

**KAJIAN PRESTASI MORTAR SIMEN
BERGENTIAN PELEPAH KELAPA SAWIT**

Oleh

MOHAMAD TARMIZI BIN ABU SEMAN

**Tesis yang diserahkan untuk memenuhi
Keperluan bagi Ijazah
Sarjana Sains**

Mei 2007

PENGHARGAAN

Di kesempatan ini ingin saya melafazkan syukur Alhamdulillah ke hadrat Allah s.w.t dengan berkat limpah kurniaNya dapat jua saya menyiapkan tesis saya pada kali ini.

Pertama sekali saya ingin mengambil kesempatan ini mengucapkan jutaan terima kasih dan penghargaan saya kepada penyelia pertama iaitu Prof. Ir. Dr. Mahyuddin Ramli kerana telah banyak membantu saya dalam merealisasikan dan menyiapkan projek ini. Segala tunjuk ajar dan bimbingan yang diberikan dalam menyiapkan projek dan tesis ini amat dihargai. Penghargaan ini juga ditujukan kepada penyelia kedua Dr. Noor Faisal Abas kerana banyak telah memberikan banyak tunjuk ajar dalam menyiapkan laporan ini.

Semua tenaga pengajar di H.B.P, terutama yang pernah mengajar saya selama menuntut ilmu di USM ini; Dr. Norizal, Dr. Zain Kandar, Dr. Rodzi, Dr. Sharifah, Dr. Abdul Malik, Dr. Tan Guat Lim, Tn. Hj. Zahry, Dr. Zailan, Prof. Madya Ir. Nik Fuad, Dr. Fadzil, En. Nizam dan lain-lain.

Di kesempatan ini juga saya ingin mengucapkan terima kasih kepada En. Khalid selaku penyelia makmal dan En. Idris, bersama-sama bertungkus lumus menyediakan segala keperluan untk merealisasikan kajian ini. Segala bantuan dan kerjasama yang diberikan amat bermakna.

Akhir sekali penghargaan dan jutaan terima kasih, istimewa buat isteri tersayang Nor Aini Abdul dan anak Mohamad Akmal serta keluarga yang tersayang, ibu ayah adik-adik dan sahabat yang sentiasa memberi sokongan. Tanpa kalian semua, semua ini tidak akan jadi kenyataan. Budi dan jasa kalian tidak dapat dilupakan.

Sekian, terima kasih.

SUSUNAN KANDUNGAN

	Muka surat
PENGHARGAAN	ii
SUSUNAN KANDUNGAN	iii
SENARAI JADUAL	vii
SENARAI RAJAH	xi
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xx
BAB 1 – PENDAHULUAN	
1.1 Pengenalan	1
1.2 Isu dan Kepentingan	4
1.3 Objektif Kajian	6
1.4 Skop kajian	7
1.5 Susunan Tesis	9
BAB 2 – LATAR BELAKANG KAJIAN	
2.1 Pengenalan	11
2.1.1 Mortar Simen Bergentian	12
2.2 Latar Belakang Kajian Yang Pernah Dijalankan	14
2.2.1 Habuk Kayu	14
2.2.2 Sekam Padi	16

2.2.3	Jerami	17
2.2.4	Gentian Kelapa	19
2.2.5	Gentian Sisal	20
2.2.6	Gentian Buluh	21
2.3	Bahan Gentian Pelelah Kelapa Sawit	22
2.3.1	Pengenalan	22
2.3.2	Sejarah Kelapa Sawit	22
2.3.3	Pelelah Kelapa Sawit	23
2.4	Sifat – Sifat Kejuruteraan	25
2.5	Sifat Fizikal Bahan	25
2.6	Aplikasi Mortar Simen Dalam Pembinaan Struktur Berbentuk Melengkung atau Akuistik	25
2.7	Aplikasi Dalam Industri Bangunan	26

BAB 3 – PROGRAM KAJIAN

3.1	Pengenalan	27
3.2	Pengawalan Kualiti dan Tatacara Kerja	29
3.2.1	Kerja – Kerja Pemasangan Acuan	29
3.2.2	Proses Membancuh Campuran	30
3.2.3	Proses Pemandatan	31
3.2.4	Kerja Membuka Acuan	32
3.2.5	Pengawetan	33
3.2.6	Pengawetan Di Udara	36
3.2.7	Pengawetan Di Dalam Air	37
3.3	Rekabentuk Campuran	33

3.4	Bahan – Bahan Campuran	40
3.4.1	Simen	40
3.4.2	Pasir	45
3.4.3	Air	48
3.4.4	Gentian Pelelah Kelapa Sawit	50
3.5	Penyediaan Bahan Ujian	52
3.5.1	Penyediaan Spesimen Kajian	52
3.5.2	Penyediaan Acuan	52
3.5.3	Penyediaan Bahan	54
3.6	Penggiraan Amaun Bahan Campuran	56
3.7	Langkah – Langkah Penyediaan Campuran Mortar Simen dan Mortar Simen Bergentian	57
3.8	Pemadatan Mortar Simen	60
3.8.1	Cara – Cara Pemadatan	61
3.9	Pengawetan Mortar Simen	62

BAB 4 – METODOLOGI KAJIAN

4.1	Pengenalan	63
4.2	Ujian Keboleherjaan	64
4.3	Ujian Ketumpatan	68
4.4	Ujian Halaju Denyut dan Kualiti Mortar	72
4.5	Ujian Kekuatan Mampatan	82
4.6	Ujian Kekuatan Lentur	88
4.7	Ujian Resapan Air	95
4.8	Ujian Ketelapan Oksigen	99

BAB 5 – ANALISIS DAN PERBINCANGAN

5.1	Pengenalan	105
5.2	Ujian Kebolehkerjaan	105
5.3	Ujian Ketumpatan	107
5.4	Ujian Halaju Denyut dan Kualiti Mortar	113
5.5	Ujian Kekuatan Mampatan	117
5.6	Ujian Kekuatan Lentur	127
5.7	Ujian Resapan Air	135
5.8	Ujian Kuantiti Ketelapan Oksigen	143

BAB 6 – KESIMPULAN DAN CADANGAN

6.1	Kesimpulan	151
6.2	Cadangan Kajian Lanjutan	158

RUJUKAN	160
----------------	-----

SENARAI JADUAL

MUKA SURAT

Jadual 2.2.1(a) :	Ciri-ciri pergerakan kelembapan (%)	15
Jadual 2.2.1(b):	Ciri-ciri konkrit habuk kayu	15
Jadual 2.2.2(a):	Ciri-ciri kekuatan konkrit Sekam Padi	17
Jadual 2.2.3(a):	Sifat-sifat gentian jerami	18
Jadual 2.2.4(a):	Sifat-sifat gentian kelapa	19
Jadual 2.2.5(a):	Sifat-sifat gentian sisal	20
Jadual 2.2.6(a):	Sifat-sifat gentian buluh	21
Jadual 3.4.1(a):	Kandungan utama simen Portland biasa (<i>CIMA Industri of Malaysia</i>)	42
Jadual 3.4.1(b):	Keputusan ujian pengerasan simen Portland biasa (OPC)	44
Jadual 3.4.2(a):	Peraturan kandungan kelembapan agregat halus	47
Jadual 3.7(c):	Jumlah sampel mortar simen yang perlu disediakan	59
Jadual 4.2(c):	Menunjukkan keputusan ujian kebolehkkerjaan	67
Jadual 4.3(b):	Menunjukkan nilai ketumpatan kiub, bagi pengawetan udara untuk kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7 hari	69
Jadual 4.3(c):	Menunjukkan perbandingan nilai ketumpatan kiub, bagi pengawetan udara untuk kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7, 28, 56 dan 90 hari	70
Jadual 4.3(d):	Menunjukkan nilai ketumpatan kiub, bagi pengawetan air	70

	untuk kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7 hari	
Jadual 4.3(e):	Menunjukkan perbandingan nilai ketumpatan kiub, bagi pengawetan air untuk kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7, 28, 56 dan 90 hari	71
Jadual 4.4(a):	Kualiti konkrit atau mortar berdasarkan halaju denyut ultrabunyi	73
Jadual 4.4(f):	Keputusan ujian halaju denyut spesimen kiub, bagi pengawetan udara untuk kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7 hari	78
Jadual 4.4(g):	Menunjukkan perbandingan halaju denyut spesimen kiub, bagi pengawetan udara untuk kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7, 28, 56 dan 90 hari	79
Jadual 4.4(h)	Menunjukkan perbandingan halaju denyut spesimen prisma, bagi pengawetan udara untuk kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7, 28, 56 dan 90 hari	79
Jadual 4.4(i):	Menunjukkan perbandingan halaju denyut spesimen bagi pengawetan air untuk kiub kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7 hari	80
Jadual 4.4(j):	Menunjukkan perbandingan halaju denyut spesimen kiub, bagi pengawetan udara untuk kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7, 28, 56 dan 90 hari	80
Jadual 4.4(k):	Menunjukkan perbandingan halaju denyut spesimen prisma, bagi pengawetan udara untuk kawalan, 5% dan	81

	10% gentian bagi umur 7, 28, 56 dan 90 hari	
Jadual 4.5(c):	Keputusan ujian kekuatan mampatan spesimen kiub bagi pengawetan udara untuk kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7 hari	85
Jadual 4.5(d):	Mununjukkan perbandingan nilai kekuatan mampatan kiub, bagi pengawetan udara untuk kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7, 28, 56 dan 90 hari	86
Jadual 4.5(e):	Keputusan ujian kekuatan mampatan spesimen kiub bagi pengawetan air untuk kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7 hari	86
Jadual 4.5(f):	Mununjukkan perbandingan nilai kekuatan mampatan kiub, bagi pengawetan air untuk kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7, 28, 56 dan 90 hari	87
Jadual 4.6(e):	Keputusan ujian kekuatan lenturan spesimen prisma bagi pengawetan udara untuk kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7 hari	92
Jadual 4.6(f):	Mununjukkan perbandingan nilai kekuatan lenturan prisma, bagi pengawetan udara untuk kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7, 28, 56 dan 90 hari	92
Jadual 4.6(g):	Keputusan ujian kekuatan lenturan spesimen prisma bagi pengawetan air untuk kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7 hari	93
Jadual 4.6(h):	Mununjukkan perbandingan nilai kekuatan lenturan	93

	prisma, bagi pengawetan air untuk kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7, 28, 56 dan 90 hari	
Jadual 4.7(b):	Peratus resapan air bagi pengawetan udara untuk mortar kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7 hari	97
Jadual 4.7(c):	Mununjukkan perbandingan peratus resapan, bagi pengawetan udara untuk kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7, 28, 56 dan 90 hari	97
Jadual 4.7(d):	Peratus resapan air bagi pengawetan air untuk mortar kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7 hari	98
Jadual 4.7(e):	Mununjukkan perbandingan peratus resapan, bagi pengawetan air untuk kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7, 28, 56 dan 90 hari	98
Jadual 4.8(d):	Kuantiti ketelapan oksigen bagi pengawetan udara untuk mortar kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7 hari.	103
Jadual 4.8(e):	Perbandingan kuantiti ketelapan oksigen bagi mortar kawalan, 5% dan 10% gentian untuk pengawetan udara selama 7, 28, 56 dan 90 hari	103
Jadual 4.8(f):	Kuantiti ketelapan oksigen bagi pengawetan air untuk mortar kawalan, 5% dan 10% gentian bagi umur 7 hari.	104
Jadual 4.8(g):	Perbandingan kuantiti ketelapan oksigen bagi mortar kawalan, 5% dan 10% gentian untuk pengawetan air selama 7, 28, 56 dan 90 hari	104

SENARAI RAJAH

MUKA SURAT

Rajah 2.3.3(a):	Mesin penggisar bagi pelepah kelapa sawit	24
Rajah 3.1(a):	Program kajian	28
Rajah 3.2.2(a):	Kaedah memasukkan gentian ke dalam campuran	31
Rajah 3.3(a):	Model komposisi konkrit atau mortar simen (<i>Jackson Neil at al, 1996</i>)	39
Rajah 3.4.1(a):	Simen yang digunakan dalam kajian	45
Rajah 3.4.2(b):	Pasir yang telah diayak	48
Rajah 3.4.3(a):	Menunjukkan hubungan antara kekuatan dengan nisbah air, simen dan konkrit (<i>Neville, 1994</i>).	49
Rajah 3.4.3(b):	Air yang telah disukat untuk digunakan dalam kajian	49
Rajah 3.4.4(a):	Gambaran sebenar pelepah kelapa sawit yang dimesin	50
Rajah 3.4.4(b):	Hasil gentian pelepah selepas diayak	51
Rajah 3.5.2(a):	Acuan kiub dan prisma yang diguna dalam kajian	53
Rajah 3.5.2(b):	Acuan kiub disapu minyak	53
Rajah 3.7(a):	Alat pembancuh konkrit	57
Rajah 3.7(b):	Gentian pelepah dimasukkan ke dalam alat pembancuh	58
Rajah 3.8.1(a):	Meja penggetar	61
Rajah 4.2(a):	Hasil ujian penurunan yang dilakukan di makmal	66
Rajah 4.2(b):	Bentuk penurunan sebenar	67
Rajah 4.3(a):	Penimbang elektronik	69
Rajah 4.4(b):	Alat PUNDIT	74

Rajah 4.4(c):	Sampel diuji dengan alat PUNDIT	76
Rajah 4.4(d):	Kaedah mengujian secara langsung	77
Rajah 4.4(e):	Kaedah ujian PUNDIT bagi spesimen kiub	77
Rajah 4.5(a):	Mesin ELE autotest	83
Rajah 4.5(b):	Spesimen kiub diuji dengan mesin ELE autotest	84
Rajah 4.6(a):	ELE autotest untuk ujian lenturan	89
Rajah 4.6(b):	Spesimen prisma diletakkan pada kedudukannya	90
Rajah 4.6(c):	Pengujian kekuatan lentur	91
Rajah 4.6(d):	Daya yang dikenakan semasa pengujian kekuatan lentur	91
Rajah 4.7(a):	Penggerudian bergarispusat 75 mm	95
Rajah 4.8(a):	Sampel ujian yang dilabel sebelum dipotong	100
Rajah 4.8(b):	Alat ujian ketelapan oksigen	100
Rajah 4.8(c):	Jet hidraulik bagi memasukkan sampel ke dalam silinder	102
Rajah 5.3(a):	Graf perbandingan ketumpatan spesimen kiub bagi kawalan, 5% dan 10% gentian melawan umur (Pengawetan Udara)	107
Rajah 5.3(b):	Graf perbandingan ketumpatan spesimen kiub bagi kawalan, 5% dan 10% gentian melawan umur (Pengawetan Air)	107
Rajah 5.3(c):	Graf ketumpatan kawalan bagi pengawetan udara	108
Rajah 5.3(d):	Graf ketumpatan kawalan bagi pengawetan air	108
Rajah 5.3(e):	Graf ketumpatan 5% gentian bagi pengawetan udara	109
Rajah 5.3(f):	Graf ketumpatan 5% gentian bagi pengawetan air	110

Rajah 5.3(g):	Graf ketumpatan 10% gentian bagi pengawetan udara	111
Rajah 5.3(h):	Graf ketumpatan 10% gentian bagi pengawetan air	111
Rajah 5.4(a):	Nilai perbandingan halaju denyut spesimen kiub bagi kawalan, 5% dan 10% gentian melawan umur (Pengawetan udara)	113
Rajah 5.4(b):	Nilai perbandingan halaju denyut spesimen prisma bagi kawalan, 5% dan 10% gentian melawan umur (Pengawetan udara)	113
Rajah 5.4(c):	Nilai perbandingan halaju denyut spesimen kiub bagi kawalan, 5% dan 10% gentian melawan umur (Pengawetan air)	114
Rajah 5.4(d):	Nilai perbandingan halaju denyut spesimen prisma bagi kawalan, 5% dan 10% gentian melawan umur (Pengawetan air)	114
Rajah 5.5(a):	Nilai perbandingan kekuatan mampatan bagi kawalan, 5% dan 10% gentian melawan umur (Pengawetan udara)	117
Rajah 5.5(b):	Nilai perbandingan kekuatan mampatan bagi kawalan, 5% dan 10% gentian melawan umur (Pengawetan air)	117
Rajah 5.5(c):	Graf kekuatan mampatan mortar simen kawalan bagi pengawetan udara	118
Rajah 5.5(d):	Graf kekuatan mampatan mortar simen 5% gentian bagi pengawetan udara	119

Rajah 5.5(e):	Graf kekuatan mampatan mortar simen 10% gentian bagi pengawetan udara	120
Rajah 5.5(f):	Graf kekuatan mampatan mortar simen kawalan bagi pengawetan air	121
Rajah 5.5(g):	Graf kekuatan mampatan mortar simen 5% gentian bagi pengawetan air	122
Rajah 5.5(h):	Graf kekuatan mampatan mortar simen 10% gentian bagi pengawetan air	123
Rajah 5.6(a):	Nilai perbandingan kekuatan lenturan bagi kawalan, 5% dan 10% gentian melawan umur (Pengawetan Udara)	127
Rajah 5.6(b):	Nilai perbandingan kekuatan lenturan bagi kawalan, 5% dan 10% gentian melawan umur (Pengawetan Air)	127
Rajah 5.6(c):	Graf kekuatan lentur mortar simen kawalan bagi pengawetan udara	128
Rajah 5.6(d):	Graf kekuatan lentur mortar simen 5% gentian bagi pengawetan udara	129
Rajah 5.6(e):	Graf kekuatan lentur mortar simen 10% gentian bagi pengawetan udara	130
Rajah 5.6(f):	Graf kekuatan lentur mortar simen kawalan bagi pengawetan air	131
Rajah 5.6(g):	Graf kekuatan lentur mortar simen 5% gentian bagi pengawetan air	132
Rajah 5.6(h):	Graf kekuatan lentur mortar simen 10% gentian bagi pengawetan air	133

Rajah 5.7(a):	Perbandingan kadar resapan air bagi mortar kawalan, 5% dan 10% gentian melawan umur (rendaman 30 minit) (Pengawetan Udara)	135
Rajah 5.7(b):	Perbandingan kadar resapan air bagi mortar kawalan, 5% dan 10% gentian melawan umur (rendaman 30 minit) (Pengawetan Air)	135
Rajah 5.7(c):	Graf kadar resapan air mortar simen kawalan bagi pengawetan udara	136
Rajah 5.7(d):	Graf kadar resapan air mortar simen 5% gentian bagi pengawetan udara	137
Rajah 5.7(e):	Graf kadar resapan air mortar simen 10% gentian bagi pengawetan udara	138
Rajah 5.7(f):	Graf kadar resapan air mortar simen kawalan bagi pengawetan air	139
Rajah 5.7(g):	Graf kadar resapan air mortar simen 5% gentian bagi pengawetan air	140
Rajah 5.7(h):	Graf kadar resapan air mortar simen 10% gentian bagi pengawetan air	141
Rajah 5.8(a):	Perbandingan kuantiti ketelapan O ₂ mortar simen kawalan, 5% dan 10% gentian melawan umur (Pengawetan Udara)	143
Rajah 5.8(b):	Perbandingan kuantiti ketelapan O ₂ mortar simen kawalan, 5% dan 10% gentian melawan umur (Pengawetan Air)	143

Rajah 5.8(c):	Graf kuantiti ketelapan oksigen mortar simen kawalan bagi pengawetan udara	144
Rajah 5.8(d):	Graf kuantiti ketelapan oksigen mortar simen 5% gentian bagi pengawetan udara	145
Rajah 5.8(e):	Graf kuantiti ketelapan oksigen mortar simen 10% gentian bagi pengawetan udara	146
Rajah 5.8(f):	Graf kuantiti ketelapan oksigen mortar simen kawalan bagi pengawetan air	147
Rajah 5.8(g):	Graf kuantiti ketelapan oksigen mortar simen 5% gentian bagi pengawetan air	148
Rajah 5.8(h):	Graf kuantiti ketelapan oksigen mortar simen 10% gentian bagi pengawetan air	149

ABSTRAK

Mortar bergentian merupakan bahan binaan yang penting pada masa kini. Oleh yang demikian, penyelidikan perlu bagi menerokai bidang ini. Ia terdiri dari pelbagai jenis bahan gentian dan salah satunya adalah mortar simen bergentian pelepah. Mortar simen bergentian terhasil dari campuran bahan seperti simen, pasir dan juga bahan bergentian. Mortar simen bergentian ini merupakan sejenis mortar yang berketumpatan rendah atau mempunyai ciri fizikal yang ringan.

Kajian yang dijalankan adalah merupakan satu kajian perbandingan di antara mortar simen kawalan dengan mortar simen bergentian dari segi ciri-ciri, kekuatan dan ketahanannya.

Spesimen-spesimen mortar simen yang digunakan untuk diujikaji adalah spesimen kiub dan prisma. Sebanyak 10 bancuhan dibuat untuk menghasilkan 120 spesimen dengan setiap bancuhan 72 spesimen kiub dan 48 spesimen prisma. Spesimen yang terhasil terdiri dari mortar kawalan, 5 peratus dan 10 peratus mortar bergentian. Setiap spesimen diuji pada umur 7, 28, 56 dan 90 hari dengan 3 spesimen setiap peringkat umur.

Antara jenis ujian yang dijalankan ke atas mortar ini ialah ujian keboleherjaan, ketumpatan, halaju denyut (PUNDIT), ujian kekuatan mampat dan lenturan, ujian kuantiti ketelapan oksigen dan ujian resapan air. Semua

ujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan, ketahanan dan mutu serta kualiti 5 % dan 10% bahan gentian pelepah di dalam mortar simen.

Pada keseluruhannya, keputusan ujian menunjukkan bahan gentian pelapah kelapa sawit mempunyai keupayaan yang baik untuk dijadikan bahan tambah di dalam mortar simen. Hasil campuran bahan ini telah memberikan nilai kekuatan yang tinggi pada umur 56 dan 90 hari. Kekuatan mampatan yang dapat dicapai sehingga 55.0 N/mm² bagi 5% gentian pelepah dan 52.87 N/mm² bagi mortar simen kawalan. Ini menunjukkan mortar simen ini tergolong sebagai mortar ringan yang kuat.

Memandangkan gentian pelepah merupakan bahan tambah bergentian yang berpotensi dan kajian ini adalah kajian awalan, maka kajian berlanjutan perlu dijalankan untuk mengetahui keputusan yang lebih terperinci bagi menilai pencapaiannya di dalam industri binaan.

ABSTRACT

Fiber mortar is an important building material used nowadays. Therefore research needs to be carried out in this field. Building material consist of numerous materials and one of them is fiber mortar. Frond fiber mortar or mortar is produced from the mixture of cement, sand and frond fiber. This fiber mortar is low in density or has physically light.

The research was conducted to study the comparison between ordinary mortar and frond fiber mortar to investigate the characteristic, strength and durability.

Mortar specimen used in this study were cube specimen and prism. As many as ten (10) mixtures are made to produce 120 specimens with every 72 cubes, and 48 prisms. This mortar specimen is cast using five percent (5%) and ten percent (10%) frond fiber. Every specimen was tested on the duration of 7th, 28th, 56th and 90th day with 3 specimen for every level.

The different tests conducted on the specimen mortar were workability test, density test, ultrasonic pulse velocity test, water absorbtion quality test, compression test, flexural test and oxygen permeability test. All these tests were carried out to find out the mortar durability, its strength and the quality of 5 percent (5%) and ten percent (10%) of fiber mortar.

The overall tests result shows that fiber has the potential to act as a useful material in mortar. The combination of the material produced high compressive strength on the duration 56th and 90th days. The compressive strength was achieved until 55.0 N/mm² for 5 % frond fiber and 52.87 N/mm² for ordinary mortar. This is shows the mortar as a strength light mortar.

To conclude, fiber mortar is a potential material, further research need to be conducted to investigate the durability performance of fiber mortar in construction industries.

BAB 1

MUKADIMAH

1.1 Pengenalan

Perkembangan pesat dalam industri pembinaan **mortar simen dan mortar simen bergentian**, telah menarik minat penyelidik untuk mengetahui dengan lebih lanjut mengenai sifat – sifat atau ciri – ciri sesuatu mortar yang ditambah dengan bahan ini.

Penggunaan bahan ini dalam industri pembinaan disebabkan beberapa ciri penting yang terdapat padanya, dengan penemuan – penemuan menarik tentang penggunaan mortar simen dan mortar simen bergentian dalam kajian prestasi spesimen berbentuk kuib dan prisma dan kesannya kepada beberapa ciri penting yang lain.

Mortar simen bergentian boleh didefinisikan sebagai suatu rekabentuk mortar simen yang dicampur dengan bahan-bahan gentian, sama ada bahan gentian semulajadi atau bahan gentian buatan. Bahan gentian semulajadi ialah gentian sabut kelapa, lidi, buluh, rotan, katu, tempurung, kelapa sawit dan lain-lain. Manakala gentian buatan pula ialah gentian kaca, besi, plastic polimer dan sebagainya.

Campuran mortar simen bergentian dihasilkan daripada campuran simen, pasir dan juga gentian. Mortar simen bergentian adalah dari jenis yang berketumpatan rendah dan mempunyai beberapa ciri istimewa yang lain.

Kebanyakan daripada negara – negara sedang membangun, termasuk Malaysia menghadapi masalah memenuhi keperluan perumahan penduduk di bandar terutama perumahan kos rendah disebabkan dua faktor utama iaitu, permintaan perumahan yang meningkat dan kos pembinaan yang semakin meningkat seiring dengan pertambahan penduduk di bandar pada tahun – tahun 70 an. Ini terjadi samada melalui proses semula jadi atau melalui penghijrahan penduduk dari desa ke bandar. Masalah perbekalan perumahan kos rendah semakin minimum dengan kenaikan kos harga bahan – bahan binaan.

Di Malaysia, pembaziran sisa bahan buangan seperti pelepah kelapa sawit telah meningkat terutama ketika aktiviti memotong buahnya. Pelepah yang dipotong ditinggalkan tanpa penggunaan sewajarnya. Penyelidik mendapati pelepah yang ditinggalkan dapat diproses bagi dijadikan gentian pelepah supaya dapat di campurkan dengan mortar simen bagi menentukan prestasi mortar simen bergentian. Ini juga secara tidak langsung dapat menjimatkan bahan lain yang selama ini digunakan dalam teknologi pembinaan.

Berbagai – bagai langkah telah diambil untuk mengatasi masalah ini tetapi masih lagi berterusan dan menjadi agenda penting dalam matlamat pembangunan perumahan kerajaan. Walau bagaimanapun ini tidak dapat dinafikan terdapat

begitu banyak aspek yang perlu diambil kira dalam mengatasi masalah kekurangan perumahan kos rendah, tetapi cara pembinaan yang lebih cepat, cangguh dan tidak memerlukan kos yang tinggi merupakan salah satu aspek yang penting dalam mengatasi masalah ini.

Dalam pelbagai penyelidikan yang telah dijalankan mendapati penggunaan mortar simen telah meluas sejak kebelakangan ini sebagai bahan struktur pembinaan yang mempunyai potensi yang tinggi dalam industri pembinaan perumahan di negara – negara sedang membangun. Bahan asas mortar simen boleh diperolehi dengan mudah di kebanyakan negara. Struktur pembinaannya tidak memerlukan kemahiran yang tinggi serta insentif dalam penggunaan tenaga kerja buruh sesuai di negara – negara yang sedang membangun dan ia menjadikan satu teknologi terkini dalam pembinaan.

1.2 Isu dan kepentingan

Walaupun penggunaan bahan mortar simen telah bermula sejak tahun 1848 dalam pembinaan dan digunakan sebagai struktur pembinaan bangunan sejak tahun 1940 an, hanya pada tahun 1970 an minat terhadap bahan ini semakin ketara. Daripada kajian – kajian yang telah banyak dijalankan di beberapa Negara luar mendapati mortar simen sangat sesuai sebagai bahan struktur pembinaan bangunan terutamanya di negara – negara sedang membangun dan menghadapi kekurangan perumahan. (*Swamy, 1984*)

Di Malaysia penggunaan mortar simen dalam industri pembinaan masih lagi terhad, kerana pendedahan yang tidak meluas terhadapnya. Penyelidikan yang dijalankan selalunya hanya diperingkat Universiti dan tidak tersebar kepada penggunaan selepas itu terutama oleh pihak kontraktor pembinaan.

Mortar simen bergentian mempunyai beberapa sifat khusus yang membezakan antara dinding biasa seperti bata simen dan blok konkrit. Sifat- sifat yang dimaksudkan ini ialah ketumpatan, kekuatan mampat keberaliran terma dan modulus keanjalan. Sifat – sifat tersebut adalah penting dan sering kali dirujuk bagi menjalankan rekabentuk bentuk-bentuk akuistik dan melengkung.

Fungsi bahan gentian di dalam mortar simen adalah untuk:

1. Mengurangkan sifat rapuh mortar iaitu memberikan mortar bersifat anjal. Mortar simen pada campuran biasa adalah mudah patah apabila dikenakan beban yang besar, tetapi dengan adanya bahan gentian ini diharapkan bahan ini akan dapat mengikat mortar simen supaya ia lebih anjal. (*CEB, 1977*)
2. Menghasilkan mortar simen yang ringan, kerana bahan gentian adalah ringan (selain gentian keluli), jadi mortar yang dihasilkan juga adalah ringan. Dengan penghasilan mortar simen yang ringan ini rekabentuk struktur bangunan akan menjadi lebih ergonomik iaitu daripada saiz strukturnya serta saiz acuannya. (*Swamy 1984*)

1.3 Objektif kajian

Beberapa objektif telah dikenal pasti untuk mengkaji teknologi mortar simen dan gentian sebagai struktur pembinaan berbentuk melengkung atau akuistik dalam industri pembinaan perumahan. Objektif – objektif kajian adalah seperti berikut :

- I. Mengkaji keberkesanan penambahan gentian dalam mortar simen ketika bancuhan mortar terutama dari segi kekuatan.
- II. Memerhati ciri – ciri konkrit mortar simen dan gentian dengan isipadu campuran yang digunakan pada umur 7 hari, 28 hari, 56 hari dan 90 hari.
- III. Mengenal pasti secara terperinci ciri – ciri bahan mortar simen dan gentian untuk kebaikan keboleherjaan dan ketumpatan.
- IV. Memerhati ciri – ciri campuran mortar simen dan gentian dari segi kekuatan mampatan serta lenturan dalam bentuk kiub dan prisma.

1.4 Skop Kajian

Sebelum melaksanakan kajian ini, beberapa skop kajian telah ditentukan oleh penyelidik iaitu :

- I. Ketumpatan mortar simen semakin bertambah dengan penambahan bahan gentian bergantung kepada peningkatan umur spesimen.
- II. Kebolehkerjaan mortar simen juga akan meningkat dengan penambahan bahan gentian.
- III. Prestasi mortar simen adalah baik dengan penambahan bahan gentian.
- IV. Kekuatan mampatan spesimen kiub mortar simen meningkat dengan penambahan gentian serta kematangan usia spesimen.
- V. Kekuatan lenturan spesimen prisma meningkat dengan penambahan kematangan usia spesimen.

Kajian – kajian yang akan dilakukan dalam penyelidikan ini ditumpukan kepada spesimen mortar berbentuk prisma dan kiub. Kekuatan spesimen mortar simen bergentian ini akan ditentukan melalui ujian – ujian fizikal dan mekanikal yang asas seperti berikut :

- a. Ujian ketumpatan kiub keras.
- b. Ujian kekuatan lenturan.
- c. Ujian kekuatan mampatan.
- d. Ujian keboleherjaan
- e. Ujian resapan air.
- f. Ujian ketelapan oksigen

Ujian – ujian tidak musnah yang dijalankan ialah seperti berikut.

- I. Ujian halaju denyut dan kualiti (PUNDIT)

Keseluruhan laporan ini merangkumi semua kerja – kerja yang dilakukan sepanjang menjalankan kajian bahagian pengenalan kepada tajuk kajian yang dikaji, bahan – bahan dan penyediaan bahan, penyediaan acuan, proses penyediaan spesimen, ujian – ujian makmal serta tatacara dan data keputusan yang telah diperolehi dari ujian – ujian yang dilakukan ke atas spesimen tersebut.

1.5 Susunan tesis

Tesis ini mengandungi 6 bab, dimana bab 1 merupakan pengenalan kepada kajian ini. Ini termasuklah perbincangan di mana timbulnya persoalan kenapa kajian ini dilakukan. Kebanyakan idea ini timbul hasil daripada strategi sesebuah Negara yang mengalami krisis kenaikan harga rumah dan juga pembaziran bahan terbangung bergentian seperti pelepah kelapa sawit.

Dalam bab 1 juga diterangkan secara umum tujuan dan objektif penyelidikan dari segi prestasi terhadap mortar simen bergentian dari pelepah kelapa sawit yang dicampur.

Bab 2 pula menerangkan tentang latar belakang serta sejarah penggunaan mortar simen bergentian. Selain itu, penerangan juga dibuat mengenai kajian-kajian terdahulu yang melibatkan penggunaan bahan gentian dalam mortar simen. Didalam bab 2 ini juga diterangkan rekabentuk campuran, sifat – sifat kejuruteraan dan juga sifat – sifat bahan yang digunakan dalam penyelidikan ini.

Bab 3 pula menerangkan program kajian yang akan dilakukan dalam penyelidikan ini seperti penyediaan acuan, bahan – bahan bancuhan mortar simen dan juga gentian serta melakukan ujian kawalan pada umur 7 hari, 28 hari, 56 hari dan 90 hari. Rekabentuk mortar simen dan gentian, langkah – langkah penyediaan mortar simen, langkah – langkah penyediaan gentian dan kaedah pemadatan

Bab 4 pula menerangkan kaedah – kaedah pengujian serta tatacara yang dilakukan dalam proses penyelidikan ke atas spesimen – spesimen dan keputusan yang diperolehi dari ujian yang dilakukan. Ujian yang terlibat di dalam ciri – ciri kejuruteraan ini ialah kekuatan mampatan, kekuatan lentur, ujian halaju denyut dan kualiti, ujian resapan air, ujian ketelapan oksigen, serta hubung kait antara beberapa parameter yang diperolehi.

Bab 5 pula menerangkan analisis dan perbincangan dari hasil keputusan ujian – ujian yang telah dilakukan, diplotkan graf bagi melihat keputusan spesimen yang diuji mengikut umur spesimen tersebut serta perbincangan mengenai perbandingan di antara keputusan bacaan yang diperolehi.

Bab 6 pula menerangkan kesimpulan hasil daripada kajian dan analisis keputusan ujian yang dijalankan terhadap spesimen ujian yang telah dilakukan. Di dalam bab ini juga saranan – saranan dibuat untuk kajian lanjutan berkaitan dengan bidang penyelidikan ini.

BAB 2

LATAR BELAKANG KAJIAN

2.1 Pengenalan

Melalui kajian ini pengkaji telah menentukan beberapa perbezaan dari segi aspek ciri-ciri sifat mortar simen dengan bahan tambah gentian, membuat perbandingan antara mortar simen bergentian dan juga mortar simen kawalan.

Tujuan pengkaji adalah untuk melihat mortar simen bergentian, mortar simen kawalan dengan melakukan beberapa jenis ujian yang akan dilaksanakan dimakmal terhadap beberapa ciri penting mortar simen bergentian ini.

Kawalan ujian ini akan diuji pada usia 7 hari, 28 hari, 56 hari dan 90 hari untuk melihat keadaan sifat perubahan dengan usia kematangan spesimen mortar tersebut yang direndam didalam air kolam dan diudara. Gentian pelepah dikeringkan dengan cara dimasukkan ke dalam alat ketuhar pemanas selama 24 jam sebelum diuji.

Untuk menjalankan ujian – ujian makmal ini , spesimen kajian kiub bersaiz 100 mm x 100 mm x 100 mm dan spesimen prisma 100 mm x 500 mm x 100 mm, bagi setiap bancuhan dihasil mengikut jenis yang telah ditentukan iaitu 3 spesimen kiub mortar simen bergentian dan mortar simen kawalan , 2 spesimen prisma mortar simen bergentian dan mortar simen kawalan.

2.1.1 Mortar simen bergentian

Ciri – ciri penyediaan campuran mortar simen boleh dikatakan menyerupai konkrit biasa tetapi terdapat perbezaan yang ketara sekali dari segi penggunaan agregat, ia tidak menggunakan agregat yang lebih besar daripada 5 mm. Mortar simen ini hanya menggunakan iaitu purata ukuran 3 mm. Penggunaan agregat sebesar ini memberikan kelebihan khususnya kalis air yang tidak terdapat pada konkrit biasa. Ini boleh berlaku kerana setiap ruang dalam matriks diisi oleh agregat yang halus yang tersusun rapat dan menjadikan lebih padat.

Prestasi keupayaan mortar simen dipengaruhi oleh ciri – ciri agregat yang digunakan dalam campuran, graviti sesuatu agregat, saiz bentuk dan jenis agregat. Simen merupakan pengikat utama mortar, oleh itu kekuatan bergantung pada jenis dan kuantiti simen yang digunakan. Begitu juga dengan air yang amat memberi kesan kepada prestasi kekuatan mampat mortar simen. Kandungan air dalam mortar simen perlu dikawal supaya ianya tidak melampaui had yang telah dibenarkan.

Gentian pelepah adalah suatu gentian yang ringan dimana akan dimasukkan ke dalam satu campuran mortar yang mengandungi simen, pasir dan air. Campuran mortar yang terhasil mempunyai ketekalan yang tinggi untuk memerangkap udara yang teragih dalam campuran tersebut. Campuran yang terhasil daripada kemasukkan bahan gentian adalah mortar simen yang

mempunyai ketumpatan lebih rendah daripada mortar asal. Ini kerana ruang-ruang udara pada campuran mortar telah dipenuhi oleh gentian.

Gentian pelepah yang dicampur boleh dikatakan sebagai bahan batu baur yang halus kepada mortar simen tersebut dan memberi kesan mampatan dan lenturan yang tinggi kepadanya. Selain faktor yang berkaitan dengan bahan campuran, proses penghasilan mortar simen dan bergentian juga memerlukan satu perkadaran campuran yang tertentu untuk mendapat beberapa sifat mortar simen atau konkrit yang diperlukan. Perkadaran ditentukan dengan penyukatan bahan gentian secara isipadu sebelum dicampurkan ke dalam mortar simen mengikut peratusan.

2.2 Latar belakang kajian yang pernah dijalankan

Sebelum kajian terhadap mortar simen bergentian pelepah kelapa sawit ini dijalankan, penyelidikan terhadap kajian-kajian tedahulu telah dilakukan. Antara penemuan-penemuan yang telah ditemui ialah konkrit sabut kelapa, abu sekam padi, habuk kayu, sekam padi, jerami dan hampas tebu.

2.2.1 Habuk kayu (Swamy, 1984)

Bahan organik semulajadi seperti habuk kayu jelas digunakan untuk membuat mortar simen ringan. Akan tetapi, habuk kayu mengandungi bahan-bahan yang boleh melambatkan proses hidrasi dan pengerasan simen. Tindak balas kimia boleh dilakukan untuk meneutralkan keracunan simen tersebut. Tetapi adalah sukar untuk mendapatkan habuk kayu yang tidak bercampur dengan pelbagai jenis kayu.

Di antara ciri-ciri habuk kayu ialah kadar pergerakan kelembapan yang tinggi dimana boleh menyebabkan perubahan-perubahan tertentu. Contoh ciri-ciri pergerakan kelembapan bagi beberapa jenis bahan gentian seperti *Jadual 2.2.1(a)*

Jadual 2.2.1(a): Ciri-ciri Pergerakan Kelembapan (%) (Swamy, 1984)

Jenis Konkrit	Pergerakan Lembapan (%)
Habuk kayu	0.55
Sekam padi	0.30
Sabut kelapa	0.80
Lain-lain konkrit bergentian	0.06 – 0.08

Campuran konkrit daripada habuk kayu boleh dibuat mengikut kadar campuran seperti 1:1, 1:2 dan 1:3 dan *Jadual 2.2.1(b)* menunjukkan sebahagian daripada ciri-ciri habuk kayu.

Jadual 2.2.1(b): Ciri-ciri konkrit habuk kayu (Swamy, 1984)

Bil Hari	Kekuatan Mampat (N/mm ²)			Kekuatan Pecah (N/mm ²)			Kekuatan Regang (N/mm ²)		
	1:1	1:2	1:3	1:1	1:2	1:3	1:1	1:2	1:3
7	1.5	4.5	2.5	2.8	1.6	0.8	1.8	0.6	0.4
14	2.5	6.5	3.5	4.0	2.1	1.3	2.3	0.8	0.5
21	2.9	8.0	4.5	4.7	2.3	1.5	2.5	1.0	0.6
28	3.1	8.5	5.0	5.0	2.5	1.6	2.7	1.1	0.7

Sebelum bahan ini dicampurkan ke dalam campuran konkrit atau mortar simen, habuk kayu perlu direndam dan dibasuh dengan air. Ini bertujuan untuk memastikan bahawa bahan-bahan yang tidak diperlukan dibuang daripada habuk

kayu supaya apabila di mampatkan, bahan tersebut tidak mengganggu proses pengerasan mortar simen atau konkrit. Penambahan kapur ke dalam habuk kayu sebanyak 15 – 30% daripada kandungan simen sebelum campuran dilakukan dan ia merupakan salah satu cara penjagaan yang perlu diamalkan. Kaedah lain ialah dengan merebuskan partikel kayu dengan air yang telah dicampur dengan ferus sulfat. Selain daripada bentuk, saiz partikel kayu (kayu racip) yang telah di gredkan boleh digunakan sebagai agregat.

2.2.2 Sekam padi (Swamy, 1984)

Sekam padi mengandungi jumlah keracunan yang lebih kecil terhadap pelarut air simen jika dibandingkan dengan habuk kayu. Ia juga mempunyai ketumpatan yang rendah iaitu bernilai di antara 100 – 150 kg/m³. Mortar simen atau konkrit bergentian yang menggunakan sekam padi pernah digunakan di India untuk membuat pra-tuang dan papak untuk dinding dan sekatan.

Mortar simen dan konkrit daripada sekam padi lazimnya mempunyai ketumpatan 600 kg/m³ atau lebih. Contoh komposisi dan ciri-ciri ikatan simen terhadap sekam padi ditunjukkan dalam *Jadual 2.2.2(a)*. Bahan sekam padi selalunya digunakan untuk menimbus tanah atau menghasilkan tenaga melalui proses pembakaran.

Jadual 2.2.2(a): Ciri-ciri Kekuatan Konkrit Sekam Padi (Swamy, 1984)

Sekam padi (g)	Simen (g)	Kekuatan Lenturan (N/mm²)	Kekuatan Mampatan (N/mm²)	Pengembangan Linear (%)	Penyerapan Air (%)
600	1200	1.70	3.00	0.375	29.5
700	1400	2.52	3.80	0.355	26.2
800	1600	3.40	8.80	0.360	23.4
900	1800	4.58	9.80	0.340	17.6
1000	2000	5.04	12.00	0.350	16.8
1200	1200	3.50	6.00	0.645	34.3
960	1440	3.61	7.80	0.395	29.8
800	1600	3.46	8.80	0.360	23.4
685	1715	3.15	7.60	0.345	24.3
600	1800	3.05	5.80	0.310	22.7
480	1920	2.80	5.40	0.205	-

2.2.3 Jerami (Swamy, 1984)

Pokok jerami banyak tumbuh di Bangladesh, Negeri China, India dan Negara Thai. Gentian jerami merupakan hasil pengekstrakan daripada kulit-kulit pokok jerami. Kebiasaannya, gentian yang diekstrak adalah daripada pokok yang telah bertumbuh sehingga 2.5 meter tinggi dan diameter batangnya yang berukuran dalam lingkungan 25 mm. Cara pengekstran gentian dari pokok jerami sangat mudah. Pokok yang telah dianggap matang dipotong dan diikat secara longgokan, kemudian ia direndam dalam air

hingga lingkungan 4 minggu sehingga kulitnya terurai dan kemudiannya gentian-gentian akan kelihatan. Setelah itu, gentian-gentian yang kelihatan tersebut akan dikeluarkan dan dicuci dan dijemurkan di bawah sinaran matahari. Sifat-sifat gentian jerami adalah seperti yang ditunjukkan dalam *Jadual 2.2.3(a)*.

Jadual 2.2.3(a) Sifat-sifat gentian jerami (Swamy, 1984)

Panjang Gentian (m)	1.8 – 3.0
Diameter Gentian (mm)	0.1 – 0.2
Kegravatian	1.02 – 1.04
Kekuatan Tegangan (N/mm ²)	2.5 – 3.5
Modulus Kekenyalan (KN/mm ²)	26 – 32
Peratus Pemanjangan (%)	1.5 – 1.9

Kebanyakan negeri di Malaysia, jerami merupakan bahan buangan yang boleh didapati dengan mudah terutama selepas aktiviti menuai padi. Jerami padi tidak mendapat pasaran, oleh sebab itu ia dibiarkan reput ataupun di bakar supaya abunya dapat dijadikan baja. Oleh yang demikian, jerami padi mempunyai potensi yang tertentu untuk mortar simen atau konkrit. Sifat dan ciri-ciri gentian daripada batang padi boleh meningkatkan ikatan simen serta kekuatan lentur bahan.

2.2.4 Gentian Kelapa (Swamy, 1984)

Kelapa sebenarnya bertumbuh banyak terutamanya di Asia dan Timur Afrika. Bahagian kulit kelapa tang telah masak menghasilkan gentian kelapa yang kuat. Biasanya gentian kelapa yang berukuran 150- 350 mm panjang yang mengandungi serabut- serabut yang kuat serta selulosanya sesuai dijadikan bahan campuran dalam konkrit ringan. Biasanya, gentian kelapa, hasil daripada pengekstrakan dimana kandungan yang dipanggil "tannin" dan "pectins" dilarutkan dalam air dan terunai. Bahan yang tertinggal iaitu bahagian serabut tang keras akan diproses melalui proses mekanikal. Sifat-sifat gentian kelapa adalah seperti yang ditunjukkan dalam *Jadual 2.2.4(a)*.

Jadual 2.2.4(a): Sifat-sifat gentian kelapa (Swamy, 1984)

Kegravation (m/s^2)	1.12 – 1.15
Ketumpatan (kg/m^3)	145 – 280
Panjang Gentian (mm)	50 – 350
Diameter Gentian (mm)	0.1 – 0.4
Kekuatan Tegangan (N/mm^2)	1.2 – 2.0
Modulus Kekenyalan (KN/mm^2)	19 – 26
Kekenyalan (%)	10 – 25
Kadar Penyerapan air (%)	13.0 – 18.0

2.2.5 Gentian Sisal (Swamy, 1984)

Sisal merupakan sejenis gentian yang dihasilkan oleh daun daripada pokok-pokok tropikal. *Hawkins (2001)* telah memberikan maksud sisal “*rope-fiber made from the leaves of a tropical plants*”. Sisal merupakan salah satu gentian yang kuat di kalangan gentian semula jadi. Oleh yang demikian, ia telah dijadikan sebagai bahan campuran konkrit ringan sejak awal lagi. Dalam industri bangunan di Australia, sisal digunakan sebagai tetulang kepada papan plaster gipsum. Selain itu, di Sweden, terdapat kumpulan-kumpulan penyelidik serta firma-firma binaan yang telah menggunakan gentian sisal sebagai agregat semula jadi kepada konkrit. Sifat-sifat gentian adalah seperti yang ditunjukkan dalam *Jadual 2.2.5(a)*.

Jadual 2.2.5(a): Sifat – sifat gentian sisal (Swamy, 1984)

Ketumpatan (kg/m^3)	700 – 800
Kekuatan Tegangan (N/mm^2)	2.80 – 5.68
Modulus Kekenyalan (KN/mm^2)	13 – 26
Kekenyalan (%)	3 – 5
Kadar Penyerapan air (%)	6.0 – 7.0

2.2.6 Gentian Buluh (Swamy, 1984)

Buluh merupakan sejenis tumbuhan yang tumbuh rapat di kawasan tropika. Oleh yang demikian, buluh sangat banyak tumbuh di Asia Tenggara. Buluh juga tergolong dalam kumpulan "rumpul". Buluh dapat tumbuh setinggi hingga 15 meter. Kebiasaannya, buluh mempunyai diameter di antara 25 hingga 100mm di bahagian batangnya. Gentian buluh kuat dari segi mampatnya. Walau bagaimanapun, buluh sangat lemah dari segi kekenyalannya dan ia juga merupakan bahan penyerapan air yang tinggi. Rumusan sifat- sifat gentian buluh adalah seperti yang ditunjukkan dalam *Jadual 2.2.6(a)*.

Jadual 2.2.6(a): Sifat – sifat gentian buluh (Swamy, 1984)

Kegravation (m/s^2)	1.52
Min. ketebalan (mm)	1.24
Min. luas keratan (mm^2)	0.1
Kekuatan Tegangan (N/mm^2)	4.42
Modulus Kekenyalan (KN/mm^2)	37
Kekuatan Ikatan (pengujian pada 5.8% bebas udara) (N/mm^2)	1.96
Slip modulus, (N/mm^2)	77.66

2.3 Bahan gentian pelepah kelapa sawit

2.3.1 Pengenalan

Bahan gentian seperti yang telah disebut sebelum ini terdapat berbagai jenis, tetapi di dalam ujikaji ini hanya bahan gentian jenis pelepah kelapa sawit sahaja yang akan digunakan.

2.3.2 Sejarah kelapa sawit (MPOB, 2002)

Pokok kelapa sawit adalah berasal dari Afrika dimana ia tumbuh secara liar sebagai hutan besar di beberapa tempat terutamanya di Afrika Barat. Pada tahun 1875, ia di tanam di Taman Kebun Bunga di Singapura. Tujuan utama pokok kelapa sawit ditanam disitu bukan kerana bagi memperolehi minyak tetapi bertujuan mencantikkan kawasan itu.

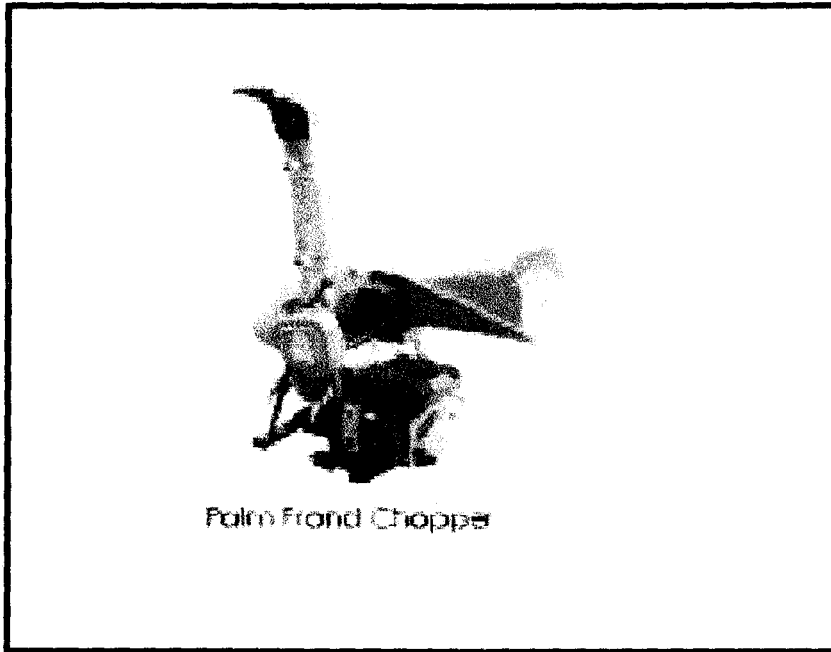
Pada tahun 1917, pokok kelapa sawit telah dibawa ke Malaysia. Tempat pokok kelapa sawit mula-mula ditanam adalah di ladang Tennamaram, Kuala Selangor. Pada peringkat awalnya, kebanyakan ladang-ladang dimiliki oleh warga asing. Akan tetapi, selepas itu pokok kelapa sawit mula ditanam oleh pekebun-pekebun kecil secara persendirian atau di kawasan rancangan tanah Felda.

Kini, kelapa sawit banyak ditanam di negeri-negeri Terengganu, Kelantan, Negeri Sembilan, Pulau Pinang, Sabah dan Serawak. Negeri yang banyak sekali ditanam dengan pokok kelapa sawit ialah negeri Johor.

2.3.3 Pelepah kelapa sawit

Aktiviti mengambil buah kelapa sawit di jalankan sepanjang tahun, kerana pokok kelapa sawit menghasilkan buah tanpa menggira musim. Selalunya apabila aktiviti ini dijalankan, pelepah pokok sawit akan dipotong supaya aktiviti memotong buah mudah dijalankan.

Dahulunya, pelepah yang dipotong dibiarkan kering dan reput akibat tindakbalas oleh mikroorganisma penguraian dan seterusnya menjadi baja kepada pokok kelapa sawit itu sendiri. Jabatan Pertanian khususnya telah menjalankan pelbagai inisiatif bagi mencari jalan supaya pelepah yang dipotong tidak dibiarkan begitu sahaja. Saranan Jabatan Pertanian itu telah disambut baik oleh pelbagai agensi antaranya Jabatan Haiwan yang telah memotong pelepah dan kemudian memprosesnya bagi dijadikan makanan kepada lembu ternakan, rusa dan sebagainya. Pelepah tersebut akan dikisar menggunakan mesin penggisar seperti *Rajah 2.3.3(a)* sebelum ia dijadikan dalam bentuk pallet untuk makanan haiwan.



Rajah 2.3.3(a): Mesin penggisar bagi pelepah kelapa sawit

(www.Eikseng.com)