31
Rajah 4.2	Lakaran pelan tapak Kuarter JKR No.2	32
Rajah 4.3	Carta aliran penyelidikan	33
Rajah 4.4	Kategori kecacatan mengikut anggota struktur bagi Stesen Keretapi Sg. Nal, Kuala Krai, Kelantan	42
Rajah 4.5	Kategori kecacatan mengikut anggota struktur bagi Kuarter Kerajaan, Pasir Puteh, Kelantan	43
Rajah 4.6	Peratus mengikut kecacatan	45
Rajah 4.7	Peratus mengikut punca kecacatan	46

## SENARAI JADUAL

		MUKA SURAT
Jadual 2.1	Kumpulan kekuatan kayu	11
Jadual 2.2	Jadual jenis/kumpulan kayu dan kegunaannya	12
Jadual 3.1	Kesan relatif pelbagai bentuk tenaga ke atas kayu	26
Jadual 4.1	Laporan kecacatan bagi Stesen Keretapi Sg. Nal	39
Jadual 4.2	Laporan kecacatan bagi Kwartir Kerajaan, Pasir Puteh	40
Jadual 5.1	Bandingan kaedah pembaikan kecacatan	52
Jadual 6.1	Borang senarai semakan	58

## SENARAI LAMPIRAN

- Lampiran A            Fotomikrograf keratan rentas kayu keras komersil Malaysia
- Lampiran B            Maklumat rumah kediaman negeri Kelantan
- Lampiran C            Gambar kecacatan kayu Stesen Keretapi Sungai Nal dan  
Kuarter Kerajaan Pasir Puteh

## **BAB SATU**

### **1.1 Pengenalan**

Kayu, sebagai bahan semulajadi, merupakan bahan pembinaan dan kejuruteraan yang digemari sejak tamadun. Kayu adalah mudah dicari ganti, kuat dan mempunyai nilai estetik yang menarik. Walaubagaimanapun, kayu mempunyai beberapa sifat yang lemah seperti pereputan, kemudahbakaran, kestabilan dimensi dan kecelaan. Semua jenis kecacatan ini dapat mempengaruhi kekuatan dan ketegaran kayu serta menjejaskannya sebagai bahan binaan yang baik.

Bagi sesuatu bangunan kayu, kecacatan seperti ini yang sering mengakibatkan kerosakan bangunan tersebut. Oleh itu, anggota-anggota struktur, khususnya, mahupun anggota bukan struktur, perlu di pantau dari semasa ke semasa untuk mencegah daripada timbulnya kerosakan serta untuk menilai keupayaannya melaksanakan fungsi-fungsi asal struktur kayu tersebut. Kayu mempunyai jangka hayat yang lama dan sesuai digunakan untuk pelbagai jenis struktur bangunan sekiranya kayu digunakan mengikut peraturan-peraturan perkayuan.

Kerja-kerja untuk mengenalpasti jenis dan punca kecacatan adalah sangat penting dalam menentukan kaedah-kaedah pencegahan dan pembaikan. Lazimnya, anggota struktur dalam perkhidmatan selalu cenderung kepada pendedahan atmosfera dan persekitaran. Kerosotan kayu akan bermula apabila air meresap ke dalam kayu. Masalah ini dapat diatasi dengan tindakan rawatan atau kawalan pencegahan yang segera.

Tabiat kayu dalam tindakbalas terhadap cuaca, api atau mikroorganisma sangatlah dipengaruhi oleh spesies kayu. Sesetengah spesies seperti Balau, Chengal, Giam, Keranji dan Merbau mempunyai ketahananlasakan semula jadi. Spesies yang lain memerlukan rawatan sebelum digunakan. Di samping itu, ciri-ciri kayu seperti kekuatan, ketumpatan, kecacatan dan kelembapan akan menentukan kualiti pembinaan struktur kayu.

Namun demikian, walaubagaimana baik pun kualiti pembinaan sesuatu bangunan, ia tetap tidak akan terlepas daripada kecacatan dan kerosakan. Di sini, kerja-kerja penyelenggaraan bangunan adalah mustahak untuk memulihkan bangunan lama seperti sedia kala. Profesionalisme dalam pemeriksaan atau penyiasatan dan kaedah pembaikan amatlah dialu-alukan pada masa kini kerana negara kita kurang kepakaran dalam bidang ini. Maka, dengan kajian ini, adalah diharap dapat memberi sedikit sebanyak informasi yang diperlukan untuk memulihkan bangunan kayu yang semakin berkurangan. Pemulihan struktur kayu adalah sebahagian daripada pemeliharaan alam sekitar. Pemeliharaan akan memasatkan Malaysia melangkah jauh ke arah pembangunan mampan.

## **1.2 Pernyataan Masalah**

Dalam era yang pesat membangun, kaedah binaan dan bahan telah banyak berubah. Kayu sebagai bahan binaan telah ketinggalan zaman pada pendapat orang ramai. Keadaan ini disebabkan bangunan kayu kurang diberi perhatian tentang aspek penyelenggaraan dan pemulihan.

Dengan demikian, wujudlah masalah untuk menilai (*evaluation*), menyelenggara (*maintenance*) dan menambahbaikkan (*upgrading*) bangunan kayu. Kajian ini ditumpukan kepada penyelesaian masalah-masalah ini terutama sekali bagi penyelia bangunan kerajaan mahupun persendirian amnya dan bangunan kayu, khususnya.

### **1.3 Objektif**

Kajian ini dilakukan untuk mengenalpasti kecacatan anggota struktur bangunan kayu sediaada. Antara objektif kajian adalah:

- i) Menenalpasti dan menentukan kecacatan anggota struktur kayu berdasarkan spesies kayu atau kumpulan kekuatan.
- ii) Mengklasifikasikan kecacatan anggota struktur.
- iii) Menenalpasti punca-punca kecacatan.
- iv) Menyemak amalan konvensional yang dilakukan untuk pemulihan atau penyelenggaraan bagi anggota struktur kayu yang mengalami kecacatan.

### **1.4 Skop Kajian**

Kajian ini merangkumi penyelidikan terhadap jenis dan punca kecacatan, spesies kayu serta kaedah penyelenggaraan dan pembaikan anggota struktur kayu. Anggota struktur yang dikaji ialah rasuk, gelegar, tiang, lantai, tangga dan struktur kekuda bumbung. Penyiasatan secara visual dan pemeriksaan kecacatan serta pengecaman spesies akan dilakukan di lapangan. Dua buah bangunan kayu sediaada telah dipilih sebagai model untuk kajian yakni,

- i) Stesen Keretapi Sungai Nal, dan

- ii) Kuarters Kerajaan untuk kakitangan Pejabat Tanah Dan Jajahan, Pasir Puteh.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kemerosotan kayu dan langkah-langkah pencegahannya akan dikaji. Seterusnya, daripada frekuensi jenis kecacatan yang berlaku dapat disediakan satu format pemeriksaan melalui senarai semakan atau matriks untuk memudahkan kerja seorang pemeriksa. Sistem penyelenggaraan dan pemulihan anggota struktur kayu sedang diamalkan oleh JKR Daerah akan disemak dan dibandingkan dengan pembaikan mengikut kajian.

### **1.5 Kepentingan Kajian**

Tujuan kajian ini adalah mencari maklumat dan data-data kecacatan pada anggota kayu yang sering dikaitkan dengan kekuatan dan ketahanan lasakan sesuatu struktur bangunan. Kecacatan-kecacatan ini mungkin disebabkan oleh keadaan semula jadi seperti suasana tumbesaran yang tidak normal, tiupan angin yang kuat, kesan panahan petir, kecuaiian semasa menebang, menggergaji dan mengering, tindakan parasit atau serangan serangga dan cendawan. Spesis dan gred kayu juga memainkan peranan penting dalam ketahanan kayu untuk mencegah kerosakan atau ketidaksempurnaan yang terjadi pada anggota kayu dalam perkhidmatan.

Hasil kajian, diharap akan dapat memberi sedikit sebanyak kefahaman tentang ciri-ciri kayu dalam reka bentuk dan seterusnya penyelenggaraan serta kaedah pengurusan struktur kayu yang efisien. Kepentingan kajian ini lebih-lebih lagi

diperlukan pada era pembangunan yang pesat, terutama sekali dalam industri binaan yang banyak menggunakan keluli dan konkrit. Akibatnya, ramai professional kurang mahir dalam aplikasi kayu sebagai komponen binaan berstruktur.

Akhirnya, juga diharap kajian ini dapat membantu membuat keputusan yang bijak terhadap pembaikan, pengubahsuaian, perobohan dan pemuliharaan struktur bangunan kayu yang sediaada dan yang kian berkurangan sekarang.



## **BAB DUA**

### **STRUKTUR KAYU**

#### **2.1 Pengenalan**

Kayu merupakan bahan komposit awalan botani yang semula jadi, bersel serta mempunyai struktur unik dan ciri kimia yang membuatnya digemari untuk pelbagai kegunaan akhir. Di antara sifat-sifat yang menarik kayu sebagai bahan binaan adalah kerana ia ringan, kuat, tahanlasak, mudah dikerjakan dan disesuaikan dengan persekitaran.

Namun demikian, kayu juga mempunyai kelemahan-kelemahannya. Kualiti kayu biasanya disandar kepada tabiat kayu apabila kayu didedahkan kepada persekitaran semula jadi seperti cuaca, api dan reput.

Untuk memahami lebih mendalam tentang kayu, penekanan diberi kepada prestasi kayu sebagai bahan binaan, sifat-sifat kayu, punca yang mungkin menyebabkan perbezaan pada kayu, termasuklah jenis kayu samada kayu keras atau kayu lembut, spesies pokok bahkan kepelbagaian yang terdapat di dalam sebatang pokok.

#### **2.2 Ciri-ciri umum struktur kayu.**

Kayu ialah tisu pokok yang kompleks yang terdiri daripada beberapa jenis sel yang nyata. Ia terdiri daripada sel-sel panjang yang memanjang dalam arah paksi utamanya. Dengan demikian, susun atur sel-sel boleh mengakibatkan

perbezaan di antara ciri-ciri fizikal serta mekanikal berkaitan dengan susunan arah sel dengan paksi utamanya. Maka, ciri-ciri umum bagi sel-sel yang memanjang selari dengan paksi utama sesuatu pokok atau sisi memanjang sebatang pokok adalah tidak sama dengan ira yang berarah tegak dengan paksi utama. Kayu dikatakan sebagai ortotropik kerana terdapat tiga paksi iaitu paksi utama, paksi garis sentuh dan paksi jejari. Oleh itu, adalah wajar perhatian perlu diberi dalam penggunaan kayu dan reka bentuk untuk mengambilkira ira terhadap ketiga-tiga paksi. Sifat-sifat kayu dipengaruhi oleh sifat-sifat strukturnya. Di antara juzuk struktur kayu yang mempengaruhi kekuatan dan ketahanan lasakan kayu adalah sel-sel kayu, gelang tumbesaran, ira, teras muda dan kayu teras.

### **2.3 Kualiti kayu**

Kayu dipengaruhi oleh serabut, saiz salur dan bilangannya yang akan menetapkan kegunaan akhir kayu tersebut. Ciri tersebut meliputi sifat mekanikal kayu, jenis permukaan yang terhasil daripada pemesinan kayu, ketertelapan kayu terhadap cecair dan gas, ketahanan lasakan terhadap cuaca dan lain-lain lagi. Oleh itu, sesuatu sumber kayu yang dikelaskan sebagai paling baik atau berkualiti untuk sesuatu kegunaan tidak semestinya sesuai bagi kegunaan yang lain dan sebaliknya.

### **2.4 Sifat-sifat kayu**

Antara sifat-sifat kayu yang dipengaruhi oleh agen-agen persekitaran adalah seperti berikut:-

**i) Kandungan lembapan**

Berat dan sifat kekuatan kayu serta tabiat kayu dalam tindak balas terhadap cuaca, rawatan kimia, api, atau organisma mikrob, amatlah dipengaruhi oleh kandungan air dalam kayu dan ketumpatan kayu. Kayu merupakan bahan higroskop. Semasa kayu digunakan, kandungan lembapan kayu dan sifat yang bergantung padanya berubah mengikut keadaan ambien, terutamanya kelembapan relatif. Kayu berbeza daripada kebanyakan bahan yang digunakan untuk pembinaan kerana lembapan kayu sentiasa berubah-ubah dengan persekitarannya.

Untuk meminimumkan perubahan kandungan lembapan semasa kayu digunakan, kayu biasanya dikeringkan hingga mencapai kandungan lembapan yang menghampiri purata atau dalam keadaan keseimbangan iaitu keadaan yang kayu tersebut akan didedahkan. Di Malaysia, kandungan kelembapan kayu yang disyorkan adalah di antara 15% hingga 19% (MS 544: Part 1 : 2001)

**ii) Kekuatan**

Kekuatan boleh diertikan sebagai keupayaan bahan ini melawan beban atau daya luar yang dikenakan kepadanya, yang cuba menukar saiz atau mengubah bentuknya. Oleh kerana daya dan beban ini boleh bertindak ke atas anggota kayu dalam berbagai keadaan maka sifat-sifat kekuatan kayu pun hendaklah diperhatikan mengikut keadaan-keadaan ini. Sebagai contoh, kekuatan tegangan selari dengan ira adalah jauh lebih tinggi daripada kekuatan tegangan tegak pada ira.

Kekuatan kayu juga boleh diubah oleh agen persekitaran. Selain itu, sebatian pengawet dan sebatian pelambat kebakaran yang digunakan untuk mencegah degradasi akibat persekitaran juga boleh mengubah kekuatan kayu.

## **2.5 Pengelasan kayu-kayan dalam perdagangan.**

Kayu dagangan dikelaskan kepada dua kumpulan yang utama, yakni kayu lampung (softwood) dan kayu keras (hardwood). Kayu lampung adalah daripada jenis tumbuhan berbentuk kon yang dicirikan dengan daun berbentuk jarum dan biji benih tanpa kulit manakala kayu keras adalah daripada jenis tumbuhan berdaun besar yang dicirikan dengan daun-daun yang lebar dan biji benih berkulit.

Spesies-spesies kayu keras lazimnya tumbuh dengan banyaknya di hutan-hutan kawasan tropika seperti di Malaysia. Di Semenanjung Malaysia, hampir kesemua kayu-kayan adalah daripada jenis kayu keras.

Jabatan Perhutanan Malaysia telah mengelaskan kayu keras kepada tiga kumpulan berdasarkan ketumpatan dan kelasakan semula jadi kayu-kayan itu.

Tiga kumpulan ini ialah:

- i) Kayu keras berat (  $\rho > 880 \text{ kg/m}^3$  )
- ii) Kayu keras sederhana (  $720 \text{ kg/m}^3 < \rho < 880 \text{ kg/m}^3$  )
- iii) Kayu keras ringan (  $\rho < 720 \text{ kg/m}^3$  )

Dalam pemilihan kayu untuk kegunaan struktur, beberapa faktor perlu dipertimbangkan seperti harga kayu di pasaran, keperluan reka bentuk dan kekuatan. Untuk memberi lebih fleksibiliti kepada pembekalan dan pemilihan kayu sebagai bahan binaan struktur, piawaian Malaysia MS 544: Part 2: 2001 telah menyenaraikan dan membahagikan ciri-ciri kekuatan kayu kepada tujuh kumpulan. Senarai spieces kayu di bawah kumpulan kekuatan kayu diberi dalam jadual 2.1.

## **2.6 Penggunaan kayu tempatan dalam struktur binaan**

Menurut spesifikasi piawai untuk kerja-kerja binaan bangunan yang dikeluarkan oleh Jabatan Kerja Raya (JKR) ada menyatakan bahawa kecuali jika selainnya ditentukan atau ditunjukkan dalam pelan-pelan, jenis-jenis kayu yang digunakan untuk kerja pembinaan bangunan kerajaan hendaklah sepertimana ditunjukkan di dalam Jadual jenis kayu dan kegunaannya. Dalam Jadual 2.2 diberikan nama dan kumpulan kayu yang digunakan untuk komponen-komponen tertentu pada bangunan mengikut spesifikasi Piawai Bangunan JKR. Kayu-kayu yang biasa digunakan untuk struktur berat ialah Balau, Bitis, Keruing, Giam dan Resak . Kayu jenis ini digunakan tanpa perlu diawet.

## **2.7 Pengecaman kayu**

Menurut Balan Menon, P.K. dari Institut Penyelidikan Perhutanan (FRIM) dan rekod Perhutanan Malaya No. 25 yang diterbitkan pada tahun 1967, penelitian kayu untuk pengecaman dibahagikan pada dua peringkat yakni (i) dengan mata kasar dan (ii) dengan bantuan kanta pembesar.

**Jadual 2.1: Kumpulan kekuatan kayu (Sumber: MS 544: Part 2 : 2001 )**

S.G. 1	S. G. 2	S.G. 3	S.G. 4	S.G. 5	S.G.6	S.G.7
<b>KETAHANLASAKAN SEMULA JADI</b>						
Balau	Belian	Bekak	Giam	Teak		
Bitis	Mata Ulat	Delek	Malabera	Tembusu		
Chengal	Kekatong	Keranji	<b>Merbau</b>			
Penaga			Resak			
<b>MEMERLUKAN RAWATAN</b>						
	Dedaru	Agoho	Berangan	Alan bunga	Bayur	Ara
	Kempas	Balau, red	Dedali	Babai	Damar Minyak	Batai
	Merbatu	Kelat	Derum	Balek angin bopeng	Durian	Geronggang
	Mertas	Kembang Semangkok	Kapur	Bintangor	Jelutong	Laran
		Kulim	Kasai	Brazil nut	Jenitri	Pelajau
		Pauh kijang	Keruntum	Gerutu	Jongkong	Pulai
		Penyau	Mempering	Kayu kundur	Kasah	Sesendok
		Perah	Meransi	Kedondong	Machang	Terentang
		Petaling	Meranti bakau	Keledang	Medang	
		Rangu	Merawan	Keruing	Mersawa	
		Durian batu	Merpauh	Ketapang	Melantai/ Kawang	
		Tualang	Nyalin	Kungkur	Meranti, light red	
			Perupok	Melunak	Meranti, yellow	
			Punah	Mempisang	Terap	
			Rengas	Mengkulang		
			Simpoh	Meranti, dark red		
				Meranti, white		
				Nyatoh		
				Penarahan		
				Petai		
				Ramin		
				Rubberwood		
				Sengkuang		
				Sepetir		

**Jadual 2.2: Jadual Jenis/Kumpulan Kayu Dan Kegunaannya  
( Sumber: Spesifikasi Piawai untuk kerja-kerja binaan bangunan oleh  
Ketua Pengarah Kerja Raya Semananjung M'sia, 1989)**

Bil.	Kegunaan Biasa	Jenis
1.	Rangka Struktur 1.1 Semua tiang, turus dan rasuk	A – Balau, Bitis, Chengal, Kekatong, Keranji.
2.	Penyambut kepada Tangki Air	B – Balau Merah, Resak, Tembusu
3.	Tangga 3.1 Ibu tangga dan jejak / tetingkat 3.2 Rasuk lintang 3.3 Pelepar, anjur dan rel tangan	B - Balau Merah, Resak, Tembusu. B – Balau Merah, Resak, Tembusu. B
4.	Lantai 4.1 Penyambut lantai, gelegar dan tupang untuk gelegar 4.2 Papan lantai 4.3 Papan lantai gymnasium 4.4 Lantai parket 4.5 Kambi	B B A B B
5.	Dinding 5.1 Rangka dinding dan sesekat 5.2 Papan dinding luar 5.3 Papan dinding dalam	B B C
6.	Struktur Bumbung 6.1 Kekuda, kasau, gulung-gulung, Nenaga dan struktur bumbung lain 6.2 Papan tumpu kasau	A B
7.	Rangka Siling 7.1 Gelegar siling dan beloti 7.2 Beroti penutup sambungan antara kepingan siling 7.3 Jalur siling dan beroti sofit	B C C
8.	Rangka Pintu Dan Tingkap 8.1 Semua bingkai bagi pintu, tingkap, lubang udara, termasuk pengalas, penahan dan hias jenang 8.11 Kegunaan luar 8.12 Kegunaan dalam	B C
9.	Perabut Dan Lengkapan-Lekat 9.1 Lengkapan-lekat dan perabut amnya 9.1.1 Bingkai 9.1.2 Pelapik / Panel 9.1.3 Bahagian atas 9.2 Bahagian atas perabut woksyp	B C B B
10.	Jalur Kumai Dan Kumai Tepi Amnya	B

Untuk cara pemeriksaan kayu secara mata kasar atau visual, beberapa perkara tentang sifat fizikal kayu diteliti. Antara sifat fizikal kayu yang digunakan berserta dengan sifat struktur kayu untuk pengecaman kayu keras dan kayu lembut adalah seperti berikut.

- a) Berat
- b) Warna
- c) Rasa
- d) Bau
- e) Kekerasan
- f) Tekstur
- g) Permukaan

Bagi pemeriksaan sampel kayu dengan kanta pembesar, sampel kayu yang disediakan seharusnya dipotong supaya mendedahkan permukaan rentas jejari dan tangent yang sebenar. Pemotongan bersih dilakukan dengan satu gerakan pisau pada keratan dan kemudian diteliti dengan bantuan kanta tangan dengan pembesaran 10X. Sekiranya pemeriksaan awal menunjukkan bahawa sifat struktur tidak jelas, sedikit lembapan disapukan ke atas keratan dengan jari yang lembap. Perkara pertama yang ditinjau ialah sama ada terdapat salur atau tidak (kayu lembut tidak mempunyai salur). Sekiranya terdapat salur, perkara berikut diteliti.

- i) saiz dan bilangan
- ii) kumpulan dan susunan
- iii) ada atau tiadanya salur deposit vessel dan tilosis (buih)
- iv) Keadaan lelubang salur



Selanjutnya meneliti jenis dan taburan parenkima kayu. Setelah ciri sampel kayu diperhatikan, selidiki kayu yang mempunyai semua ciri ini serentak dan memadankan ciri permukaan rentas fotomikrograf beberapa jenis kayu komersil Semananjung Malaysia yang terpilih untuk kegunaan anggota struktur sebagaimana ditunjukkan dalam Lampiran A.

## **BAB TIGA**

### **KECACATAN KAYU**

#### **3.1 Pengenalan**

Kayu bukanlah satunya bahan yang stabil dan konsisten. Setiap bahan yang dihasilkan oleh proses semulajadi mempunyai susunan juzuk serta sifat-sifat yang tak segaya. Dengan itu, wujudnya kecacatan pada kayu yang akan mempengaruhi sifat-sifat kekuatan dan kekerasan kepada kayu sebagai bahan binaan. Setelah kita memahami kecacatan dan kerosakan pada kayu secara mekanikal, terma atau kimia, barulah kita bolehlah membuat penafsiran terhadap struktur kayu itu.

Apa jua ketidaksempurnaan di dalam atau di permukaan kayu boleh didefinisikan sebagai kecacatan kayu. Kecacatan pada kayu boleh dibahagikan kepada tiga (3) seksyen yakni (a) kecacatan semula jadi, (b) kecacatan terjadi akibat kerja menebang, menggergaji dan mengering, dan (c) kecacatan disebabkan oleh serangga dan cendawan.

#### **3.2 Kecacatan semula jadi**

Kecacatan-kecacatan semula jadi mungkin disebabkan oleh suasana tumbesaran dan faktor-faktor persekitaran seperti jenis tanah yang ditumbuhi pokok dan iklim yang dialami di sepanjang pertumbuhannya. Antaranya ialah pertumbuhan bergerigis, buku, hati dan berongga.

### **3.2.1 Gerigis**

Gerigis ialah tumbesaran yang luar biasa seperti tombol kecil pada sisi pokok yang disebabkan oleh luka atau rangsangan pada lapisan kambium. Di sebaliknya kecacatan ini bagi setengah-setengah kayu boleh menaikkan nilai harga kerana rupa yang cantik.

### **3.2.2 Buku**

Buku ialah bahagian dahan yang terdapat di dalam batang pokok kayu itu. Apabila balaknya digergaji, buku-buku yang terdapat pada kayu dikenali sebagai buku hidup atau buku sihat. Buku seperti ini adalah keras dan bebas daripada sebarang kerosakan. Buku mati (Rajah 3.1) atau gegai pula, terjadi apabila dahan pokok telah mati semasa pokok ditebang. Tisunya tidak lagi selanjur dengan tisu batang. Kawasan buku ini adalah lemah dan mungkin juga reput. Buku akan mengurangkan kekuatan kayu dan membawa kesan kepada rupanya.

### **3.2.3 Hati**

Hati ialah bahagian rosak yang terdapat pada pokok dan tidak mempunyai kekuatan. Rajah 3.2 menunjukkan gambarfoto hati dalam kayu.

### **3.2.4 Berongga**

Lubang yang terdapat di tengah-tengah balak disebabkan kayunya telah reput atau dimakan oleh fungi atau anai-anai dipanggil rongga.



**Rajah 3.1: Buku mati**



**Rajah 3.2: Hati**

### **3.3 Kecacatan terjadi**

Kecacatan-kecacatan seperti ini terjadi hasil dari pemrosesan kayu balak kepada batang kayu. Bermula dari menebang dan menggergaji sehingga siap batang kayu dan proses mengering akan menghasilkan kecacatan seperti berikut.

#### **3.3.1 Rekah**

Rekah adalah pemisahan sama ada sebahagian atau keseluruhan pada lapisan-lapisan kayu (Rajah 3.3). Biasanya ia terjadi disebabkan oleh tegasan pertumbuhan atau kelegaan dalam batang pokok semasa ditebang ataupun kerana hentaman pokok ke atas tanah.

Rekah hati ialah rekahan atau kopak yang memanjang, berupa satu garisan daripada empulur ke lapisan luar pokok secara sediada sebelum balak digergaji lagi.

Rekah cincin dan rekah relangan ialah pemisahan kayu di sekeliling gelang-gelang tumbesaran.

Rekah bintang ialah suatu siri rekah hati yang berbentuk seperti bintang.

#### **3.3.2 Pecah**

Pecah merupakan pemisahan pendek pada kayu sepanjang iranya, terjadi semasa proses pengeringan. Pecah di hujung kayu dipanggil

pecah kepala manakala pecah dalaman kayu dikenali sebagai pecah sarang lebah. Pecah permukaan (Rajah 3.3) terjadi di atas permukaan kepingan yang digergaji. Jika pecah ini menerusi satu permukaan hingga ke permukaan satu lagi dinamakan sebagai pecah lalu.



**Rajah 3.3: Rekah atau pecah**

### **3.3.3 Meleper**

Kecacatan ini terjadi apabila sel-sel kayu meleper atau menjadi papar akibat pengeringan yang berlebihan atau tidak selaras.

### **3.3.4 Berbusur dan Berelang**

Berbusur ialah kelengkungan atau lenturan dalam arah memanjang manakala relangan adalah kelengkungan dalam arah lebar kepingan

papan itu. Keadaan ini berlaku akibat pengecutan dan penyusunan yang kurang elok semasa mengering (Rajah 3.5 (b dan c)).

### **3.3.5 Terpiuh**

Terpiuh ialah erotan melingkar di sepanjang batang kayu ekoran pengecutan dan pengeringan yang tidak selaras (Rajah 3.5(a)).

### **3.3.6 Keras kulit**

Bahagian luar kepingan kayu yang menjadi terlalu keras disebabkan oleh pengeringan yang cepat dinamakan sebagai keras kulit. Apabila dalam keadaan pengeringan cepat, selalunya bahagian luar kayu mengering lebih pantas daripada bahagian dalamnya.

### **3.3.7 Ira**

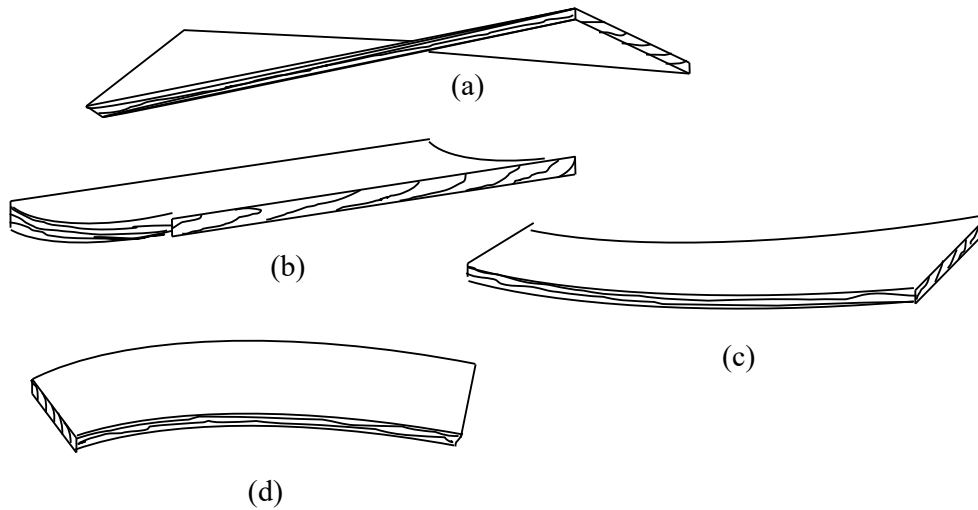
Ira boleh dikatakan sebagai suatu kecacatan apabila ia mengurangkan kekuatan kayu atau membawa kesukaran semasa menggergaji. Selain daripada ira lurus, ira-ira lain seperti ira lintang, ira serong, ira pusat, ira kait-punca dan ira gelombang boleh dianggap sebagai suatu kecacatan. Ira ditunjukkan dalam rajah 3.4.

### **3.3.8 Meleding**

Sebarang ketidaklurusan kayu dikatakan sebagai meleding. Secara umumnya ia disebabkan oleh pengeringan atau kelembapan (Rajah 3.5(d)).



**Rajah 3.4: Ira dalam papan lantai**



**Rajah 3.5 :Bentuk-bentuk kecacatan terjadi**  
**(a) Terpiuh (b) berelang (*warp*) (c) Berbusur (d) Meleding (*bow*)**



### **3.4 Kecacatan yang disebabkan oleh serangga dan kulat**

Serangga dan kulat banyak merosakkan kayu mahupun dalam pokok atau batang yang telah digergaji. Kayu daripada pokok yang telah diserang oleh serangga biasanya tidak boleh digunakan lagi kecuali membuat perabot atau papan lapis. Jika diserang dengan teruknya, kayu tidak sesuai untuk kegunaan dalam pembinaan bangunan.

#### **3.4.1 Serangga pengorek kayu**

Sebahagian besar daripada kerosakan yang berlaku kepada kayu adalah disebabkan oleh gerab atau larva beberapa jenis kumbang atau gegat kayu, yang menghabiskan masa hidupnya memakan tisu-tisu kayu di dalam batang kayu. Saiz lubang yang dibuat oleh hidupan ini adalah berubah-ubah dengan garis pusat antara 5mm hingga 25mm dan panjangnya beberapa sentimeter bergantung kepada jenis gerab atau larvanya. Jenis-jenis kumbang yang merosakkan kayu adalah kumbang perabot, kumbang powder post, kumbang tanduk dan kumbang ambros. Gambarfoto lubang disebabkan oleh penggorek kayu ditunjukkan dalam rajah 3.6.

#### **3.4.2 Anai-anai**

Anai-anai mungkin boleh menyebabkan kerosakan yang lebih teruk daripada kerosakan yang disebabkan oleh serangga pengorek kayu. Anai-anai menyerang kayu yang berdekatan dengan tanah terutamanya kayu yang sentiasa dalam keadaan lembap (Rajah 3.7).



**Rajah 3.6: Lubang penggorek kayu pada tiang rumah**



**Rajah 3.7: Serangan anai-anai pada kekuda**

### 3.4.3 Kulat reput lembap dan kering

Teras muda adalah lebih telap daripada kayu keras. Oleh kerana teras muda mempunyai sel-sel hidup yang mengandungi zat-zat makanan, maka bahagian senang diserang oleh kulat, perosak kayu dan serangga, menyebabkannya lebih mudah reput. Oleh itu, teras muda tidak sesuai digunakan untuk binaan di luar bangunan.

Kayu boleh menjadi reput apabila diserang atau ditumbuhi oleh kulat. Kulat yang menyerang kayu lembap akan menyebabkan reput lembap (Rajah 3.8). Ini dapat dicegah dengan cara memastikan kayu itu sentiasa kering atau rawat kayu dengan kresot. Reput kering adalah disebabkan oleh kulat yang menyerang kayu kering yang terletak dalam ruang yang tidak ada edaran udara. Ia dapat diatasi dengan mengadakan pengudaraan yang baik atau memberikan rawatan pengawetan.



**Rajah 3.8: Tumbuhan kulat di tempat-tempat yang lembap**