



**Lightweight Composite Lintel**

**With Cellulose Fibre**

**DCC5191: FINAL YEAR PROJECT**

**SUPERVISOR:**

**1. ENCIK MD SHAHRIL BIN RABU**

<b>NO</b>	<b>NAMA</b>	<b>NO MATRIK</b>
<b>1</b>	MUHAMMAD FARIEZWAN BIN MOHAMAD NOR	08DKA17F1241
<b>2</b>	MUHAMMAD RASYID BIN OMAR BAKI	08DKA17F1189
<b>3</b>	MUHAMMAD FITRI BIN KAMARUDIN	08DKA17F1245
<b>4</b>	ALFIZAN SHAH BIN SAHARIN	08DKA17F1289

## ISI KANDUNGAN

<b>Bil.</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
<b>1.</b>	<b>BAB 1 .( PENGENALAN )</b>	1 - 5
I.	PENDAHULUAN	1
II.	PENYATAAN MASALAH	2
III.	OBJEKTIF KAJIAN	3
IV.	SKOP KAJIAN	3
V.	KEPENTINGAN KAJIAN	3
<b>2.</b>	<b>BAB 2 . ( KAJIAN LITERATUR )</b>	4 - 22
I.	PENGENALAN	4
II.	SISTEM BINAAN BERINDUSTRI (IBS)	4
III.	KORDINASI MODULAR (MC)	8
IV.	KELEBIHAN DAN KEBURUKAN SISTEM BINAAN BERINDUSTRI (IBS)	11
V.	PENGENALAN KEPADA KONKRIT RINGAN	14
VI.	BAHAN TAMBAH	17
<b>3.</b>	<b>BAB 3 . ( KAJIAN METODOLOGI)</b>	23 - 39
I.	PENGENALAN	23
II.	CARTA ALIR METODOLOGI	24
III.	CARTA GANTT	26
IV.	REKABENTUK LINTEL	26
V.	PROSEDUR KERJA BENGKEL	28
VI.	BAHAN DAN PERALATAN	31
VII.	UJIAN - UJIAN KONKRIT	38

<b>4.</b>	<b>BAB 4. ( KEPUTUSAN ANALISIS )</b>	40 - 44
I.	PENGENALAN	40
II.	KEPUTUSAN UJIAN KEKUATAN LENTURAN	40
III.	RINGKASAN KEPUTUSAN	44
<b>5.</b>	<b>BAB 5. ( PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN )</b>	45 - 47
I.	PENGENALAN	45
II.	KESIMPULAN	46
III.	RUJUKAN	47
IV.	LAMPIRAN	48-51

# **BAB 1**

## **PENGENALAN**

### **1.0 PENDAHULUAN**

Sektor pembinaan di Malaysia pada masa kini semakin berkembang pesat dengan wujudnya pengenalan teknologi baru yang menyumbang kepada kemajuan pembinaan di Malaysia. Para intelek, jurutera-jurutera dan golongan profesional yang berkemahiran tinggi berterusan dalam menyumbangkan idea bagi memudahkan dan meningkatkan kemajuan dalam sektor ini.

Secara umumnya, diketahui bahawa asas utama penyediaan konkrit merupakan penghasilan beberapa nisbah campuran air, pasir, batu baur dan simen. Industri pembinaan telah menggunakan konkrit secara meluas sebagai bahan binaan dimana simen bertindak balas sebagai bahan pengikat dalam penyediaan konkrit. Bahan binaan yang digunakan dalam penyediaan konkrit bagi memastikan dan mengekalkan ciri-ciri kekuatan dan ketahanannya adalah sangat penting dan haruslah lebih baik berbanding bahan binaan lain seperti kayu dan besi.

Pengenalan teknologi moden pembinaan seperti Sistem Binaan Industri (IBS) membuatkan penggunaan konkrit semakin meluas dimana penghasilan berapa komponen konkrit mudah pasang dihasilkan seperti panel-panel dinding sebagai komponen binaan.

Walau bagaimanapun, konkrit merupakan bahan binaan yang berat dimana penyediaan dan pengendaliannya memerlukan tenaga kerja yang ramai. Misalnya, pembinaan dan pemasangan komponen-komponen IBS seperti panel-panel dinding dan blok-blok dinding konkrit memerlukan penggunaan jentera dan pekerja mahir yang ramai. Hal ini secara tidak langsung meningkatkan kos tenaga kerja yang sangat penting dan sensitif dalam sebuah projek pembinaan.

Oleh yang demikian, hasil daripada penyelidikan kajian yang berterusan keatas konkrit yang dijalankan, konkrit yang lebih ringan telah dicipta. Konkrit ringan telah digunakan di dalam industri pembinaan sejak beberapa tahun yang lalu bagi negara-negara maju di dunia.

Serat Selulosa ialah serat semulajadi dan merupakan serat daripada tumbuhan. Serat selulosa boleh didapati daripada pelbagai jenis tanaman semulajadi seperti kayu. Kertas dihasilkan daripada serat selulosa pulpa kayu dan dimampatkan serta diproses menjadi kertas. Pada masa kini, kertas telah digunakan dengan sangat meluas dan hampir setiap hari sisa bahan buangan kertas dihasilkan. Oleh yang demikian, satu langkah penggunaan semula telah diambil dengan menggunakan kertas terpakai untuk dikitar semula dan diekstrak bagi menghasilkan serat selulosa sebagai bahan tambah bagi campuran konkrit ringan.

Penggunaan bahan kitar semula adalah satu langkah untuk menangani masalah pengurusan bahan buangan yang semakin hari semakin tinggi berikutan peningkatan populasi pengguna dan secara tidak langsung dapat mengurangkan pembaziran dan pencemaran alam.

## **1.1 PENYATAAN MASALAH**

Industri pembinaan berkembang secara pesat dengan penambahan populasi penduduk dan teknologi terkini. Secara tidak langsung telah meningkatkan penggunaan bahan mentah dalam penghasilan konkrit. Walau bagaimanapun, sumber bahan mentah semulajadi semakin berkurang dan penggunaan batu baur dalam konkrit menambahkan berat konkrit. Oleh demikian, satu jalan alternatif adalah dengan menggunakan konkrit ringan. Namun, konkrit ringan berketumpatan rendah mempunyai kekuatan mampatan yang rendah dalam menanggung beban.

Menurut Ravindrajahah dan J Collins (1998), kajian menunjukkan kos binaan bagi menghasilkan konkrit ringan adalah tinggi. Hal ini kerana beberapa jenis konkrit ringan yang menggunakan bahan kimia untuk menghasilkan ketumpatan yang rendah dan konkrit yang losong.

Bagi menghasilkan konkrit ringan yang baik dan berkualiti, penggunaan bahan tambah boleh digunakan dalam konkrit. Penggunaan kertas adalah sangat tinggi setiap hari dan mengakibatkan penghasilan bahan buangan yang banyak. Serat selulosa yang digunakan dalam pembuatan kertas dapat digunakan sebagai bahan mentah bagi menguji keupayaannya dalam kekuatan. Oleh itu, serat selulosa ini dapat meningkatkan sedikit kekuatan mampatan dalam konkrit ringan ini.

## **1.2 OBJEKTIF KAJIAN**

Tujuan kajian ini adalah untuk menghasilkan panel dinding yang lebih baik yang terdiri daripada beberapa objektif:

- 1) Untuk menghasilkan struktur lintel yang lebih mampan untuk pemasangan di tapak bina.
- 2) Untuk menyiasat struktur lintel yang mengandungi serat selulosa sebagai bahan tambah dengan menggunakan Sistem Binaan Berindustri (IBS).
- 3) Untuk menentukan kekuatan lenturan struktur lintel yang menggunakan Sistem Binaan Berindustri (IBS)

## **1.3 SKOP KAJIAN**

Kajian ini dijalankan bagi menghasilkan struktur lintel dengan penambahan bahan tambah iaitu serat selulosa daripada kertas kitar semula di dalam campuran untuk menilai kebolehan bahan terhadap kekuatan dan membandingkan pemasangan Sistem Binaan Berindustri (IBS) dengan Sistem Konvensional. Ujian kekuatan lenturan ini dilakukan menggunakan produk yang bersaiz 70mm x 100mm x 1200mm iaitu ukuran sebenar.

Ujian asas untuk menguji kemampuan kekuatan lintel dilakukan melalui Ujian Kekuatan Lenturan bagi menentukan kekuatan lenturan struktur lintel yang mengandungi bahan tambah serat selulosa dan dibandingkan dengan struktur lintel yang tanpa mengandungi bahan tambah.

#### **1.4 KEPENTINGAN KAJIAN**

Struktur lintel yang sedia ada kini diketahui memiliki ketumpatan yang rendah menjadikan konkrit adalah lebih ringan. Tetapi struktur lintel yang sedia ada kini mempunyai kekuatan mampatan yang rendah. Oleh itu, kajian ini penting bagi menghasilkan struktur lintel dengan menggunakan IBS yang mengandungi bahan tambah serat selulosa. Kajian ini dilakukan bagi menguji keupayaan serat selulosa terhadap perubahan kekuatan. Selain itu, penggunaan bahan mentah yang dihasilkan daripada bahan kitar semula menjadikan kos bahan ini lebih rendah dan kompetitif dan kepentingan dari segi sosial adalah lebih mesra alam dan dapat mengatasi masalah pengurusan bahan buangan yang berlebihan

## **BAB 2**

### **KAJIAN LITERATUR**

#### **2.0 PENGENALAN**

Bab ini memfokuskan kepada jenis bahan yang digunakan sebagai bahan tambahan. Tinjauan literatur telah digunakan untuk memahami dan mengkaji permasalahan kajian kami. Bab ini juga melihat kepada penggunaan konsep IBS digunakan bagi melihat keboleherjaan lintel yang diubah dari segi bahan yang kami sediakan.

Bab ini memfokuskan kepada jenis bahan yang digunakan sebagai bahan tambahan. Tinjauan literatur telah digunakan untuk memahami dan mengkaji permasalahan kajian kami. Bab ini juga melihat kepada penggunaan konsep IBS digunakan bagi melihat keboleherjaan panel dinding untuk asas tanah.

#### **2.1 SISTEM BINAAN BERINDUSTRI (IBS)**

IBS adalah singkatan kepada teknologi Sistem Binaan Berindustri atau *Industrialised Building System*. Ia adalah istilah yang digunakan di Malaysia untuk teknik pembinaan yang mana komponennya dibuat dalam persekitaran yang terkawal, sama ada di tapak atau luar tapak. Ia kemudiannya akan diletakkan dan dipasang di tapak pembinaan. Teknik ini adalah jawapan terbaik bagi menyelesaikan masalah yang sering berlaku di tapak pembinaan di negara ini.



### 2.1.1 PENGENALAN SISTEM BINAAN BERINDUSTRI (IBS)

Sistem Bangunan Berindustri (IBS) merupakan sistem pembinaan yang menggunakan kos buruh terutama bangunan yang memerlukan masa yang singkat seiring dengan kemajuan industri pembinaan negara yang mementingkan produktiviti, berkualiti dan keselamatan di tapak projek. Aplikasi IBS kini mula mendapat perhatian serius oleh semua pihak yang terlibat di dalam industri pembinaan. Malahan, pihak Kerajaan sendiri memberi sokongan kuat terhadap penggunaan aplikasi IBS, khususnya dalam pembinaan rumah-rumah mampu milik dan juga bangunan kerajaan. Bagi menggalakkan para pemaaju menggunakan aplikasi IBS ini, beberapa insentif telah disediakan seperti kelulusan segera (*green lane*) pelan pembangunan dan juga pengecualian levi Lembaga Pembangunan Industri Pembinaan Malaysia (CIDB) kepada penggunaan pelan standard yang direka bentuk berdasarkan koordinasi modular (*modular coordination*)



Rajah 2.1 Komponen dibuat di kilang atau di tapak pembinaan



Rajah 2.2 Komponen diangkut



Rajah 2.3 Komponen dipasang menggunakan kren



Rajah 2.4 Komponen slab dipasang ke rasuk dan tiang

### **2.1.3 CIRI-CIRI SISTEM BINAAN BERINDUSTRI (IBS)**

Sistem Binaan Berindustri merupakan proses pembinaan yang menggunakan teknik produk komponen atau sistem pembinaan yang melibatkan pre fabrikasi dan pemasangan komponen-komponen binaan di tapak pembinaan.

#### **2.1.3.1 PEMBINAAN DI TAPAK YANG MINIMUM**

Elemen-elemen atau komponen-komponen pembinaan telah bina dikilang, maka pembinaan di tapak adalah minimum kecuali bagi kerja-kerja penyambungan dan mengimpal sahaja dijalankan di tapak. Trikha & Ali (2004) mengatakan bagi sistem pembinaan berindustri, jenis pembinaan di tapak ini perlu diminimumkan dengan mempermudah perincian sambungan yang mana embeded inserts dan bonded plates untuk pengimpalan atau kerja konkrit di tapak yang digunakan.

### **2.1.3.2 PEMBINAAN CEPAT**

Trikha & Ali (2004) dalam kajiannya menyatakan komponen-komponen yang diperlukan telah disiapkan di tapak dan apabila diperlukan di tapak bina komponen akan dihantar dengan menggunakan pengangkutan yang tertentu dan dipasang tanpa membazirkan masa yang lama. Sesetengah IBS akan menjimatkan masa pembinaan sebanyak 75 % Jika dibandingkan dengan sistem pembinaan tradisional. Kaedah IBS 22 mementingkan kecepatan masa, kerja serta kualiti yang tersendiri. IBS merupakan sistem yang cepat tanpa memerlukan kerja-kerja yang rumit di tapak bina. Menurut Ahmad (1994) pemerhati projek JKR di negeri Perlis turut memberi pandangan yang sama iaitu sistem pembinaan IBS dapat menjimatkan masa pembinaan sehingga 50 % , di samping dapat mengurangkan aktiviti - aktiviti pembinaan yang remeh seperti melepakan pertukangan kayu dan penyusunan bata yang mengambil masa yang lama.

### **2.1.3.3 PENJIMATAN TENAGA BURUH**

Memandangkan IBS bergantung kepada cara mekanikal untuk menghasilkan elemen yang diprefabrikasikan di kilang dan pembinaan di tapak yang minimum, ia membolehkan pengurangan permintaan tenaga buruh untuk memasang elemen dan membina di tapak. Sistem IBS ini hanya menggunakan buruh mahir dan buruh separa mahir di mana penggunaan buruh tidak mahir hampir dihapuskan secara menyeluruh. Contohnya, dalam sistem IBS terbuka, kemahiran yang mustahak dalam pengendalian peralatan perkilangan dan dalam pembinaan boleh di salurkan melalui program dan latihan (Trikha & Ali, 2004)

## **2.2 KORDINASI MODULAR (MC)**

Pengenalan MC dalam industri ini adalah untuk meningkatkan produktiviti dan kualiti dalam pembinaan bangunan serta bertindak sebagai alat untuk merasionalisasi dan perindustrian industri pembinaan. Keputusan untuk menggantikan sistem berat dan langkah-langkah sistem empayar yang ada di Malaysia dengan sistem metrik pada tahun 1972 memberikan peluang yang unik untuk kemajuan teknologi dan rasionalisasi dalam industri pembinaan.

Walaupun bagaimanapun, program untuk perubahan kepada metrik dari tahun 1972 hingga 1982, menghadapi banyak kesukaran kerana sifat kompleks dan berpecah-belah industri pembinaan. Sistem koheren yang menyelaraskan dimensi dalam proses pembinaan sangat diperlukan untuk memudahkan komunikasi di semua peringkat dalam industri bangunan. Kelulusan syor bagi pengenalan koordinasi modular dalam bangunan di Malaysia oleh Kerajaan pada bulan April 1986 merupakan langkah positif untuk menyelaraskan industri ke arah metrikasi yang betul dalam perancangan bangunan, reka bentuk, pembinaan dan pengilangan bahan binaan dan komponen bangunan. Ciri-ciri yang sesuai dengan MC adalah:

- (i) Modul asas adalah kecil dari segi saiz ganjil untuk memberikan kelenturan reka bentuk, namun cukup besar untuk mempromosikan kemudahan dalam variasi saiz komponen.
- (ii) Ciri mesra industri yang tidak hanya memenuhi keperluan pembuatan tetapi juga keperluan pengangkutan dan perhimpunan.
- (iii) direka secara ergonomik untuk menggalakkan kecekapan.
- (iv) diterima secara antarabangsa untuk menyokong pasaran antarabangsa.

Pengenalan koordinasi modular dalam industri bukan sahaja menyediakan asas dimensi untuk penyelarasan dimensi dan bangunan-bangunan yang menggabungkannya, tetapi juga bertindak sebagai alat untuk merasionalisasi dan perindustrian industri bangunan. Penyelarasan Modular pada dasarnya adalah berdasarkan:

- (i) Penggunaan modul (modul asas dan pelbagai modul)
- (ii) Sistem rujukan untuk menentukan ruang dan zon penyelarasan untuk elemen bangunan dan bagi komponen yang membentuknya.
- (iii) Kaedah untuk mencari elemen bangunan dalam sistem rujukan.
- (iv) Kaedah untuk saiz komponen bangunan untuk menentukan saiz kerja mereka.
- (v) Kaedah untuk menentukan saiz pilihan untuk membina komponen dan menyelaraskan dimensi bagi bangunan.

Penggunaan Penyelarasan Modular sebagai asas dimensi bagi industri pembinaan akan membuka jalan bagi penciptaan prinsip dan peraturan reka bentuk terbuka yang menggabungkan kebebasan dalam perancangan seni bina dan fleksibiliti dalam memilih

kaedah pembinaan. Ia menawarkan pereka kemungkinan menggabungkan komponen modular piawai dalam membina projek dengan berkesan kerana kelebihan berikut:

- (i) Koordinasi dimensi untuk mempermudah dan mengklarifikasi proses pembinaan. Ia menyediakan bahasa umum untuk pemain industri bangunan, dengan itu mewujudkan koordinasi dan kerjasama yang lebih baik antara pelbagai pihak.
- (ii) Had varian dalam dimensi komponen, mengurangkan masa reka bentuk terutamanya dengan penggunaan komponen modular piawai.
- (iii)Penyeragaman komponen bangunan, sekali gus mengurangkan kos pembuatan dan pemasangan.
- (iv)Penyediaan komponen piawai untuk meminimumkan pembaziran bahan, tenaga manusia dan masa pembinaan.
- (v) Perindustrian proses pembinaan melalui peningkatan penggunaan teknologi moden seperti Reka Bentuk dan Draf Pembantuan Komputer dan Perkilangan Membantu Komputer.

Penyelarasan Modular adalah konsep untuk menyelaraskan dimensi dan ruang untuk bangunan dan komponen dimensi dan diposisikan dalam unit asas atau modul. Menurut CIDB (2005) IBS Digest Issue Oktober - Disember 2005, MS 1064 memperkenalkan disiplin geometri tertentu menggunakan pendekatan praktikal yang berkaitan dengan penyelarasan dan pengukuran komponen dan ruang dalam reka bentuk bangunan.

MC telah diperkenalkan di Malaysia sejak tahun 1986, tetapi belum banyak dilaksanakan di industri pembinaan. Faktor utama yang membatasi kegunaan MC dalam industri bangunan adalah kurang pengetahuan mengenai konsep MC dan memerlukan ketepatan dimensi, perancangan yang tepat dan bukan dengan menyebutkan komponen IBS.

Objektif utama melaksanakan MC adalah untuk meningkatkan produktivitas melalui pengurangan pembaziran dalam proses produksi, proses pemasangan, untuk meningkatkan mutu dalam industri pembinaan dan untuk mendorong sistem terbuka. Dengan pendekatan Sistem Terbuka, komponen bangunan dapat digabungkan dalam pelbagai projek bangunan individu sambil memastikan kebebasan arkitek dalam reka bentuk mereka.

MC adalah faktor penting dalam aplikasi IBS Sistem Bangunan Berindustri dengan cara penyeragaman komponen dan dimensi seperti mengurangkan masa pengeluaran dan pemasangan komponen, mencapai kebolehulangan dan mampu membina bangunan pada kos yang lebih rendah.

### **2.2.1 PIAWAIAN SISTEM BINAAN BERINDUSTRI (IBS)**

Pembiawaian komponen-komponen bangunan merupakan ciri-ciri berbeza yang penting bagi sebarang sistem pembinaan berindustri. Sambungan antara komponen-komponen telah dipiawaikan. Jika tidak dikordinasi modular, ini akan menghadkan penerimaan dengan skala besar bagi sistem pembinaan berindustri kerana ia menghadkan struktur dirancang dengan fleksibel.

Selain itu, IBS yang dikordinasi modular boleh mempunyai elemen yang sama jenis, contohnya T-Beam. Tetapi dimensi modul berubah antara julat pengaplikasian yang praktik. Ini membenarkan pembiawaian elemen yang berlainan jenis mempunyai dimensi keratan rentas yang berbeza bagi penggunaan atas rentas atau jarak dan berat beban yang berbeza. Oleh itu, elemen yang sesuai bagi projek yang berlainan boleh dihasilkan kilang (Triha & Ali, 2004)

### **2.3 KELEBIHAN DAN KEBURUKAN SISTEM BINAAN BERINDUSTRI (IBS)**

Kebanyakan pekerja industri gagal menyedari bahawa IBS menawarkan alternatif yang lebih baik kepada pembinaan in-situ yang intensif tradisional dan buruh. Faedah utama yang ditawarkan oleh penggunaan elemen IBS adalah:

- i. Kualiti Tinggi dan Nilai Produk Aestetik

Produk IBS dihasilkan di kawasan pemutus di mana faktor kritikal termasuk suhu, reka bentuk campuran dan masa pelucutan boleh diperiksa dan dikawal rapat; dan ini akan memastikan bahawa kualiti produk IBS lebih baik daripada konkrit cast-in-situ. Sejumlah besar wang akan disimpan dengan tidak melakukan kerja pembedahan. Juga disebabkan oleh persediaan prefabrication yang dikendalikan oleh kilang, banyak kombinasi warna dan tekstur dapat diterapkan dengan mudah pada bahagian seni bina atau struktur. Pelbagai saiz dan bentuk komponen IBS boleh dihasilkan, menyediakan banyak kelenturan dan menawarkan penampilan yang lebih segar kepada struktur.

ii. Tapak Pembinaan Bersih dan Selamat

Penggunaan unsur-unsur IBS menghapuskan atau banyak mengurangkan kerja dan konvensional. Pembinaan IBS juga mengurangkan masalah pembaziran tapak dan masalah alam sekitar yang berkaitan. Produk pasang siap juga menyediakan platform kerja yang selamat untuk pekerja bekerja. Pekerja dan bahan juga banyak dikurangkan di tapak pembinaan. Selain itu, sebagai elemen yang dihasilkan di kilang dan kebanyakannya direka bentuk untuk berulang, pembaziran minimum akan dialami di kedua-dua tapak kilang dan pembinaan.

iii. Pembinaan yang lebih cepat

Pembinaan IBS akan menjimatkan masa berharga dan membantu mengurangkan risiko kelewatan projek dan kemungkinan kerugian kewangan. Reka bentuk dan pengeluaran unsur IBS boleh dimulakan sementara tapak pembinaan berada di bawah tinjauan atau kerja tanah. Pengeluaran juga tidak terjejas oleh keadaan cuaca disebabkan oleh kerja awal seperti persekitaran terkawal di kawasan pemutus. Juga, penggunaan panel IBS yang besar akan mengurangkan masa yang diambil untuk menyelesaikan kerja-kerja struktur. Oleh itu, perdagangan lain seperti lukisan dan pendawaian elektrik boleh mula berfungsi lebih cepat.

iv. Span Tidak Terhalang

Penggunaan penyelesaian prategasan prategasan seperti papak Hollow Core dan Double-T rasuk menawarkan rentang yang tidak terhalang daripada elemen konkrit bertetulang konvensional. Dengan mempunyai balok yang lebih rendah dan tiang dalam struktur apa pun, ia akan menyediakan ruang kerja yang fleksibel. Ia sangat sesuai untuk pembinaan tempat ibadat, gudang, dewan, tempat letak kereta, kedai dan pejabat.

v. Kos Pemilikan yang Lebih Rendah

Kesemuanya di atas memudahkan proses pembinaan dan meningkatkan produktiviti, kualiti dan keselamatan. Akibatnya, jumlah kos pembinaan dikurangkan. Meskipun Sistem Bangunan Berindustri (IBS) merupakan satu inovasi yang semakin banyak diguna pakai di dalam sistem pembinaan pada masa kini, tetapi tidak dapat dinafikan bahawa masih terdapat beberapa kekurangan yang tidak dapat dielakkan dan menyebabkan pekerja binaan memilih untuk menggunakan kaedah konvensional. Antara kekurangan bagi IBS adalah seperti berikut :

- i. Pemasangan IBS perlu tepat dan tidak silap. Sebarang kesalahan lokasi pemasangan akan menyebabkan kesukaran pemasangan dan penyusunan dalam sistem ini.
- ii. Setiap bahagian penyambungan IBS perlu disemak dengan teliti terutama bahagian laluan paip bagi mengelakkan laluan paip tersumbat ataupun kebocoran berlaku.
- iii. Bangunan yang kecil seperti sebuah bangunan dengan keluasan 4m x 11m dikawasan pendalaman. Penggunaan IBS adalah tidak prektikal, adalah lebih baik dan prektikal menggunakan konkrit in-situ
- iv. Komponen prefabrikasi yang besar memerlukan kren berat dan pengukuran yang tepat dan kendalian yang teliti bagi menempatkan pada posisinya. Tenaga kerja tempatan yang lebih banyak tidak dapat disediakan.

Sungguhpun begitu, dalam keadaan tertentu seperti kawasan bandar yang sesak dan perlukan penjimatan ruang dalam melaksanakan projek adalah lebih baik dan sesuai menggunakan IBS yang sudah semestinya dapat membantu menyelesaikan sebahagian daripada permasalahan tersebut. (Sumber dipetik dari Zuraidah Abu Bakar, 2015)

## **2.4 PENGENALAN KEPADA KONKRIT RINGAN**

Konkrit ringan adalah konkrit yang menggunakan batu baur ringan. Batu baur ringan terdiri daripada batu baur ringan yang digunakan dalam konkrit biasa iaitu batu baur kasar, pasirm, tanah liat, sangga barbusa, batu hangus, batu hancur, batu baur organik dan batu baur bukan organik.



#### 2.4.1 SEJARAH KONKRIT RINGAN DALAM INDUSTRI PEMBINAAN

Sejarah penggunaan konkrit ringan dalam industri pembinaan telah lama bermula. Namun, penggunaannya kurang pada peringkat awal dan telah semakin meningkat penggunaannya sejak beberapa tahun kebelakangan ini. Penggunaan konkrit ringan lebih kerap digunakan di dalam industri pembinaan. Menurut Short & Kinniburgh (1978), konkrit ringan bukan bahan binaan yang baru dalam industri pembinaan. Sejarah mencatatkan permulaan konkrit ringan adalah penggunaan batu kelikir sebagai agregat ringan yang digunakan pada lewat kurun ke Sembilan belas di negara-negara maju seperti Amerika Syarikat, England dan beberapa negara Eropah yang lain.

Konkrit ringan berbuis ialah sejenis konkrit ringan yang mempunyai ketumpatan yang rendah berbanding konkrit biasa. Perkara ini diselaraskan dengan kenyataan oleh Komuniti Antarabangan Eropah tentang konkrit (1977), dalam '*The Draft International Standard Model Code for Concrete Construction*' yang mengklasifikasikan konkrit ringan berketumpatan antara  $1200 \text{ kg/m}^3$  sehingga  $2000 \text{ kg/m}^3$ . Selain itu, menurut teori CEB (1977), konkrit ringan mempunyai ketumpatan antara  $1200 \text{ kg/m}^3$  hingga  $2000 \text{ kg/m}^3$  jika dibandingkan dengan konkrit biasa iaitu antara  $2240 \text{ kg/m}^3$  hingga  $2400 \text{ kg/m}^3$ .

Walau bagaimanapun, ketumpatan ini masih dianggap tinggi kerana teknologi pembinaan pada masa kini mampu menghasilkan konkrit ringan yang berketumpatan serendah  $300 \text{ kg/m}^3$ . Namun, menurut Poo (2004), sebahagian konkrit ringan tidak sesuai dijadikan struktur binaan kerana kekuatannya yang terhad. Keadaan ini disebabkan konkrit ringan mempunyai ketumpatan yang lebih rendah dan biasanya tidak berkeupayaan menanggung beban yang lebih berat seperti yang ditanggung oleh konkrit biasa.

Penggunaan bahan busa dalam campuran konkrit boleh menghasilkan ketumpatan serendah ini. Kandungan matriks ringan berbuis mengandungi banyak rongga-rongga udara atau sel-sel atau lebih dikenali sebagai konkrit berselular. Kandungan rongga-rongga udara ini boleh mencapai 70% daripada isipadu konkrit dan bergantung kepada peratus penggunaan busa dalam campuran. Jones, *et al.*, (2005), melakarkan contoh kandungan matriks konkrit ringan berbuis yang mengandungi ruang udara sekitar 20% hingga 70%.

Penggunaan agregat halus yang paling baik kurang daripada 4mm garis purata, nisbah air simen adalah 0.4 hingga 0.8 dan kandungan air simen antara  $300 \text{ kg/m}^3$  hingga  $500 \text{ kg/m}^3$ .

## 2.4.2 JENIS-JENIS KONKRIT RINGAN

Konkrit ringan dapat dihasilkan dengan memasukkan udara kedalam komposisi konkrit. Konkrit yang terhasikan mengandung gelembung udara yang dapat merendahkan berat dan ketumpatan konkrit. Kaedah lain untuk menghasilkan konkrit ringan adalah dengan menggantikan batu baur yang lompong, geronggang dan berliang (Newman *et al.*, 2003).

Secara pratikalnya, konkrit ringan dikategorikan pada tiga jenis:

- (i) *'No-fines Concrete'*
- (ii) Konkrit Berbusa
- (iii) Konkrit Aggregate Ringan

## 2.4.3 CIRI-CIRI KONKRIT RINGAN

Terdapat beberapa ciri bagi konkrit ringan. Antaranya ialah penebatan haba, pencegahan kebakaran, daya ketahanan, penyerapan air. Selain dari itu, konkrit ringan mempunyai ciri menyerap air hujan dan sifat akustik yang efisien.

### i. PENEBATAN HABA (THERMAL INSULATION)

Penebatan haba didefinisikan sebagai kecekapan rintangan terhadap pengaliran haba sama ada melalui pengaliran, perolahan atau pancaran. Konkrit ringan mempunyai rintangan penebatan haba yang tinggi. Contohnya 150 mm dinding konkrit berliang dapat memberikan penebatan empat kali lebih baik daripada 225 mm tebal dinding bata.

### ii. PENCEGAHAN KEBAKARAN (FIRE INSULATION)

Pencegahan kebakaran ada kaitan dengan penebatan haba. Terdapat dua jenis bahan pencegah kebakaran iaitu bahan yang mudah terbakar contohnya bahan organik kayu. Selain itu, bahan yang tidak mudah terbakar contohnya bahan bukan organik seperti batu, bata, batubatan dan lain-lain.

### **iii. DAYA KETAHANAN (DURABILITY)**

ia didefinisikan sebagai keupayaan bahan menanggung kesan-kesan sekeliling seperti kesan kimia, tegasan fizikal dan kesan mekanikal. Kesan kimia yang dimaksudkan termasuklah air tanah yang mengandungi sulfat, pencemaran udara dan tumpahan cecair reaktif. Seterusnya, tegasan fizikal ialah pengecutan, tegasan-tegasan suhu, sejukan dan lain-lain lagi. Jika ke semua tegasan fizikal berlaku, ia akan menyebabkan keretakan pada struktur konkrit ringan. Kesan mekanikal pula adalah hentaman dan beban yang berlebihan. Keadaan keluli dalam unit struktur perlu dilindungi daripada berkarat.

### **iv. PENYERAPAN AIR (WATER ABSORPTION)**

Penyerapan air oleh konkrit ringan adalah tinggi dan lebih daripada yang terdapat pada konkrit padu. Ini adalah kerana konkrit ringan mempunyai liang-liang di dalamnya

## **2.4.4 KEBAIKAN KONKRIT RINGAN DI DALAM PEMBINAAN**

Kelebihan bagi konkrit ringan adalah pengurangan beban mati. Dalam projek pembinaan untuk bangunan yang tinggi, penggunaan konkrit ringan adalah meluas kerana beban matinya yang rendah. Selain itu, kos pengawasan rendah dan pembinaan dapat dijalankan dengan kadar yang cepat.

Dalam pembinaan dinding/ sekatan, penggunaan konkrit ringan lebih mudah dan cepat daripada dinding yang menggunakan bata. Ini adalah kerana bahan-bahan konkrit ringan terdiri daripada sisa-sisa industri seperti industri arang batu, besi, kimia dan lain- lain lagi

## **2.5 BAHAN TAMBAH**

Menurut Whitney dan Robert (1981), bahan tambah adalah bahan yang dicampurkan ke dalam campuran konkrit biasa bertujuan untuk mengawal dan mengubahsuai kepada campuran konkrit untuk kegunaan pada struktur-struktur tertentu bergantung kepada keadaan dan keperluan yang dikehendaki Sebagai contoh, bahan tambah digunakan untuk melambatkan atau mempercepatkan pengerasan konkrit dan juga meningkatkan kualiti yang dihasilkan tanpa mengurangkan kandung air di dalam campuran konkrit. Bahan tambahan juga boleh

menghasilkan keboleherjaan yang lebih baik terutama untuk kerja-kerja konkrit yang menggunakan mesin pengepam.

## **2.5.1 SERAT**

Teknologi konkrit semakin berkembang dengan penggunaan serat dalam bancuhan konkrit. Kini, dua jenis serat yang sering digunakan adalah serat semulajadi daripada tumbuhan dan serat sentetik daripada penciptaan manusia. Serat semulajadi telah digunakan 4000 tahun dahulu dan serat sintetik mula digunakan 100 tahun dahulu. Serat adalah bahan yang berbentuk panjang, halus dan menyerupai benang. (Tonoli, G. H.D, 2013 )

### **2.5.1.1 SERAT SELULOSA KOMPONEN UTAMA KERTAS**

Kertas adalah bahan nipis digunakan terutamanya untuk mencetak dan pembungkusan. Ia diperolehi dengan menekan bersama-sama serat selulosa lembap dan kemudian pengeringan mereka menjadi kepingan. Walaupun beberapa komponen ditambah, gentian selulosa boleh dianggap sebagai satu-satunya unsur penghasilan kertas kerana penggunaannya hampir 80% (Denoyelle, 2011)

Serat selulosa adalah bahan mentah yang penting bagi penghasilan kertas dan papan. Pada tahun 2003, 187 juta tan pulpa dan 325 juta tan kertas dan papan telah dihasilkan dalam dunia (Peltola, 2004). Sifat-sifat serat dan bahan mentah lain didefinisikan sebagai sifat yang dimiliki bagi produk yang dihasilkan daripadanya. Bagi kertas dan papan, kekuatan dan keupayaan menanggung beban yang dikenakan adalah sifat utama dan kekuatan serat adalah sangat penting bagi kertas dan kekuatan papan (Van Den Akker *et al.*, 1958).

Semua bahan kayu membentuk serat, iaitu helaian selulosa kecil terperangkap bersama-sama dengan bahan pelekat semula jadi yang dikenali sebagai lignin dan proses pengasingan dan penyusunan semula serat telah menghasilkan kertas. Beberapa kertas dihasilkan melalui pokok-pokok kecil yang dituai hanya untuk tujuan tersebut atau daripada sisa kayu daripada kilang papan yang ditinggalkan selepas pokok-pokok besar dijadikan kayu. Sumber kedua bahan membuat kertas adalah daripada serat-serat yang dikitar semula (Mathew *et al.*, 2013).

Serat yang digunakan untuk menghasilkan kertas adalah daripada sumber semulajadi dan kebiasannya, serat yang digunakan adalah daripada kayu. Serat diekstrak daripada kayu melalui proses kimia, mekanikal dan kimia-mekanikal. Kayu adalah bahan mentah yang

mempunyai kesan besar keatas sifat-sifat yang dimiliki oleh serat selulosa. Komponen kimia serat yang utama adalah selulosa, hemiselulosa dan lignen. Selulosa adalah komponen utama dalam menentukan kekuatan serat. Ia adalah sejenis polimer panjang yang selari dan mempunyai kekuatan pada luaran dan kedalaman molekul ikatan hidrogen, yang mendorong pada pembentukan mikroserat (Wathen, 2006).

Kayu mempamerkan sifat-sifat mekanik yang hebat, terutamanya disebabkan oleh rantai selulosa polimer. Kristal selulosa adalah komponen utama menguatkan sel-sel kayu. Selain itu, ia adalah biopolymer yang paling banyak di bumi dengan jumlah kuantiti kira-kira  $10 \times 10^{11}$  tan. Oleh kerana kayu adalah sumber bahan mentah yang, tinggi kekuatan dan kekakuan, ringan dan biodegradasi, penggunaan perindustrian daripada selulosa adalah meluas untuk membuat kertas dan papan (Zimmermann, 2010).

Menurut Wang *et al.*, (2009), idea menggunakan serat selulosa sebagai bahan tambah atau tetulang dalam bahan komposit bukan sesuatu yang baru. Manusia telah menggunakan idea ini untuk masa yang lama, sejak awal tamadun apabila rumput dan jerami telah digunakan untuk menguatkan bata lumpur. Pada masa lalu, komposit seperti sabut kelapa dan lateks getah asli telah digunakan secara meluas oleh industri automotif.



Rajah 2.5 Serat selulosa

### 2.5.1.2 SIFAT – SIFAT MEKANIKAL SERAT SELULOSA

Beberapa model molekul dan teori ukuran pembelauan sinar-X telah dilakukan untuk mengukur modulus elastik daripada selulosa. Pada tahun 1962, penilaian melalui pembelauan sinar-X, nilai modulus elastik serat selulosa adalah 140 GPa (Sachurada *et al.*, 1962)

Oleh itu, sifat mekanikal serat selulosa dapat menyaingi bahan-bahan kejuruteraan seperti kaca atau keluli. Selain itu, ketumpatan bahan yang lebih rendah daripada serat selulosa ( $1500 \text{ kg/m}^3$ ) memberikan serat selulosa modulus tertentu yang sangat tinggi. Ia membolehkan serat selulosa untuk bersaing dengan bahan tetulang kejuruteraan semasa. Jadual 2.3 menunjukkan modulus elastik bagi bahan kejuruteraan semasa yang dibandingkan dengan serat selulosa.

Menurut Subyakto *et al.*, (2009), faktor-faktor lain yang boleh menjejaskan sifat-sifat gentian adalah kematangan, proses pemisahan, kecacatan mikroskopik dan molekul seperti lubang dan nod, jenis tanah dan keadaan cuaca di mana mereka telah berkembang.

### **2.5.1.3 KELEBIHAN SERAT SELULOSA**

Serat selulosa mempunyai banyak kelebihan berbanding serat sintetik yang menjadikan mereka menarik sebagai tetulang dalam bahan komposit dan datang daripada sumber-sumber yang banyak dan boleh diperbaharui dengan kos yang rendah. Walaupun mempunyai sifat kekuatannya yang rendah, namun boleh membawa kepada komposit dengan sifat-sifat tertentu yang tinggi kerana ketumpatannya yang rendah.

Tidak seperti gentian rapuh yang lain seperti gentian kaca dan karbon, selulosa adalah fleksibel dan tidak akan patah apabila proses lebih kelengkungan yang tajam. Hal ini telah membolehkan gentian untuk mengekalkan nisbah aspek keinginan untuk prestasi yang baik.

Selain itu, daripada aspek sosio-ekonomi, penggunaan gentian selulosa sebagai sumber bahan mentah memberi manfaat dan serat selulosa juga tidak bertoksik. Mudah untuk dikendalikan serta tidak mendatangkan masalah kesihatan seperti gentian kaca yang boleh menyebabkan kegatalan pada kulit dan penyakit respiratori apabila debu berserabut dihidu. Serat selulosa menawarkan keupayaan yang tinggi untuk pengubahsuaian permukaan, sangat ekonomik, memerlukan jumlah tenaga yang rendah untuk kerja pemprosesan dan mesra alam

## 2.5.2 MANIK POLISTERINA

Ia diketahui dalam konkrit agregat biasa dan ringan, bahawa agregat merupakan kira-kira tiga per empat daripada jumlah konkrit dan sifatnya mempengaruhi ciri-ciri konkrit. Oleh kerana manik polisterina diperluas menduduki sebahagian besar jumlah konkrit ini, mereka akan dianggap sebagai agregat ringan kasar untuk tujuan pencampuran, tetapi tanpa kekuatan yang konsisten dan boleh dipercayai. Tujuan utama manik polisterina yang diperluas digunakan untuk campuran yang disebut sebelum ini adalah untuk menganjurkan rongga-rongga di sepanjang matriks simen yang membentuk konkrit ringan bahagian sarang lebah, terma insulin dan fleksibiliti yang baik.

Ia dihasilkan dalam pelbagai diameter sebagai hasil pemprosesan, yang memperoleh manik dari manik polistirena yang diperkembangkan. Ringkasnya, manik-manik itu dihasilkan dengan memanaskan cecair *styrene* di dalam air dengan menambahkan ejen "pentane" yang meleburkan ke dalam *styrene* untuk membentuk globe kecil, yang apabila padat dipanggil manik polisterina. Bila manik polistirena yang diperkuatkan dipanaskan dalam stim, manik-manik kemudian berkembang dan beribu-ribu sel kecil dengan udara terbentuk di dalamnya, menyebabkan manik polisterina menjadi penekat haba yang baik. Manik dibentuk dalam pelbagai diameter dan ketumpatan mengikut masa pemprosesan dan suhu stim. Ia adalah bahan paling ringan yang digunakan sebagai agregat ringan. Sesetengahnya dihasilkan dengan kepadatan pukal kira-kira 12 kg / m<sup>3</sup>. Ia sangat murah, Mujurlah, bahan ini tidak mempunyai keupayaan melawan kebakaran dan mengecut pada suhu 70 ° C. Ia juga mempunyai kualiti yang tinggi.



**Rajah 2.6** Manik polisterina

#### **2.5.2.1 KELEBIHAN MANIK POLISTERINA**

Manik polistirena boleh digabungkan dengan mudah menjadi mortar atau konkrit untuk menghasilkan konkrit ringan dengan pelbagai ketumpatan. Aplikasi konkrit polistirena termasuk dinding, panel pelapisan, panel condong dan lantai komposit. Konkrit polistirena digunakan untuk menghasilkan dinding konkrit galas beban, juga sebagai bahan pembinaan struktur laut terapung. Konkrit yang diperbuat daripada polistirena manik adalah popular sepanjang zaman.

Salah satu masalah utama yang berkaitan dengan penggunaan agregat ringan konvensional yang dihasilkan dari tanah liat, batu tulis dan syal dalam konkrit ialah agregat berliang ini menyerap sejumlah besar air bercampur dalam konkrit. Ini memberi kesan kepada prestasi konkrit, selain daripada hakikat bahawa ia adalah sukar untuk mengekalkan kandungan air tertentu semasa pemutus. Juga, penyerapan air oleh agregat akan menyebabkan air tambahan akan diperlukan untuk mengekalkan kemerosotan pada tahap yang boleh diterima. Kandungan air yang meningkat ini memerlukan kandungan simen yang lebih tinggi, walaupun tanpa sebarang manfaat.



## **BAB 3**

### **KAJIAN METODOLOGI**

#### **3.1 PENGENALAN**

Bab ini akan menerangkan mengenai langkah dan prosedur kerja yang kami laksanakan bagi menghasilkan produk kami. Metodologi adalah suatu prosedur sistematik yang menggabungkan penyesuaian pendekatan kajian serta analisis data yang sealiran dengan peraturan tersendiri bagi memastikan prestasi penyelidikan dikecapi dengan baik serta sempurna.

Metodologi dalam sesuatu kajian merujuk kepada cara yang paling sempurna dan berkesan bagi mendapatkan maklumat yang berguna dengan kos yang bersesuaian dengan projek yang dibina ini bagi mencapai sesuatu matlamat penyelidikan. Oleh yang demikian, pengkaji seharusnya membuat kajian berdasarkan metodologi yang sesuai, agar kajian yang dijalankan mahupun dibina tersebut berkesan dan berjalan lancar. Kami telah menjalankan projek kami mengikuti beberapa kaedah dan langkah-langkah seperti berikut:

- I. Kajian literatur
- II. Rekabentuk komponen untuk diuji
- III. Ujian mampatan

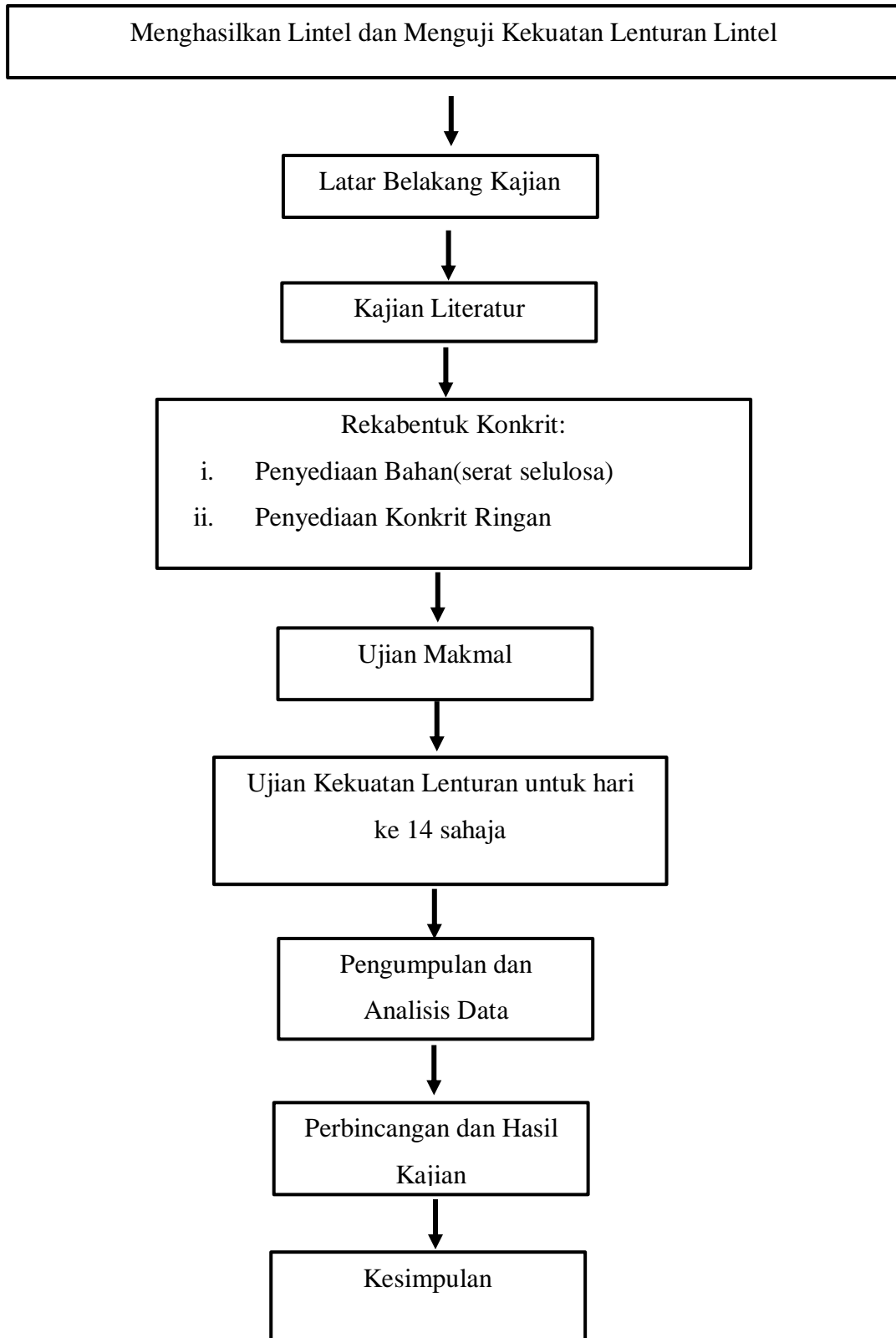
##### **3.1.1 REKABENTUK KAJIAN**

Rekabentuk kajian merupakan elemen penting bagi memudahkan kerja pelaksanaan projek dilakukan. Apabila pengkaji menggunakan metodologi yang berkesan, maka kita akan dapat keputusan kajian yang jelas, tepat, sah, kukuh dan kebolehpercayaan yang tinggi terhadap sesuatu kajian.

#### **3.2 CARTA ALIR METODOLOGI**

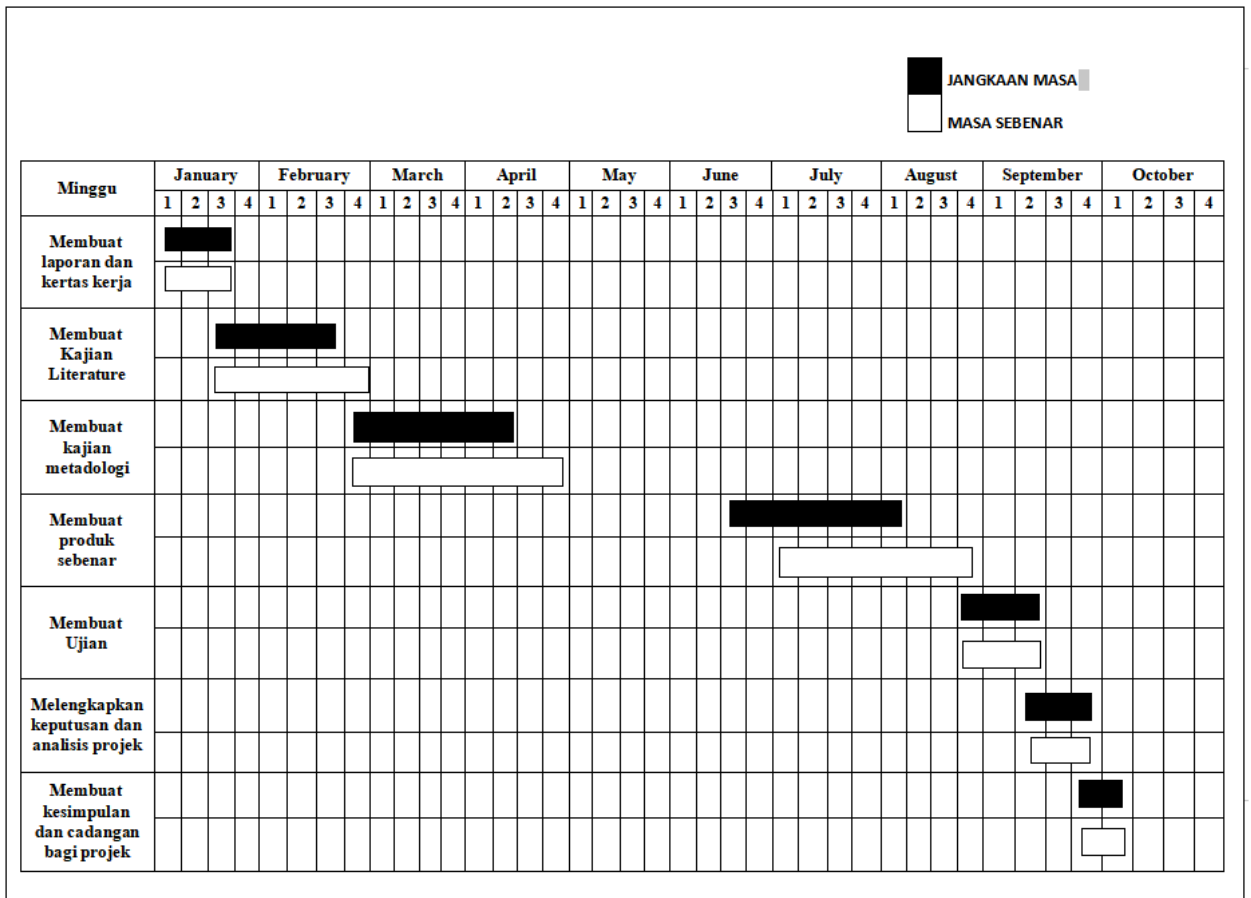
Kajian Metodologi adalah kaedah untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik mengenai langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam menjalankan kajian ini. Selain itu, metodologi adalah ringkasan parameter kritikal dan penting yang diperlukan untuk kajian. Carta aliran keseluruhan kajian metodologi telah digambarkan dalam Rajah 3.1.

**Rajah 3.1** Carta Alir



3.3

CARTA GANTT



### 3.4 REKABENTUK LINTEL

Produk kami ini adalah untuk memberi kemudahan kepada pekerja dalam proses pemasangan dan pembinaan struktur rumah. Produk ini menggunakan rekabentuk t sedia ada dipasaran kini . Kami memperbaharui produk ini dari segi penggunaan bahan yang berlainan. Seterusnya, penghasilan produk kami akan dijalankan sendiri megikut syarat-syarat dan spesifikasi yang ditetapkan. Kami hanya membina dan membuat produk mengikut spesifikasi rekabentuk yang ditetapkan dan komposisi bahan yang telah ditetapkan agar pembuatan dan pembinaan produk kami selamat dan sesuai digunakan dipasaran.

Produk kami menggunakan nisbah peratusan dalam menghasilkan lintel ini. 30% bagi simen, 60% bagi pasir dan 10% bagi campuran bahan konkrit ringan. Kami menggunakan bahan konkrit ringan yang berbeza dari produk lain seperti manik polisterina dan serat selulosa. Lintel ini berbentuk segi empat tepat dengan berukuran 70mm x 100mm x 1200mm. Saiz ini lebih kecil berbanding saiz lintel yang sedia ada dipasaran agar ianya lebih mudah untuk dikendalikan. Ia juga senang untuk dibawa dengan hanya menggunakan lori kecil dan mudah untuk diangkut semasa proses pemasangan ditapak pembinaan.

#### 3.4.1 REKABENTUK IBS CELLFIBRE LIGHT PANEL



Rajah 3.2 Reka bentuk lintel

Based on BS EN 845-2:2013+A1:2016

### 3.4.2 NISBAH BAHAN UNTUK MENGHASILKAN IBS CELLFIBRE LIGHT PANEL

Simen ratio M25 , Nisbah sebenar : 1: 1 : 2

Bahan-Bahan	Peratusan
Simen	30%
Pasir	60%
Bahan Tambah	1%
Air	10%

### 3.5 PROSEDUR KERJA BENGKEL

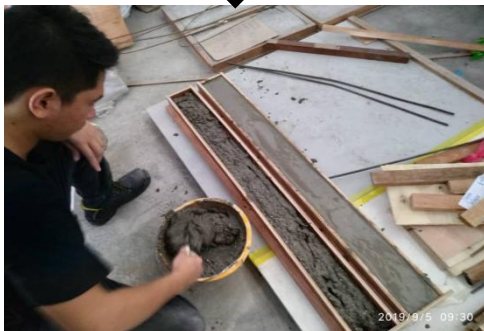
Berikut merupakan kerja bengkel yang dilakukan untuk kerja pemasangan acuan untuk lintel . Setiap prosedur yang dijalankan semasa kerja penyambungan dan pemasangan acuan ini adalah mengikut spesifikasi yang ditetapkan dan mengikut ukuran seperti yang tertera dalam lakaran kami.

#### 3.5.1 Peralatan Yang Digunakan

- I. Baldi
- II. Penyodok
- III. Sudu Simen
- IV. Plat Besi
- V. Besi Y10
- VI. Kotak Acuan

#### 3.5.2 Prosedur Penyediaan Mortar

- i. Menyediakan bahan dan alatan
- ii. Membancuh bancuhan mortar
- iii. Serat selulosa bersama manik polistrena dicampur kedalam mortar dengan nisbah yang ditetapkan.
- iv. Memasukkan bancuhan tersebut kedalam kotak acuan
- v. Meletakkan besi Y10 kedalam acuan
- vi. Melakukan proses pepadatan bagi mengelakkan “honeycomb”



Rajah 3.3 Prosedur kerja bancuhan mortar lintel

### 3.5.3 Prosedur Pemasangan dan Penyambungan Acuan

- i. Membuat ukuran dan saiz yang telah ditetapkan pada papan tersebut.
- ii. Papan yang telah ditandakan mengikut bentuk yang ditetapkan dipotong menggunakan 'Table Saw'.
- iii. Seterusnya, kerja penyambungan papan acuan dilakukan menggunakan skru.



Rajah 3.4 Pemasangan dan penyambungan Acuan

### 3.5.4 Kerja menghasilkan lintel

- i. Menyediakan alat yang hendak digunakan ketika membancuh.
- ii. Menyapu minyak pada permukaan acuan supaya apabila ia terbentuk dan mengeras proses ini memudahkan bancuhan ini untuk diasingkan dari acuan.
- iii. Membuat bancuhan menggunakan bahan-bahan yang disediakan serta mengikut nisbah yang telah ditetapkan.
- iv. Bancuhan diisikan sehingga penuh hingga ke permukaan acuan dan dikeraskan selama 24 jam.
- v. Selepas 24 jam, bancuhan yang sudah mengeras tersebut dikeluarkan dari acuan.

## **3.6 Bahan dan Peralatan**

### **3.6.1 Penyediaan Sampel**

Dalam kajian ini, dua penyediaan bahan perlu dilakukan. Pertama, penyediaan bahan tambah yang menggunakan kaedah 'Deinking Washing Process' bertujuan untuk mengekstrak serat selulosa daripada kertas kitar semula yang dikumpulkan dan kedua, penyediaan bahan campuran mortar bagi penyediaan sampel nisbah sebenar.

### **3.6.2 Penyediaan Serat Selulosa**

Proses pengasingan serat selulosa daripada kertas menggunakan kaedah 'Deinking-Washing'. Proses ini menggunakan larutan kimia seperti 'Sodium Hydroxide' (NaOH), 'Sodium Silicate' (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>), dan air suling. Fungsi penggunaan 'Sodium Hydroxide' (NaOH) dalam proses ini ialah larutan ini membantu untuk mengubahsuai (organik) kompaun dan menjadikannya lebih larut terhadap air dan membolehkan serat dikeluarkan lapisan kertas

Selain itu, 'Sodium Silicate' (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>) bertindak sebagai pemalar tetap bagi nilai pH dalam larutan bagi proses 'Deinking Washing'. Air suling bertindak sebagai agen penurun atau peningkatan pH. Air suling bersifat semulajadi, oleh itu sekiranya larutan memiliki pH yang rendah, air suling bertindak meningkatkan nilai pH.

### **3.6.3 Proses 'Deinking – Washing'**

Proses 'deinking' bagi kertas yang telah dicetak yang mengandungi dakwat pada kertas dikeluarkan, meninggalkan serat serta-merta yang boleh diguna semula dalam pembuatan kertas baru, kadbod, atau seumpamanya (Wattanakornsiri, 2011).

Terdapat pelbagai kaedah 'deinking' kertas yang telah dicetak namun, kaedah-kaedah tersebut adalah sangat kompleks dan berkos tinggi serta melibatkan bahan kimia dengan kepekatan yang tinggi. Proses 'deinking-washing' adalah proses yang melibatkan beberapa langkah dan penambahan bahan tambahan kedalam buburan kertas. Ia adalah proses yang mudah yang menghasilkan serat yang lebih baik dan penghasilan semula kertas yang lebih terang (William, 1963). Rajah 3.5 menunjukkan bahan-bahan yang digunakan bagi penyediaan serat selulosa.





Rajah 3.5a: Kertas Kitar Semula yang Dikumpulkan



Rajah 3.5b: Sodium Hydroxide' ( $\text{NaOH}$ ), 'Sodium Silicate' ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )



Rajah 3.5c: Air Suling

### 3.6.4 Penyediaan lintel

Bahan-bahan asas yang digunakan dalam penghasilan lintel ialah simen, pasir, dan air. Tiada batu baur kasar diperlukan di dalam campuran lintel kerana batu baur kasar menjadikan mortar lebih berat. Bahan simen yang digunakan di dalam kajian ini adalah Simen Portland Biasa seperti yang dinyatakan di dalam MS522: Part 1 [9], manakala pasir yang digunakan adalah pasir semulajadi tempatan dengan nilai graviti tentu 2.60 dan saiz maksimum adalah 3 mm, dan air.



Rajah 3.6a: Simen Portland Biasa



Rajah 3.6b: Pasir Yang Telah Diayak



Rajah 3.6c: Manik Polistrena



Rajah 3.6d: Serat Selulosa

### **3.6.5 Prosedur Kerja Penyediaan Sampel**

Prosedur kerja yang dilaksanakan ialah prosedur kerja penyediaan bahan tambah iaitu proses pengasingan serat selulosa daripada kertas terpakai, dan prosedur kerja bagi penghasilan sampel lintel dengan bahan tambah mengikut saiz acuan sampel konkrit yang disediakan.

### **3.6.6 Prosedur Kerja Penyediaan Serat Selulosa**

Kertas yang dikumpulkan telah diproses menjadi serat selulosa. Bagi tujuan tersebut, penyediaan serat selulosa telah melalui proses 'Deinking Washing' seperti berikut:-

- (i) Kertas yang dikumpul telah dikisar menjadi kertas dengan saiz yang lebih kecil (100mm hingga 50mm).
- (ii) Setiap 150 g kertas bersama 15 g 'Sodium Hydroxide', (NaOH) dan 15 g 'Sodium Silicate', (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>) dilarutkan bersama 1liter air suling dengan kertas yang telah dikisar pada suhu 45°C.
- (iii) Bahan-bahan tersebut direndam dan dikacau sehingga kertas menjadi saiz yang lebih halus selama 20 minit.
- (iv) Larutan ditapis menggunakan jaring 2 mm dan dibasuh dengan air paip (30liter) diselang-selikan dengan air suling (1liter) sehingga mencapai pH 7.
- (v) Pastikan larutan yang telah mencapai pH 13 diturunkan sehingga mencapai pH 7 bagi memastikan serat selulosa bersifat semulajadi apabila dicampurkan dalam bancuhan konkrit.
- (vi) Seterusnya, serat selulosa telah dikeringkan menggunakan pembakar pada suhu 100°C selama 24 jam.
- (vii) Serat selulosa yang telah kering dikisar menjadi halus menggunakan mesin pengisar untuk dijadikan bahan tambah di dalam campuran konkrit ringan.



Rajah 3.7: Proses Penyediaan Serat Selulosa

### **3.6.7 Prosedur Kerja Penyediaan Sampel Konkrit Ringan**

Penyediaan bagi sampel-sampel konkrit ringan telah melalui prosedur berikut:-

- (i) Bahan-bahan penyediaan konkrit yang telah ditimbang mengikut pengiraan bancuhan konkrit dituang ke dalam mesin pembancuh.
- (ii) Bancuhan konkrit dibancuh sehingga kesemua bahan campuran menjadi rata.
- (iii) Masukkan serat selulosa mengikut peratus penggunaan yang telah ditetapkan kedalam bancuhan dan digaul sehingga serat selulosa bercampur dengan rata.
- (iv) Sediakan acuan sampel konkrit bersaiz 65mm x 100mm x 1200mm bagi sampel ujian lenturan.
- (v) Bersihkan dan sapukan minyak acuan dibahagian permukaan dalam acuan bagi memudahkan sampel dikeluarkan selepas mengeras.
- (vi) Masukkan bancuhan konkrit kedalam acuan yang telah disediakan.
- (vii) Ratakan permukaan acuan bancuhan konkrit yang telah dipadatkan.
- (viii) Biarkan sampel konkrit mengeras selama 24 jam sebelum membuka acuan.
- (x) Letakkan sampel konkrit di kawasan yang kering bagi proses pengawetan udara selama 7 dan 14 hari.
- (xi) Ulang prosedur kerja dari (i) dengan menggunakan peratus serat selulosa 0.5% ,1.0%, 1.5% dan 2.0%.

### **3.7 Ujian-Ujian Konkrit**

Ujian konkrit dilakukan bagi menentukan ciri-ciri dan sifat konkrit. Ujian konkrit terbahagi kepada dua jenis iaitu Ujian Musnah dan Ujian Tanpa Musnah. Ujian Musnah adalah seperti ujian kekuatan mampatan, ujian momen, ujian tegasan manakala Ujian Tanpa Musnah adalah seperti ujian ultrasonic, ujian penyerapan bunyi, dan ujian elektromagnet tertutup.

Menurut Poo K.P (2004), dalam usaha untuk mengkaji kelakuan konkrit, ujian konkrit perlu dilakukan untuk menentukan ciri-ciri bahan dan struktur bagi setiap jenis konkrit ringan dan bagaimana sifat-sifat ini berbeza mengikut jenis yang berbeza campuran dan komposisinya.

Pelbagai ujian boleh dilakukan keatas sampel konkrit untuk membuktikan keupayaan konkrit adalah seperti yang dirancang atau untuk menemui sifatnya yang tertentu. Bagi konkrit baru ini, biasanya melibatkan spesimen daripada konkrit segar dan menguji mereka untuk pelbagai sifat konkrit yang matang. (Wan Ibrahim et. al., 2014).

### 3.7.1 Ujian Kekuatan Lenturan

Bagi kajian ini, ujian kekuatan lenturan dilakukan pada umur kematangan konkrit yang ke-7 dan ke-14 hari. Terdapat lapan belas sampel kesemuanya dengan tiga kumpulan campuran berdasarkan nisbah campuran yang telah ditetapkan termasuk sampel kawalan.

### 3.7.2 Prosedur Ujian Lenturan

Ujian ini dilakukan bagi mendapatkan kekuatan sampel tersebut yang telah mencapai usia kematangan konkrit 7 hari dan 14 hari. Prosedur untuk ujian kekuatan lenturan pada nilai tekanan tertentu berdasarkan saiz konkrit adalah:

- (i) Pastikan pelantar mesin dibersihkan dahulu dan tiada kotoran seperti kesan tinggalan konkrit yang pecah sebelum meletakkan konkrit di atas pelantar.
- (ii) Ujian dimulakan dengan beban mampatan yang dikenakan secara automatik.
- (iii) Nilai kekuatan mampatan konkrit dibaca pada mesin mampatan dan dicatatkan.
- (iv) Ulang prosedur dari (i) bagi ujian sampel konkrit untuk hari seterusnya.



Rajah 3.8: Ujian Kekuatan Lenturan

## BAB 4

### KEPUTUSAN DAN ANALISIS

#### 4.1 Pengenalan

Bab ini menerangkan mengenai data yang diperolehi daripada hasil ujian makmal yang telah dilakukan. Setelah selesai ujian makmal, data yang diperolehi dikumpulkan, direkodkan, dianalisa dan dibincangkan dalam bab ini. Data yang diperolehi dipersembahkan dalam bentuk graf dan jadual agar mudah difahami. Segala keputusan uji kaji dianalisa bagi melihat perbandingan keputusan diantara ujian terhadap lintel yang mengandungi peratusan bahan tambah yang berbeza dan yang sedia ada di pasaran. Kesan perbezaan peratus serat selulosa pada setiap bancuhan diuji bagi melihat faktor kekuatan lenturan.

#### 4.2 Keputusan Ujian Kekuatan Lenturan

Ujian telah dilakukan keatas sampel pada umur kematangan panel dinding 7 dan 14 hari. Bagi Ujian Kekuatan Lenturan, beban telah dikenakan pada sampel secara berterusan sehingga mencapai beban maksimum dan kegagalan pada struktur lintel. Berdasarkan pada ujian yang telah dilakukan, data bagi beban maksimum dan kekuatan telah direkodkan.

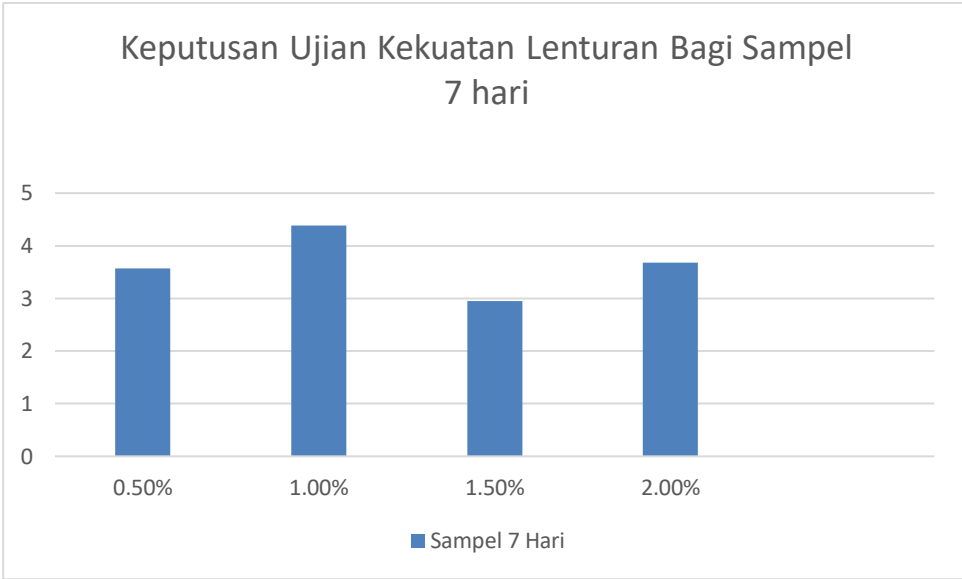
$$\text{Kekuatan (MPa)} = \frac{\text{Beban Maksimum ( kN)}}{\text{Keluasan Sampel (mm}^2\text{)}} \dots\dots\dots (4.2)$$



**Jadual 4.2 (a) : Keputusan Ujian Kekuatan Lenturan Bagi Sampel Lintel 7 Hari**

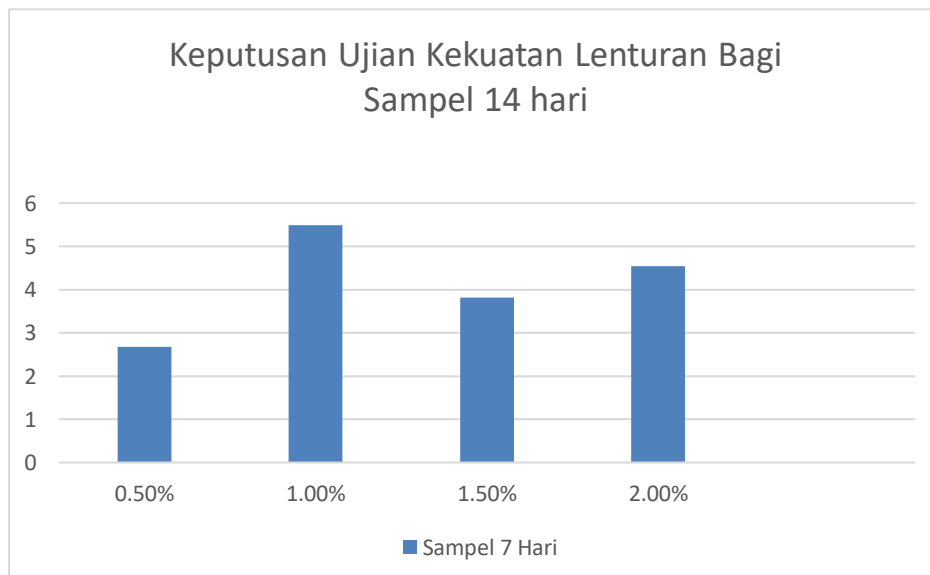
<b>Sampel</b>	<b>Bil. Sampel</b>	<b>Berat (kg)</b>	<b>Purata Berat (kg)</b>	<b>Beban Maksimum (kN)</b>	<b>Purata Beban Maksimum (kN)</b>	<b>Kekuatan (Mpa)</b>	<b>Purata Kekuatan (Mpa)</b>
Mortar + (0.5% serat selulosa)	B1	18.08	17.96	3.60	3.57	30	29.71
	B2	17.83		3.53		29.42	
Mortar + (1.0% serat selulosa)	C1	17.0	16.91	3.93	4.39	32.75	36.59
	C2	16.81		4.85		40.42	
Mortar + (1.5 % serat selulosa)	D1	16.14	15.66	3.13	2.95	26.08	49.16
	D2	15.18		2.77		23.08	
Mortar + (2.0% serat selulosa)	E1	15.35	15.31	3.23	3.68	26.92	29.63
	E2	15.26		4.12		32.33	

Jadual 4.2 (a) menunjukkan keputusan bagi Ujian Kekuatan Lenturan pada usia kematangan lintel 7 hari. Berdasarkan keputusan diatas, purata beban maksimum yang ditanggung adalah 4.39kN telah dihasilkan oleh sampel lintel dengan 1.0% serat selulosa. Manakala purata beban minimum yang ditanggung adalah 2.95kN oleh sampel lintel 1.5% serat selulosa. Ini menunjukkan, keupayaan beban yang mampu ditanggung dan rintangan kekuatan lenturan oleh sampel lintel dengan peratus serat selulosa 1.0 % adalah yang paling sesuai . Diikuti oleh peratus 2.0 % mencapai purata beban maksimum yang sesuai.



**Jadual 4.2 (b) : Keputusan Ujian Kekuatan Lenturan Bagi Sampel Lintel 14 Hari**

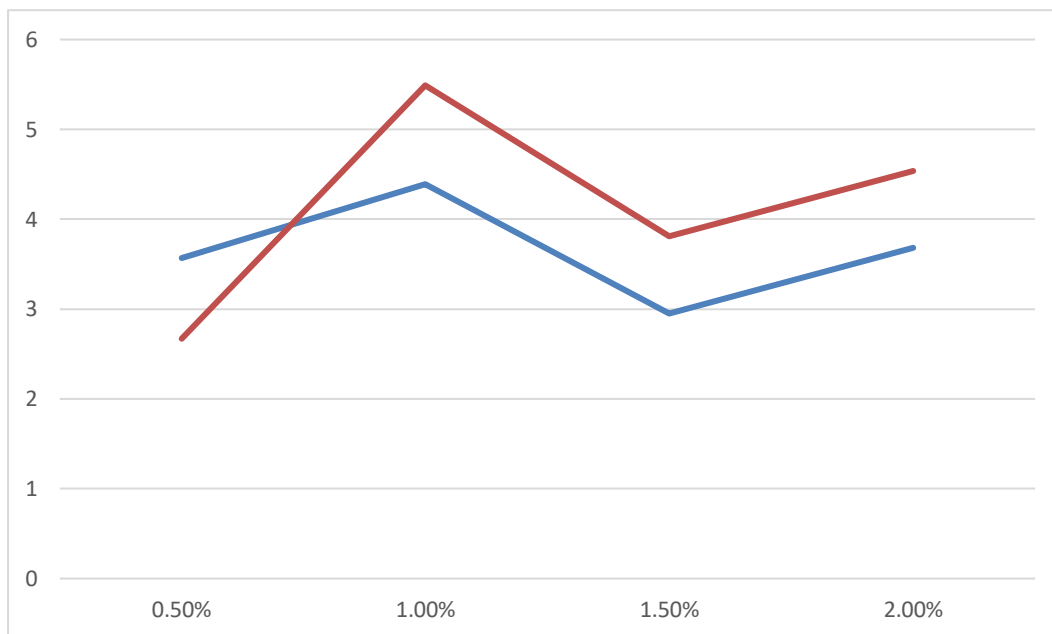
Sampel	Bil. Sampel	Berat (kg)	Purata Berat (kg)	Beban Maksimum (kN)	Purata Beban Maksimum (kN)	Kekuatan (Mpa)	Purata Kekuatan (Mpa)
Mortar + (0.5% serat selulosa)	B1	16.69	16.69	2.54	2.67	21.17	22.25
	B2	16.69		2.80		23.33	
Mortar + (1.0% serat selulosa)	C1	16.84	17.35	5.51	5.49	45.92	45.71
	C2	17.86		5.46		45.50	
Mortar + (1.5 % serat selulosa)	D1	17.82	17.63	3.83	3.81	31.92	31.75
	D2	17.43		3.79		31.58	
Mortar + (2.0% serat selulosa)	E1	18.26	18.44	4.35	4.54	36.25	37.79
	E2	18.62		4.72		39.33	



Jadual 4.2 (b) menunjukkan keputusan bagi Ujian Kekuatan Lenturan pada usia kematangan lintel 14 hari. Berdasarkan keputusan diatas, purata beban maksimum yang ditanggung adalah 5.49kN telah dihasilkan oleh sampel lintel dengan 1.0% serat selulosa. Manakala purata beban minimum yang ditanggung adalah 2.67kN oleh sampel lintel 0.5% serat selulosa. Ini menunjukkan, keupayaan beban yang mampu ditanggung dan rintangan kekuatan lenturan oleh sampel lintel dengan peratus serat selulosa 1.0 % menunjukkan nilai yang paling sesuai setelah 14 hari . Manakala peratus serat selulosa 2.0 % memperoleh kekuatan 4.54kN setelah 14 hari usia kematangan.

### 4.3 Ringkasan Keputusan

Berdasarkan ujian yang telah dilakukan keatas sampel lintel yang mengandungi serat selulosa 1.0 % , nilai beban maksimum peratus tersebut mencapai nilai yang tertinggi diantara peratus yang lain. Ini menunjukkan bahawa peratus tersebut sesuai digunakan di dalam bancuhan mortar lintel yang akan membezakan tahap kekuatan struktur lintel yang sedia ada dengan struktur yang diinovasikan ini . Dapat diringkaskan disini bahawa keputusan bagi Ujian Kekuatan Lenturan telah memberikan hasil yang positif . Kekuatan lenturan meningkat selari setelah mencapai usia kematangan.



Rajah 4.3 : Graf Perbandingan Kekuatan Lenturan Bagi Sampel 7 dan 14 Hari



Keputusan Ujian Kekuatan Lenturan Bagi Sampel 7 hari



Keputusan Ujian Kekuatan Lenturan Bagi Sampel 14 hari

## **BAB 5**

### **PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN**

#### **5.1 PENGENALAN**

Bab ini merupakan bab terakhir yang menjelaskan ringkasan mengenai bab yang sebelumnya. Hasil daripada kajian ini, beberapa kesimpulan telah dibuat berdasarkan keputusan analisis yang telah dibincangkan. Selain itu, bab ini adalah untuk memastikan bahawa pencapaian objektif kajian yang telah dinyatakan di dalam bab 1. Oleh itu, beberapa cadangan dinyatakan bagi menentukan penambahbaikan pada peringkat seterusnya.

#### **5.2 KESIMPULAN**

Secara keseluruhannya, objektif kajian ini tercapai kerana kandungan serat selulosa didalam campuran berjaya meningkatkan kekuatan lenturan struktur lintel ini berbanding struktur lintel yang sedia ada di industri. Dengan ini, kajian ini sekaligus menunjukkan bahawa pembuatan struktur lintel dengan menggunakan kaedah IBS boleh menghasilkan produk yang lebih efektif didalam industri pembinaan. Oleh hal yang demikian, penggunaan teknologi IBS ini adalah sangat sesuai dan sejajar dengan hasrat yang diinginkan oleh pihak kerajaan dalam aspek kemajuan teknologi.

### **Ujian Kekuatan Lenturan:**

Hasil ujian ini telah menunjukkan keputusan yang positif apabila didapati kekuatan lenturan semakin meningkat seiring dengan peningkatan peratusan serat selulosa yang digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran struktur lintel konkrit ringan IBS. Kekuatan struktur lintel semakin meningkat pada usia kematangan lintel 7 dan 14 hari. Berdasarkan keputusan ujian yang telah dilakukan, dapat dinyatakan bahawa kehadiran bahan tambah iaitu serat selulosa berupaya meningkatkan kekuatan struktur lintel. Oleh itu, kesimpulan bagi ujian kekuatan lenturan ialah semakin tinggi peratusan penggunaan serat selulosa, semakin tinggi kekuatan mampatan panel dinding.

Akhir sekali, untuk pembaharuan dimasa akan datang, ketumpatan lintel boleh dikurangkan untuk menghasilkan struktur lintel yang lebih ringan dengan cara menggunakan manik polistrena sebagai bahan mentah. Namun begitu, manik polistrena sukar untuk didapati.

Oleh itu, *Lightweight Composite Lintel With Cellulose Fibre* IBS dapat membantu dalam memudahkan lagi penghasilan lintel dan sekaligus menjimatkan kos penghasilan struktur lintel.

## Rujukan

1. CIDB (2005) IBS Digest Issue Oktober - Disember 2005, MS 1064.
2. Komuniti Antarabangan Eropah tentang konkrit (1977), *The Draft International Standard Model Code for Concrete Construction*'.
3. Trikha & Ali (2004) , The adoption of Industrialised Building System (IBS) construction in Malaysia: The history, policies, experiences and lesson learned.
4. Tonoli, G. H.D. (2013) , Cement and Concrete Composites , Processing and dimensional changes of cement based composites reinforced with surface-treated cellulose fibres