



**CEMENT SAND SLUDGE BRICK (CSS Brick)**

**PUAN NORPISHAH BINTI AHMAD  
PUAN HAZRUWANI BINTI A HALIM  
DKA5C  
REPORT FINAL YEAR PROJECT**

MUHAMMAD AFIF BIN ABDUL JAMIL	08DKA17F1179
SHAHRAIN AHMAD FARHAN BIN AHMAD RIFAA'I	08DKA17F1265
SITI AISYAH BINTI HASHIM	08DKA17F1167
HALIMATUNNAIMAH BINTI TUGIMAN	08DKA17F1253

**POLITEKNIK SULTAN SALAHUDDIN ABDUL AZIZ SHAH**

**CEMENT SAND SLUDGE BRICK (CSS Brick)**

<b>NAMA</b>	<b>NO PENDAFTARAN</b>
<b>SHAHRAIN AHMAD FARHAN BIN AHMAD RIFAA'I</b>	<b>08DKA17F1265</b>
<b>MUHAMMAD AFIF BIN ABDUL JAMIL</b>	<b>08DKA17F1179</b>
<b>HALIMATUNNAIMAH BINTI TUGIMAN</b>	<b>08DKA17F1253</b>
<b>SITI AISYAH BINTI MOHD HASHIM</b>	<b>08DKA17F1167</b>

Laporan ini dikemukakan kepada Jabatan Kejuruteraan Awam sebagai memenuhi seahagian syarat penganugerahan Diploma Kejuruteraan Awam

**JABATAN KEJURUTERAAN AWAM**

JUN 2019

AKUAN KEASLIAN DAN HAK MILIK

TAJUK : CEMENT SAND SLUDGE BRICK (CSS BRICK)

SESI : JUN 2019

1. KAMI,

- 1.SHAHRAIN AHMAD FARHAN BIN AHMAD RIFAA'I (08DKA17F1265)**  
**2.MUHAMMAD AFIF BIN ABDUL JAMIL (08DKA17F1179)**  
**3.HALIMATUNNAIMAH BINTI TUGIMAN (08DKA17F1253)**  
**4.SITI AISYAH BINTI MOHD HASHIM (08DKA17F1167)**

adalah pelajar tahun akhir, JABATAN KEJURUTERAAN AWAM, Politeknik Sultan Saluddin Abdul Aziz Shah, yang beralamat di Persiaran Usahawan, 40150 Shah Alam, Selangor.

2.Kami mengakui bahawa 'Projek tersebut di atas' dan harta intelek yang ada didalamnya adalah hasil karya / rekacipta asli kami tanpa mengambil atau meniru mana-mana harta intelek daripada pihak-pihak lain.

3.Kami bersetuju melepaskan pemilikan harta intelek 'Projek tersebut' kepada 'Politeknik tersebut' bagi memenuhi keperluan untuk penganugerahan **Diploma Kejuruteraan Awam** kepada kami.

Diperbuat dan dengan sebenar-benarnya diakui oleh yang tersebut:

A) SHAHRAIN AHMAD FARHAN BIN AHMAD RIFAA'I

(No. Kad Pengenalan:- 990726-14-5467

.....  
SHAHRAIN AHMAD FARHAN

B) MUHAMMAD AFIF BIN ABDUL JAMIL

(No. Kad Pengenalan:- 980607-14-5107)

.....  
MUHAMMAD AFIF

C) HALIMATUNNAIMAH BINTI TUGIMAN

(No. Kad Pengenalan:- 990

.....  
HALIMATUNNAIMAH

D) SITI AISYAH BINTI MOHD HASHIM

(No. Kad Pengenalan:- 990418-01-6938)

.....  
SITI AISYAH

Dihadapan saya, Norpishah binti Ahmad dan Hazruwani binti A Halim sebagai penyelia projek pada tarikh: 4/10/2019

.....  
NORPISHAH BINTI AHMAD  
.....  
HAZRUWANI BINTI A HALIM

## **PENGHARGAAN**

Assalamualaikum w.b.t dan salam sejahtera,  
Bersyukur kehadiran Ilahi kerana dengan izin kurnianya dapat juga kami menyempurnakan Projek Diploma ini. Ucapan salam sejahtera buat junjungan besar Rasulullah SAW atas rahmatnya buat sekalian alam.

Setinggi tinggi penghargaan dan terima kasih buat Puan Norpishah binti Ahmad dan Puan Hazruwani binti A Halim selaku penyelia dan penasihat diatas segala sokongan dan tunjuk ajar, yang diberikan dari peringkat awal projek ini dijalankan hingga kepada penyempurnaan projek ini.

Penghargaan khas ditujukan kepada pensyarah yang membantu kami dalam menghasilkan dan menjayakan projek ini sehingga ke peringkat akhir. Segala didikan dan tunjuk ajar yang diberi dalam proses menyempurnakan mutu kerja.

Ucapan terima kasih kepada pihak Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah di atas kerjasama yang diberikan untuk menjayakan projek ini.

Akhir kalam kami ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada pihak yang terlibat dengan projek kami samaada secara langsung atau tidak.

## **ABSTRACT**

Cement brick is one of the type brick in Malaysia. Cement brick are made from cement, sand and water. The widespread use of sand in brick making has affected the river ecosystem in Malaysia. The sludge generated from the water treatment center is often disposed of by dumping it into hills. The objective of this study was to study the effect of sludge use in replacing some sand in the manufacture of sand cement bricks. The tests performed are compression tests and water absorption. The percentage of sand replacement to sludge is 5%, 10%, 15% and 20%. The curing took place on days 7 and 28. The bricks were produced in accordance with Malaysian Standard. The brick size used is 215mm x 102.5mm x 65mm. The ratio of cement to sand in this study was 1:5. The results show that sand cement bricks with 5% sludge replacement have an optimum value of 15.5 MPa. The results show the strength of bricks beyond the Malaysian Standard.

## ABSTRAK

Bata simen pasir merupakan salah satu jenis bata yang ada di Malaysia. Bata simen pasir diperbuat daripada campuran simen, pasir dan air. Penggunaan pasir yang banyak dalam pembuatan batu bata telah menjejaskan ekosistem sungai di Malaysia. Pasir telah diambil dari sungai secara berlebihan. Enapcemar yang terhasil dari pusat rawatan air seringkali dibuang dengan menambak sehingga menjadi bukit. Objektif kajian ini dijalankan adalah untuk mengkaji kesan penggunaan enapcemar dalam menggantikan sebahagian pasir dalam pembuatan bata simen pasir. Ujian yang dilakukan adalah ujian mampatan dan penyerapan air. Peratusan penggantian pasir kepada enapcemar adalah 5%, 10%, 15% dan 20%. Pengawetan dilakukan pada hari ke 7 dan 28. Bata yang dihasilkan adalah mengikut *Malaysian Standard*. Saiz bata yang digunakan adalah 215mm x 102.5mm x 65mm. Nisbah simen kepada pasir dalam kajian ini adalah 1:5. Hasil kajian menunjukkan bata simen pasir yang mengandungi pengantian sebanyak 5% enapcemar mempunyai nilai optimum iaitu 15.5 MPa. Keputusan menunjukkan kekuatan bata melepasi *Malaysian Standard*.

## ISI KANDUNGAN

BAB 1 .....	1
PENGENALAN .....	1
1.1 Pengenalan.....	1
1.2 Penyataan Masalah .....	2
1.3 Objektif Kajian .....	2
1.4 Skop Kajian .....	3
1.5 Kepentingan Kajian .....	3
BAB 2 .....	4
KAJIAN LITERATUR.....	4
2.1 Konsep .....	4
2.1.1 Batu bata .....	4
2.2.2 Batu bata simen pasir .....	4
2.2.3 Batu bata simen pasir mengikut MS 1972.....	4
2.2 Jenis – jenis Batu Bata .....	5
2.2.1 Bata tanah liat .....	5
2.3.2 Batu Bata Pasir Kapur (kalsium silikat) .....	5
2.3.3 Bata simen .....	5
2.3 Kajian Terdahulu .....	6
BAB 3 .....	11
METODOLOGI KAJIAN.....	11
3.1 Reka Bentuk Kajian .....	12
3.2 Penyediaan Sampel Batu Simen Pasir .....	12
3.2.1 Simen Portland Biasa (OPC) .....	12
3.2.2 Pasir .....	13
3.2.3 Air .....	14
3.2.4 Enapcemar .....	14
3.2.5 Acuan Bata.....	15
3.2.6 Minyak Pelincir.....	15
Jadual 3.1 : Anggaran kos sebiji bata.....	16
3.2.7 Penyediaan Bancuhan.....	16
3.3 Proses Pembuatan Bata Enapcemar .....	16
3.3.1 Penyediaan Enapcemar.....	16
3.3.2 Proses Pembuatan Bata Enapcemar .....	17
3.4 Ujian Kekuatan Mampatan.....	19
3.4.1 Prosedur Ujian Kekuatan Mampatan .....	19
3.5 Ujian Penyerapan Air.....	20
3.5.1 Prosedur Ujian Penyerapan Air .....	20
3.6 Kaedah Analisis Data.....	21
BAB 4 .....	22
DAPATAN KAJIAN.....	22
4.1 Kekuatan Mampatan .....	24
4.1.1 Kekuatan Mampatan Pada 7 Hari .....	24
4.1.2 Kekuatan Mampatan Bata 28 Hari.....	26
4.2 Kadar Resapan Air .....	29
4.2.1 Keputusan ujian peratusan resapan air .....	29
4.3 Ketumpatan Bata .....	31

4.3.1 Keputusan Ketumpatan Bata 7 Hari.....	31
4.3.2 Keputusan Ketumpatan Bata 28 Hari.....	33
BAB 5 .....	35
PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN .....	35
5.1 Pengenalan Bab .....	35
5.2 Implikasi Keputusan .....	35
5.3 Aplikasi Keputusan.....	36
5.4 Kesimpulan Kajian .....	36
5.5 Idea Penambahbaikan .....	37
5.6 Rumusan Bab.....	38
RUJUKAN.....	39
LAMPIRAN.....	40
a) Carta Gantt .....	41



# **BAB 1**

## **PENGENALAN**

### **1.1 Pengenalan**

Pada masa kini, Malaysia membangun dengan pesat seiring dengan arus pembangunan pembinaan. Pembinaan di Malaysia tumbuh seperti cendawan selepas hujan. Dari sudut pandangan rakyat, Malaysia cukup mengagumkan kerana mampu membina bangunan yang pernah mendapat kedudukan keempat tertinggi di dunia, Kuala Lumpur City Centre (KLCC). Bukan itu sahaja pembinaan seperti taman perumahan, kondominium, rumah kedai atau pasaraya turut diberi perhatian.

Namun demikian, pembinaan yang terlalu pesat memberi kebimbangan sekiranya sumber yang digunakan telah habis, dimana hendak dicari. Hal ini kerana bata merupakan bahan utama dalam pembinaan, terutama sekali bata simen. Bata simen dihasilkan melalui campuran batu baur dan pasir. Oleh itu, kami mengambil inisiatif untuk menghasilkan bata simen dengan campuran enapcemar. Mengikut nisbah 5%, 10%, 15% dan 20% enapcemar akan ditambah ke dalam campuran bata simen. Setiap peratusan enapcemar yang akan dicampur, bata akan diuji dari segi kekuatan mampatan dan kadar resapan air.

Enapcemar menjadi pilihan kerana enapcemar yang dihasilkan akan dibuang ke tapak pelupusan atau dilupuskan ke parit-parit cetek. Oleh yang demikian, terdapat isu yang timbul dimana isipadu enapcemar yang semakin meningkat mendesak kepada suatu kaedah rawatan dan pelupusan yang lebih sistematik diambil dan sesuai untuk persekitarannya. Dari isu yang terhasil, tercetus idea untuk menghasilkan batu bata simen dengan enapcemar sebagai bahan tambah. Selain itu, enapcemar yang dihasilkan dari loji rawatan kumbuhan berbentuk pepejal, separa pepejal atau cecair.

Bata merupakan salah satu bahan utama dalam pembinaan bangunan. Bahan-bahannya terdiri daripada tanah liat, pasir dan simen, atau pasir dan kapur. Bata berbentuk segi empat bujur, dibuat dari bahan tak organik yang keras dan lasak. Selain itu, saiz dan

beratnya direka supaya mudah dipegang dengan satu tangan. Pelbagai jenis dan bentuk bergantung kepada jenis dan punca bahan mentah, cara pengilangan dan kegunaannya.

## **1.2 Penyataan Masalah**

Tujuan kajian ini adalah untuk mengkaji enapcemar sebagai bahan tambah dalam penghasilan bata simen berikutan penggunaan pasir yang sangat meluas dalam industri pembinaan membimbangkan. Hal ini kerana kos penghasilan bata simen lebih murah jika hendak dibandingkan dengan batu bata merah. Bata simen juga menjadi pilihan kerana satu ujian ketahanan telah dilakukan dimana batu bata merah dan batu simen dilepaskan dari ketinggian 8 kaki di atas permukaan simen konkrit. Keputusannya, bata merah rata-ratanya meretak atau pecah berderai manakala bata simen kekal tidak terjejas. Tambahan lagi, bata simen lebih cepat kering apabila dilepa dengan simen sekaligus menjimatkan masa terutama bila berhadapan cuaca tidak menentu. Oleh sebab itu, bata simen menjadi pilihan utama. Menjadi pilihan utama bermakna permintaan adalah tinggi. Jika permintaan tinggi bermakna semakin banyak pasir akan digunakan. Itu yang menjadikan masalah. Hal ini kerana, penggunaan pasir yang banyak dalam penghasilan bata boleh menyebabkan ekosistem sungai terjejas. Tambahan pula, permintaan pasir semestinya akan meningkat setiap tahun disebabkan banyak sektor yang menggunakan pasir seperti perumahan, pembinaan jalanraya, pembuatan kaca dan bata. Perkara ini boleh menyebabkan berlakunya kekurangan pasir pada masa akan datang.

## **1.3 Objektif Kajian**

Objektif kajian adalah untuk menghasilkan bata dengan menggantikan sebahagian pasir. Selain itu, kajian ini dilakukan adalah untuk menguji bata dengan kaedah kekuatan mampatan dan ujian resapan air. Seterusnya ialah untuk mengkaji peratusan gantian enapcemar yang optimum dalam bata simen pasir.

#### **1.4 Skop Kajian**

Kajian ini adalah untuk menggantikan sebahagian penggunaan pasir dalam penghasilan bata dengan menggunakan enapcemar dengan peratus yang telah ditetapkan iaitu sebanyak 5%, 10%, 15% dan 20%. Nisbah air-simen yang digunakan ialah 0.40 dimana kekuatannya yang paling tinggi. Tujuan kajian ini dilakukan adalah untuk mengkaji keberkesanan penggantian enapcemar dalam bata , ujian yang akan dijalankan ialah ujian kekuatan bata dan kadar resapan air dalam bata .

#### **1.5 Kepentingan Kajian**

Kajian ini adalah penting kerana dapat mengurangkan pasir dalam pembuatan bata simen pasir. Selain itu, dapat menjaga ekosistem sungai dimana permintaan pasir sungai semakin meningkat dari hari ke hari. Seterusnya kajian ini dilakukan adalah untuk mencari sumber alternatif lain dalam pembuatan bata simen pasir.

## **BAB 2**

### **KAJIAN LITERATUR**

#### **2.1 Konsep**

##### **2.1.1 Batu bata**

Batu bata merupakan bahan binaan yang utama dalam industri pembinaan. Batu bata merupakan bahan yang menghasilkan dinding, tembok dan sebagainya. Penggunaan bata sudah lama diamalkan kerana kelebihan sifatnya yang mengurangkan dari segi kos, masa dan tenaga. Terdapat pelbagai jenis batu bata yang dihasilkan mengikut kesesuaian penggunaan. Batu bata yang paling banyak didapati dipasaran ialah batu bata simen pasir, batu bata tanah liat, batu bata kapur pasir dan banyak lagi. Batu bata biasanya akan dihasilkan dalam kuantiti yang banyak yang menggunakan pelbagai jenis bahan dan saiz dan jangka hayat mengikut kesesuaian negara tersebut. (W. Kubissaa et al, 2015)

##### **2.2.2 Batu bata simen pasir**

Batu bata simen pasir juga dikenali sebagai batu bata konkrit. Batu bata simen adalah jenis yang biasa digunakan dalam pembangunan perumahan kos rendah dan sederhana serta pembinaan komersial lain di Malaysia. Simen dan bata pasir mudah dibuat dan murah untuk dihasilkan. (W. Kubissaa et al, 2015). Bata pasir yang diperbuat daripada pasir adalah lebih murah, lebih mudah, dan dihasilkan secara meluas. (Alimi Yasinan et al, 2017).

##### **2.2.3 Batu bata simen pasir mengikut MS 1972**

Batu bata simen pasir yang mengikut MS 1972 dimana ukurannya yang telah ditetapkan ialah panjang 215mm, tebal 102.5mm dan tinggi 65mm. Ujian yang biasa dijalankan dalam MS 1972 untuk menguji batu bata ialah kekuatan mampatan dan ujian resapan air. Nisbah bancuhan yang digunakan ialah 1:5 dan nisbah ini boleh diubah mengikut permintaan pelanggan.

## **2.2 Jenis – jenis Batu Bata**

### **2.2.1 Bata tanah liat**

Bata tanah liat merupakan bata yang paling meluas digunakan. Batu bata yang dibuat dari tanah liat dan mempunyai kekuatan mampatan yang tinggi berbanding dengan pasir bata. Terdapat 3 kategori dalam bata tanah liat iaitu bata biasa, bata muka dan bata kejuruteraan. Bata biasa sesuai digunakan untuk kegunaan am kerana tidak mempunyai rupabentuk permukaan yang menarik dan biasanya digunakan untuk dinding-dinding sekatan yang akan ditutupi dengan lapisan lepa (plaster) atau untuk kegunaan lain yang rupa permukaannya tidak begitu mustahak. Bata muka mempunyai kemas pada permukaannya samada bertekstur, berpasir atau licin serta mempunyai warna atau corak yang sama. Bata jenis ini tidak perlu dilepa (plaster) dan digunakan untuk kerja-kerja kemas yang menunjukkan permukaan batu-bata yang menarik dan juga tahan lasak terhadap keadaan cuaca. Bata kejuruteraan ialah bata yang padat. Bata jenis ini digunakan untuk pembinaan seperti tembok penahan, dinding atau tembok sambut yang menampung beban, tembok landas, tembok sambut jambatan, pembentungan bata, bentuk-bentuk dinding lain yang mungkin terdedah kepada tindakan asid dan hakisan.

### **2.3.2 Batu Bata Pasir Kapur (kalsium silikat)**

Batu bata pasir kapur ini diperbuat daripada bahan campuran kapur dengan pasir dan sedikit air. Antara kegunaan bata ini ialah sesuai digunakan dalam kerja yang memerlukan kekuatan yang tinggi atau sentiasa terendam di dalam air, bata bangunan bagi kerja memagar disebelah luar dan bata yang diikat dengan motar.

### **2.3.3 Bata simen**

Bata ini diperbuat daripada simen dan pasir. Nisbah bancuhannya berubah mengikut kekuatan yang dikehendaki. Nisbah 1:8 merupakan bancuhan yang lazim digunakan untuk membuat bata simen tempatan. Kandungan air dalam bancuhan hendaklah dikawal supaya tidak terlampau basah. Bata simen dihasilkan dengan menggunakan acuan. Bata yang baru dicetak hendaklah dibiarkan kering sendiri dan diawet selama dua minggu sebelum ianya sesuai digunakan. Pengawetan dilakukan dengan menyiram air sebaik sahaja bata mengeras, terutama semasa cuaca panas. Saiz bata simen adalah sama dengan saiz bata tanah liat iaitu panjang 216mm x lebar 102.5mm x tinggi 65mm.

### 2.3 Kajian Terdahulu

Menurut kajian daripada Yousif Algamal et. al, (2017) telah melakukan kajian ini untuk mengkaji kemungkinan menggunakan sisa kumbahan air untuk pembuatan batu bata dengan menggunakan beberapa nanopok mineral sebagai tambahan. Selepas pengeringan, batu bata dikenakan suhu tembakan yang berbeza 900°C, 1000°C, 1100°C, dan 1200°C. Komposisi mineral sampel yang dibakar telah ditentukan menggunakan teknik XRD. Struktur mikro sampel yang dibakar pada 1200°C digambarkan menggunakan teknik SEM. Parameter sintering dan sifat mekanik batu bata yang dibakar telah diuji menurut Spesifikasi Standard Antarabangsa. Hasilnya menunjukkan bahawa sampel yang mengandungi bahan tambah *nanopowder* terutama Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> memperlihatkan peningkatan yang ketara dalam sintering dan sifat mekanikal berbanding dengan yang kosong. Oleh itu, penggunaan enapcemar dalam pembuatan batu bata adalah pilihan untuk pembangunan mampan asas, menyediakan manfaat alam sekitar dan ekonomi.

Menurut kajian yang telah dijalankan bertajuk "Penggunaan semula Enapcemar Loji Rawatan Air dalam Pengilangan Bata" daripada kumpulan yang terdiri daripada beberapa orang iaitu Mohammed O. Ramadan et. al, (2016) daripada Jabatan Kejuruteraan Awam, Fakulti Kejuruteraan, Universiti Banha, Mesir. Kajian ini menggunakan enapcemar sebagai pengganti separa tanah liat dalam pembuatan batu bata. Dalam kajian ini, empat nisbah enapcemar dan nisbah tanah liat yang berbeza telah dikaji, yang secara eksklusif melibatkan penambahan enapcemar dengan nisbah 50%, 60%, 70%, dan 80% daripada jumlah berat campuran enapcemar tanah liat. Setiap siri melibatkan tembakan bata pada 950°C, 1000°C, 1050°C, dan 1100°C, memberikan 16 jenis bata yang berbeza. Sifat-sifat fizikal batu bata yang dihasilkan kemudiannya ditentukan dan dinilai mengikut Spesifikasi Standard Mesir dan Standard British. Dari hasil yang diperolehi, disimpulkan bahawa dengan beroperasi pada suhu yang biasa diamalkan di dalam tanur bata, 50% adalah tambahan enapcemar optimum menghasilkan bata dari campuran enapcemar tanah liat. Ciri-ciri batu bata yang dihasilkan lebih tinggi daripada yang terdapat di pasaran Mesir.

Menurut kajian Deng Fong Lin, Oktober (2019) bata diperbuat daripada abu kumbahan dan tanah liat kumbahan yang dibakar telah disiasat. Keputusan Atterberg mengehendkan ujian campuran campuran abu-tanah liat menunjukkan bahawa kedua-dua indeks plastik dan pengecutan kering berkurang dengan peningkatan jumlah abu dalam campuran. Keputusan ujian menunjukkan bahawa kadar abu dan suhu menembak adalah dua faktor utama yang menentukan kualiti bata. Meningkatkan suhu penembakan dan menurunkan jumlah abu di bata menyebabkan penurunan penyerapan air. Peratusan kandungan abu yang sesuai untuk menghasilkan batu bata berkualiti adalah dalam lingkungan 20 hingga 40% berat dengan kandungan lembapan optimum 13 hingga 15% yang disediakan dalam campuran dicetak dan tembakan pada suhu 1000 ° C selama 6 jam. Dengan kandungan abu 10%, bata liat tanah liat mempamerkan kekuatan mampatan yang lebih tinggi daripada bata tanah liat biasa. Kajian ini menunjukkan bahawa abu enapcemar boleh digunakan sebagai bahan bata. Kekuatan ikatan boleh dipertingkatkan lagi dengan mengawal keadaan operasi.

Menurut Abdul G. Liew et. al, August (2004) kajian ini melaporkan penggunaan enapcemar kumbahan yang dijana daripada loji rawatan kumbahan (STP) sebagai bahan mentah dalam proses pembuatan bata tanah liat. Pencirian fiziko-kimia dan mineralogi daripada enapcemar kumbahan dan tanah liat telah dijalankan untuk mengenal pasti kekangan teknologi utama dan untuk menentukan keperluan prapreatment enapcemar jika perlu. Selain itu, kesan terhadap keadaan pemprosesan dan / atau perubahan ciri-ciri akhir yang tipikal juga dinilai. Bata dihasilkan dengan penambahan enapcemar kumbahan antara 10 hingga 40% oleh berat kering. Tekstur dan penamat permukaan bata tanah liat yang diubahsuai enapcemar agak kurang. Bagi ciri-ciri fizikal dan kimia, bata dengan kandungan enapcemar sehingga 40% berat mampu memenuhi piawaian teknikal yang berkaitan. Walau bagaimanapun, batu bata dengan lebih daripada 30% berat tambahan enapcemar tidak disyorkan untuk digunakan kerana ia rapuh dan mudah pecah walaupun ditangani dengan perlahan. Kecenderungan untuk kemerosotan umum sifat-sifat bata dengan penambahan enapcemar diperhatikan kerana sifat refraktori. Oleh itu, bata kumbahan semulajadi ini hanya sesuai digunakan sebagai bata biasa, yang biasanya tidak terdedah kepada pandangan, kerana penamat permukaan yang lemah.

Menurut Milica Arsenovic, Desember (2012) tujuan kajian ini adalah untuk menguji kemungkinan pemanfaatan enapcemar industri dalam industri batu, serta risiko unsur-unsur toksik yang berpotensi melepaskan. Enapcemar dijana dalam proses galvanizing panas selepas air sisa peneutralan. Sisa ini dianggap berbahaya kerana kehadiran unsur-unsur toksik, yang boleh ditetapkan dalam matriks tanah liat yang berat selepas rawatan haba. Sejumlah besar logam toksik didapati dalam bahan mentah yang digunakan, tetapi kebolehdapatannya dapat dikurangkan ke tahap yang kecil jika menembusi 1020 ° C. Keputusan menunjukkan bahawa enapcemar boleh digunakan untuk menghasilkan batu bata mesra alam.

Menurut Azni Idris et al, Mac (2004) bata yang dihasilkan daripada enapcemar kumbahan dalam komposisi yang berbeza telah disiasat. Keputusan ujian menunjukkan bahawa bahagian enapcemar adalah faktor utama dalam menentukan kualiti bata. Meningkatkan kandungan enapcemar menghasilkan penurunan pengecutan batu bata, kepadatan pukal, dan kekuatan mampatan. Kehilangan berat badan bata pada penyalaan adalah disebabkan oleh sumbangan bahan organik yang terkandung dari enapcemar yang terbakar semasa proses penembakan, serta bahan organik yang terdapat dalam tanah liat dan enap cemar. Ciri-ciri fizikal, mekanik dan kimia batu bata yang ditambah dengan pelbagai proporsi enapcemar kering dari 10 hingga 40% berat dan secara amnya mematuhi Spesifikasi Am untuk Bata mengikut Piawaian MS 7.6: 1972, yang menetapkan keperluan untuk bata tanah liat yang digunakan di dinding secara umum. Kaedah ujian leaching standard juga menunjukkan bahawa pelepasan logam dari batu bata sangat rendah.

Menurut Ertugul Esmery, January (2019) dalam kajian ini, penilaian enapcemar kumbahan dalam sektor pembinaan. Enapcemar kumbahan (SS) adalah masalah serius dari segi persekitaran dan kesihatan manusia. Apabila kajian terdahulu diperiksa tentang pengeluaran batu bata, didapati bahawa enapcemar kumbahan telah digunakan sebagai bahan mentah dalam penghasilan bata. Oleh itu, difikirkan bahawa bata tanah liat perlu diganti dengan abu terbang (FA) dan ketuhar (OS), yang juga merupakan sumber masalah alam sekitar. Dua suhu berbeza (900 ° C dan 1050 ° C) dikaji. Bahan buangan telah ditambah kepada tanah liat birck pada kadar 0%, 5%, 10%, 15. 10 campuran yang berlainan dengan perkadaran berlainan bahan buangan dihasilkan. Analisis kimia semi-



kuantitatif (XRF), analisis SEM dan eksperimen had atterberg telah dilakukan pada bahan yang digunakan. Keputusan air plastik, pengecutan pengeringan, kehilangan cahaya, penyerapan air, keliangan, berat isipadu unit, ketumpatan, kekuatan mampatan, pekali kekonduksian terma ditentukan untuk sampel ditentukan. Analisis SEM juga telah digunakan untuk menentukan mikrostruktur sampel. Apabila memeriksa imej SEM bahan-bahan mentah, terlihat bahawa SS bertaburan, OS adalah sfera dan FA adalah struktur molekul kaca dan panjang. Dalam kajian ini juga telah ditentukan bahawa peningkatan suhu pengawetan mempunyai kesan positif seperti dalam kesusasteraan.

Walaupun nilai tekanan dan imej sampel sisa kumbahan dan ketuhar oven mungkin sesuai digunakan, keputusan ini tidak dapat diperolehi dalam eksperimen lain. Di samping itu, enapcemar kumbahan telah memberi kesan negatif terhadap kekuatan batu bata. Walau bagaimanapun, adalah dicadangkan penggunaan lumpur kumbahan dalam sektor pembinaan dan penyelidikan harus diteruskan.

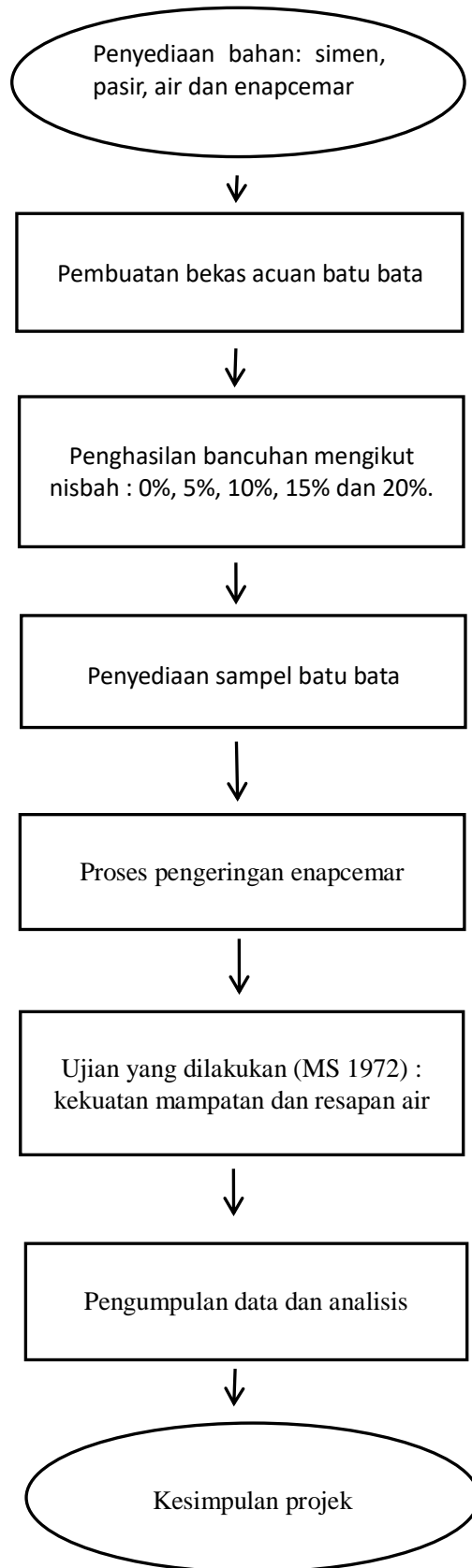
Menurut Chih Huang Weh (2003), bata yang dihasilkan daripada enapcemar kering yang dikumpulkan dari loji rawatan air sisa industri telah disiasat. Keputusan ujian menunjukkan bahawa bahagian enapcemar dan suhu menembak adalah dua faktor utama yang menentukan kualiti bata. Meningkatkan kandungan enapcemar menghasilkan penurunan pengecutan batu bata, penyerapan air, dan kekuatan mampatan. Keputusan juga menunjukkan bahawa penurunan berat badan bata pada pencucuhan terutamanya disebabkan oleh kandungan bahan organik dalam enapcemar yang dibakar semasa proses penembakan. Dengan sehingga 20% enapcemar ditambah kepada bata, kekuatan yang diukur pada suhu 960 dan 1000 ° C memenuhi keperluan Standard Kebangsaan Cina. Ujian bata pencemaran ciri-ciri toksik (TCLP) juga menunjukkan bahawa tahap pelepasan logam adalah rendah. Keadaan pembuatan batu bata berkualiti adalah 10% enapcemar dengan 24% kandungan lembapan yang disediakan dalam campuran dicetak dan dipekat pada 880-960 ° C.

Menurut C Huang, November (2011) Dalam kajian ini, percubaan dibuat menggunakan loji rawatan air (WTP) dan sedimen dam sebagai bahan mentah untuk membuat bata melalui proses sintering. Sinter sedimen empangan yang dipekat pada 1,050 ° C mempunyai penyerapan air nisbah kurang daripada 15%, dan kekuatan mampatan dan

kepekatan pukal memenuhi Standard Nasional Cina (CNS) untuk bata peringkat pertama. Pensinteran enapcemar WTP yang dibuat di bawah keadaan operasi yang sama memperlihatkan penyerapan air yang lebih tinggi, pengecutan yang lebih besar, tetapi kekuatan mampatan yang lebih rendah. Apabila dipecat pada 1,100 ° C, pengecutan penyembur enapcemar WTP adalah setinggi 45%, walaupun kekuatan mampatan dan penyerapan air bata enapcemar WTP masih memenuhi piawaian untuk bata peringkat pertama. Untuk menggunakan semula enapcemar WTP dengan cara yang ekonomik, campuran pelbagai proporsi enapcemar WTP ke sedimen dam digunakan sebagai bahan mentah. Hasil yang memuaskan dicapai apabila nisbah enapcemar WTP kurang daripada 20% campuran. Keputusan ujian menunjukkan bahawa sinter sedimen sedimen yang dipecat pada suhu 1000 ~ 1100 ° C telah mencapai keperluan untuk bata jubin

### BAB 3

## METODOLOGI KAJIAN



### **3.1 Reka Bentuk Kajian**

Sebelum sebijik bata dihasilkan, reka bentuk telah direka bagi mengetahui ciri-ciri yang bersesuaian bagi batu bata dengan fungsinya. Reka bentuk bertujuan bagi menggambarkan projek yang akan dilaksanakan dan memberi maklumat yang lebih terperinci bagi menghasilkan sebijik bata yang berkualiti. Mengikut piawaian, saiz bata yang sering digunakan dalam industri adalah 215mm×65mm×102.5mm.

### **3.2 Penyediaan Sampel Batu Simen Pasir**

#### **3.2.1 Simen Portland Biasa (OPC)**

Simen boleh ditakrifkan sebagai bahan ikatan yang mempunyai ciri-ciri padat dan melekat yang menjadikannya mampu menyatukan bahan binaan yang berbeza dan membentuk ikatan yang padat dan kuat. Simen Portland Biasa I adalah salah satu jenis Simen Portland yang paling banyak digunakan. Nama simen Portland diberikan oleh Joseph Aspdin pada tahun 1824 kerana kesamaan dalam warna dan kualitinya apabila ia mengeras seperti batu Portland. Batu Portland adalah batu kapur kelabu putih di pulau Portland, Dorset. (Dai, H. et al, 2010).

Menurut Hassanain, et. al, (2012) apabila simen Portland biasa dicampurkan dengan air, unsur-unsur sebatian kimianya menjalani satu siri reaksi kimia yang menyebabkan ia mengeras. Reaksi kimia ini melibatkan penambahan air kepada sebatian kimia asas. Reaksi kimia ini dengan air dipanggil "hidrasi". Setiap tindak balas ini berlaku pada masa yang berlainan dan dengan kadar yang berbeza.

Ia digunakan untuk tujuan pembinaan umum di mana sifat khas tidak diperlukan. Ia biasanya digunakan untuk bangunan konkrit bertetulang, jambatan, turapan, dan di mana keadaan tanah adalah normal. Ia juga digunakan untuk kebanyakan konkrit dan untuk semua kegunaan di mana konkrit itu tidak tertakluk kepada bahaya sulfat atau dimana haba yang dihasilkan oleh penghidratan simen tidak sesuai. Ia mempunyai rintangan yang hebat terhadap retak dan pengecutan tetapi mempunyai daya tahan yang sedikit terhadap serangan kimia.

**Rajah 3.1 : Simen Portland Biasa (OPC)**



### 3.2.2 Pasir

Menurut Mohd et. al, (2013) pasir terdiri daripada butiran bulat dan berkiup yang disokong oleh butiran bersebelahan. Pasir mampu menanggung beban yang ketara kerana berat beban dipindahkan antara butiran melalui geseran. Pasir juga mudah dipadatkan untuk memperbaiki keupayaan menampung beban dan merupakan tanah yang sangat bagus untuk tujuan pembinaan.

Pasir boleh didapati daripada lombong atau sungai. Pasir lombong ialah pasir yang digali daripada lombong. Pasir ini banyak digunakan dan biasanya dibahagikan kepada dua jenis iaitu pasir halus dan pasir kasar. Pasir halus yang mengandungi sedikit tanah biasanya digunakan untuk bancuhan mortar bersama-sama pasir halus dari sungai dan simen. Bancuhan tersebut menghasilkan mortar yang bersifat plastik dan mudah melekat walaupun kekuatannya agak kurang. Pasir kasar pula sesuai digunakan untuk membancuh konkrit dan membuat blok atau bata simen. Mutu pasir lombong dapat dipertingkatkan dengan membersihkan kandungan tanahnya dengan air. (Basta, N. T. et al, 2001).

**Rajah 3.2 : Pasir**



### 3.2.3 Air

Air adalah zat atau unsur yang penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di bumi, tetapi tidak di planet lain. Air menutupi hampir 71% permukaan bumi. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada keadaan 1 atm dan 0°C. Air merupakan suatu pelarut yang penting, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan pelbagai molekul organik. (N. Ayala et al , 2008)

Dalam sektor pembinaan air berperanan dalam bancuhan konkrit seperti untuk menjalankan tindak balas simen dan bahan aktif bagi mengikat simen dan pasir supaya dapat membentuk mengikat acaun.

**Rajah3. 3 : Air**



### 3.2.4 Enapcemar

Menurut Tarique Ahmad et. al, (2017), pembersihan air permukaan untuk bekalan air biasanya melibatkan proses pembekuan, penggumpalan, pemendapan, penapisan, dan akhirnya pembasmian kuman sebelum dialirkan ke sistem pengedaran. Air permukaan, semasa alirannya, sering terjadi kekotoran karies seperti pasir, lumpur, tanah liat, zarah humik, dan bahan pencemar lain. Kebanyakan pusat rawatan air yang beroperasi di

seluruh dunia menggunakan bahan kimia untuk meningkatkan separuh pepejal cecair dalam sistem rawatan mereka. Oleh itu, kekotoran koloid seperti pasir, lumpur, tanah liat, zarah humik dan sebagainya bersama-sama dengan produk-produk koagulan yang bergerak semula semasa proses pembersihan membentuk sisa atau sisa yang dihasilkan di LPA. Sisa ini disebut sebagai enapcemar.

**Rajah 3.4 : Enapcemar**



### 3.2.5 Acuan Bata

Acuan bata dibuat dengan papan lapis. Saiz bata akan mengikut ukuran Malaysia Standard iaitu panjang 215 mm, lebar 102.5 dan tinggi 65mm.

**Rajah 3.5 : Acuan Bata**



### 3.2.6 Minyak Pelincir

Minyak pelincir disapu pada permukaan kayu bagi memudahkan proses mengeluarkan bata dari kotak acuan.

**Rajah 3.6 : Minyak Pelincir**



**Jadual 3.1 : Anggaran kos sebiji bata**

	<b>BATA ENAPCEMAR 5%</b>	<b>JUMLAH (RM)</b>
SIMEN (kg/m <sup>3</sup> )	0.40	0.096
PASIR (kg/m <sup>3</sup> )	0.19	0.067
AIR (ml)	231	0.01
PLASTICIZER (ml)	8	0.05
ENAPCEMAR (kg/m <sup>3</sup> )	0.062	-
		<b>0.22</b>

### 3.2.7 Penyediaan Bancuhan

- i. Nisbah bancuhan yang digunakan adalah 1:5, dimana satu mewakili simen dan lapan mewakili nilai pasir.
- ii. Peratus enapcemar yang digunakan dalam pembancuhan batu simen pasir ialah 5% , 10% , 15% dan 20% . Setiap peratusan enapcemar mewakili setiap sampel bata simen pasir yang berbeza.
- iii. Bancuhan digaul dengan menggunakan kaedah manual.

## 3.3 Proses Pembuatan Bata Enapcemar

### 3.3.1 Penyediaan Enapcemar



1. Enapcemar diambil di *lagoon sludge* Loji Sungai Selangor Fasa 2 (SSP2), Bukit Badong.

**Rajah 3.7 : Pengambilan enapcemar**



2. Enapcemar diceraikan menjadi ketulan kecil supaya mudah kering.
3. Enapcemar dikeringkan dalam masa 2 bulan menggunakan kaedah semulajadi.
4. Enapcemar dihancurkan menjadi seperti pasir halus.

### 3.3.2 Proses Pembuatan Bata Enapcemar

1. Menyediakan bahan dalam sukatan yang telah ditentukan dan peralatan yang digunakan dalam pembuatan bata.

**Rajah 3.8 : Peralatan yang digunakan**



2. Sapu acuan bata dengan minyak pelincir supaya bata mudah ditanggalkan dari acuan setelah bata mengeras.

3. Bahan-bahan dicampurkan dan digaul dengan air sehingga acuan rata.

**Rajah 3.9 : Meratakan acuan**



4. Campuran bata tersebut dimasukkan ke dalam bekas acuan yang telah disapu minyak pelincir.

5. Selepas 24 jam, tanggalkan bata dari bekas acuan.

6. Bata sedia untuk dijalankan ujian.

**Rajah 3.10 : Sampel bata**



### **3.4 Ujian Kekuatan Mampatan**

Ketika ujian ini dijalankan sebanyak tiga biji bata diuji dalam mesin mampatan. Seterusnya bata tersebut akan dikenakan beban sehingga bata - bata berkenaan musnah. Akhir sekali beban pada tahap bata gagal dicatatkan bagi tujuan pengiraan.

#### **3.4.1 Prosedur Ujian Kekuatan Mampatan**

1. Letakkan sampel pada tengah plat pengujian dengan permukaan rata sampel tersebut.
2. Pastikan bahagian lekuk berada di sebelah atas semasa ujian
3. Kenakan mampatan pada kadar sekata dengan nilai  $14 \text{ N/mm}^2$  ( $140\text{kg/cm}^2$ ) setiap minit.
4. Lakukan sehingga berlaku kegagalan sampel dan catatkan nilai tekanan maksimum.
5. Tekanan beban kepada kegagalan sampel tersebut adalah merupakan mampatan maksima dimana sampel gagal untuk menghasilkan sebaran kenaikan seterusnya di penunjuk bacaan mesin ujian.

#### **Rajah 3.11 : Mesin Kekuatan Mampatan**



$$\text{Kekuatan Mampatan} = \frac{\text{Beban mampatan yang mengakibatkan kegagalan (N)}}{\text{Luas mampatan (mm}^2\text{)}}$$

### 3.5 Ujian Penyerapan Air

Ujian ini dilakukan adalah bertujuan untuk menentukan peratusan penyerapan air bagi bata dengan cara menguji keliangan bata dengan mengukur kadar resapan air ke dalam bongkah bata.

#### 3.5.1 Prosedur Ujian Penyerapan Air

1. Bahan uji dikeringkan di dalam ketuhar yang mempunyai pengudaraan pada suhu dari 105C ke 1150C sehingga ia mencapai jisim malar dengan ketara. Sampel yang disejukkan kepada suhu bilik dan beratnya direkodkan.
2. Sampel yang kering ditenggelamkan sepenuhnya ke dalam air yang bersih pada suhu bilik  $27\pm 20^{\circ}\text{C}$  selama 24jam.
3. Bahan uji kemudiaanya dikeluarkan dan apa apa kesan air akan dihapuskan dengan kain yang lembap untuk ditimbang. Bata dibiarkan selama 3 minit kemudian ditimbang dan direkodkan untuk mendapatkan berat.

**Rajah 3.12 : Ujian Penyerapan Air**



### **3.6 Kaedah Analisis Data**

Data-data yang dikumpulkan dari ujikaji-ujikaji yang dikenakan keatas bata simen pasir dilaporkan dalam bentuk jadual yang sesuai menggunakan Microsoft Excel. Perbandingan keputusan antara bata simen yang mengandungi peratusan enapcemar yang berbeza bagi semua ujikaji tersebut dikaji dan dilaporkan dalam bentuk grafik juga menggunakan Microsoft Excel. Hal ini demikian kerana, hubungkait antara data-

data hasil ujikaji dan penisbahan bahan dalam adunan bata yang diperolehi daripada proses pembuatan sampel bata simen menggunakan bahan tambah enapcemar diteliti dan dibincangkan serta dilaporkan dalam bentuk graf. Pengumpulan data adalah bahagian yang terpenting dalam laporan.

## **BAB 4**

### **DAPATAN KAJIAN**

Bagi projek ini, bata yang dihasilkan adalah sebanyak 9 sampel bata bagi setiap peratus. Setiap daripada bancuhan yang berbeza dari segi bahan-bahan yang hendak digunakan seperti simen, pasir, *plasticizer*, enapcemar dan isipadu air. Di samping itu, saiz bata yang digunakan untuk menjalankan kajian ini adalah bersaiz 50mm×50mm×50mm. Hal ini mampu menjimatkan kos berbanding menggunakan saiz sebenar iaitu 215mm ×102.5mm×65mm. Perkara ini mampu mengelakkan pembaziran bahan-bahan. Disebabkan beberapa masalah teknikal, penghasilan bata simen dilakukan secara manual. Justeru itu, bata simen ini dihasilkan di Makmal Konkrit, Jabatan Kejuruteraan Awam yang bertempat di Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah, Shah Alam.

**Jadual 4.1 : Pengiraan bahan bata simen enapcemar**

Ratio	Sample	Age (day)		Portland Cement (kg/m <sup>3</sup> )	Water (ml)	Sand (kg/m <sup>3</sup> )	Plasticizer (ml)	Sludge (kg/m <sup>3</sup> )
A 0%	A1	7	28	400	200	2	8	0
	A2							
	A3							
	A4							
	A5							
	A6							
	A7							
	A8							
	A9							
B 5%	B1	7	28	400	200	1.9	8	0.062
	B2							
	B3							
	B4							
	B5							
	B6							
	B7							
	B8							
	B9							
	C1							
	C2							
	C3							

C 10%	C4	7	28	400	200	1.8	8	0.128
	C5							
	C6							
	C7							
	C8							
C9								
D 15%	D1	7	28	400	200	1.7	8	0.168
	D2							
	D3							
	D4							
	D5							
	D6							
	D7							
	D8							
D9								
E 20%	E1	7	28	400	200	1.6	8	0.230
	E2							
	E3							
	E4							
	E5							
	E6							
	E7							
	E8							
	E9							

#### 4.1 Kekuatan Mampatan

##### 4.1.1 Kekuatan Mampatan Pada 7 Hari

Jadual 4.2 : Keputusan ujian mampatan hari ke 7

SAMPEL	NO. SAMPEL	BEBAN MAKSIMUM (kN)	PURATA BEBAN MAKSIMUM (kN)	KEKUATAN (MPa)	PURATA KEKUATAN (MPa)
Bata + ( 0% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	A1	31	34.3	12.4	13.7
	A2	38		15.2	
	A3	34		13.6	
Bata + ( 5% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	B1	35	39.3	27.5	15.5
	B2	41		32.2	
	B3	42		32.9	
Bata + ( 10% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	C1	20	20.0	8.0	8.0
	C2	19		7.6	
	C3	21		8.4	
Bata + ( 15% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	D1	26	28.0	10.4	11.2
	D2	29		11.6	
	D3	29		11.6	
Bata + ( 20% enapcemar dan	E1	14	15.7	5.6	6.3
	E2	16		6.4	



2% <i>plasticizer</i> )	E3	17		6.8	
-------------------------	----	----	--	-----	--

Berdasarkan jadual diatas, kekuatan mampatan bagi Cement Sand Sludge Brick mengikut lima peratus bancuhan yang berlainan telah direkodkan. Lima peratus tersebut ialah 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Setiap peratusan bancuhan mempunyai tiga sampel. Tujuan sebanyak tiga sampel dilakukan adalah untuk memudahkan kami peroleh purata beban maksimum dan purata kekuatan yang tepat.

Jadual menunjukkan bahawa, bata yang mempunyai peratus 5% mempunyai nilai mampatan yang tertinggi diantara lima peratusan enapcemar yang lain iaitu sebanyak 15.5 MPa. Manakala nilai mampatan terendah ialah pada peratus 20% iaitu 6.3 MPa. Seterusnya kekuatan mampatan bagi bata 0% ialah 13.7 MPa, bata 10% ialah 8.0 MPa dan bata 15% adalah 11.2 MPa.

Nilai yang direkodkan menunjukkan perbezaan sebanyak 9.2 MPa bagi kekuatan mampatan yang tertinggi dan terendah. Kesimpulan yang dapat disimpulkan adalah apabila peratusan bagi enapcemar ditambah ke dalam bata simen semakin meningkat menyebabkan kekuatan mampatan bata berkurangan.

Selain itu, peratusan enapcemar dalam bancuhan bata simen konkrit ada memberi kesan kepada beban maksimum bata . 5% campuran enapcemar menunjukkan bacaan beban maksimum yang tertinggi iaitu 39.3 kN, manakala bacaan terendah terhasil dari campuran 20% enapcemar iaitu 15.7 kN. Bacaan lain ialah 34.3 kN dari 0% campuran, 10% ialah 20 kN beban maksimum dan 20% campuran enapcemar nilai maksimum beban ialah 17.7 kN.

Hasil daripada data yang telah direkodkan menunjukkan sebanyak 23.6 kN beza antara beban maksima tertinggi dengan terendah. Jelas menunjukkan peratusan enapcemar memberi kesan terhadap beban maksimum bata.

#### 4.1.2 Kekuatan Mampatan Bata 28 Hari

Jadual 4.3 : Kekuatan mampatan bata pada 28 hari

SAMPEL	NO. SAMPEL	BEBAN MAKSIMUM (kN)	PURATA BEBAN MAKSIMUM (kN)	KEKUATAN (MPa)	PURATA KEKUATAN (MPa)
Bata + ( 0% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	A1	37	41.7	14.8	16.8
	A2	47		18.8	
	A3	41		16.8	
Bata + ( 5% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	B1	39	41.3	15.6	16.5
	B2	44		17.6	
	B3	41		16.4	
Bata + ( 10% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	C1	21	22.3	8.4	8.9
	C2	22		9.6	
	C3	24		8.8	
Bata + ( 15% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	D1	21	23.3	8.4	9.3
	D2	24		9.6	
	D3	25		10.0	
Bata + ( 20% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	E1	11	11.7	4.4	4.7
	E2	14		5.6	
	E3	10		4.0	

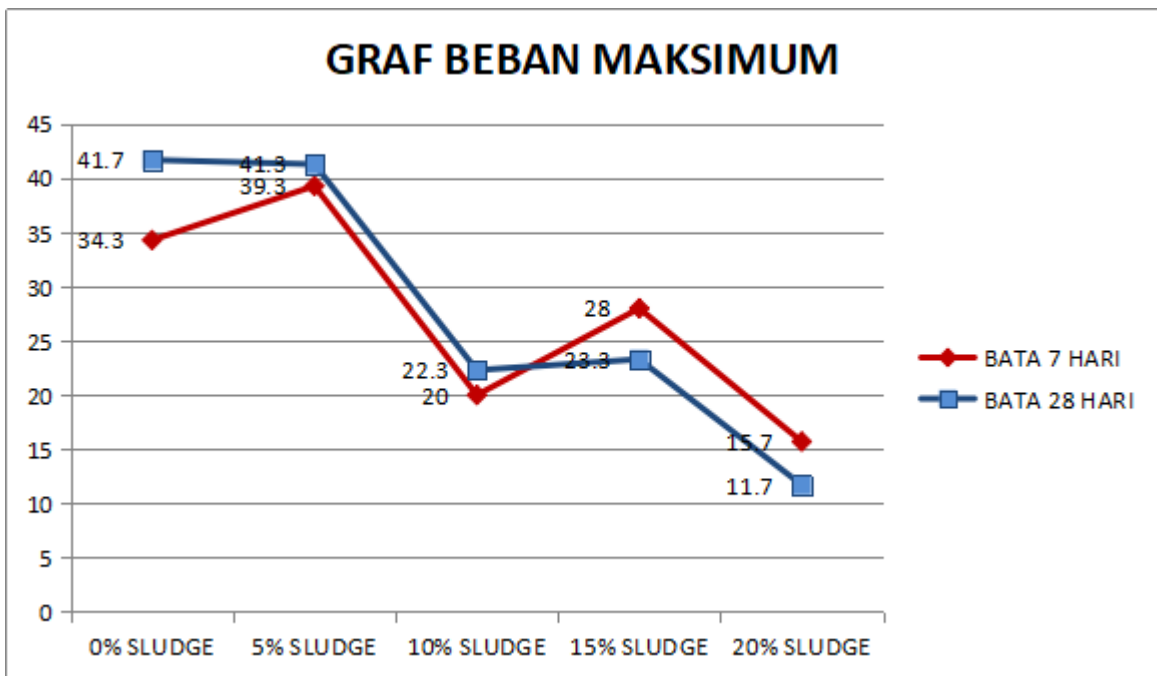
Berdasarkan jadual 4.2 , kekuatan mampatan bata pada 28 hari bagi Cement Sand Sludge Brick mengikut lima bancuhan yang berlainan telah dicatat. Setiap bata mewakili peratusan campuran enapcemar yang berbeza iaitu 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%.

Data yang direkod menunjukkan bata campuran 0% enapcemar mempunyai bacaan kekuatan mampatan yang tertinggi iaitu 16.8 MPa dan terendah adalah dari 20% campuran enapcemar iaitu 4.7 MPa. Seterusnya mampatan 5% ialah 16.8 MPa, bagi 10% pula keputusan bacaan ialah 8.9 MPa dan 15% nilai mampatan ialah 9.3 MPa.

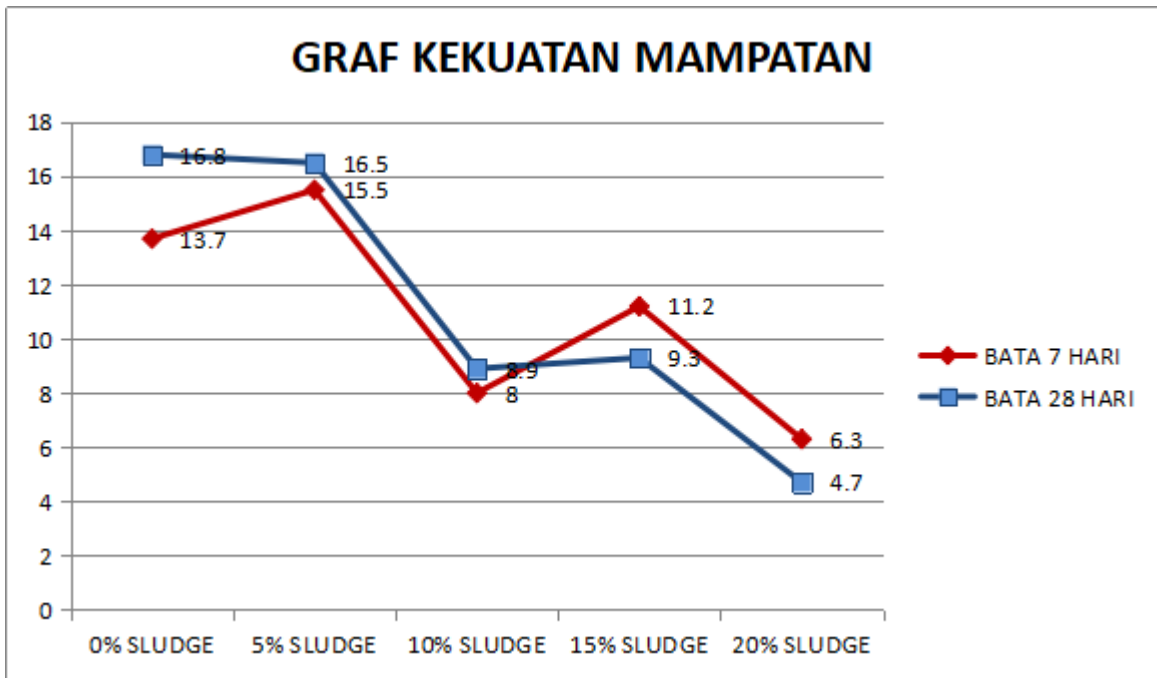
Nilai yang direkodkan menunjukkan perbezaan sebanyak 12.1 MPa bagi nilai kekuatan mampatan tertinggi dengan terendah. Kesimpulan yang dapat dinyatakan ialah apabila peratusan enapcemar ditambah kekuatan mampatan semakin berkurang.

Seterusnya ialah beban maksimum. Data yang direkod menunjukkan bata dengan penambahan 0% enapcemar mencatatkan nilai beban maksimum tertinggi iaitu 41.7 kN. Di samping itu, nilai mampatan terendah diwakili oleh bata dengan penambahan 20% enapcemar iaitu sebanyak 11.7 kN. Diikuti oleh bata dengan 5% dengan nilai beban maksima sebanyak 41.3 kN. Seterusnya penambahan 10% enapcemar menunjukkan bacaan nilai sebanyak 22.3 kN dan bata dengan 15% enapcemar mempunyai nilai sebanyak 23.3 kN. Perbezaan dari nilai beban maksimum tertinggi dan terendah ialah 30kN.

Rajah 4.1 : Graf beban maksimum



Rajah 4.2 : Graf kekuatan mampatan



## 4.2 Kadar Resapan Air

### 4.2.1 Keputusan ujian peratusan resapan air

Jadual 4.4 : Keputusan ujian peratusan resapan air

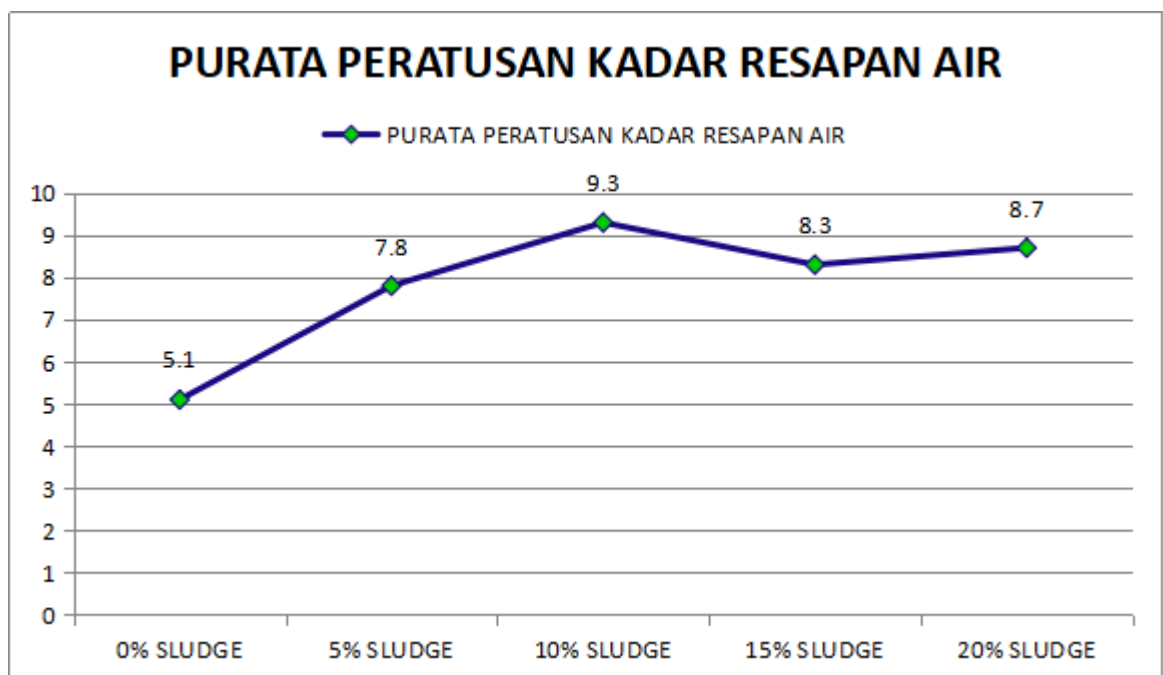
NISBAH	NO. SAMPEL	JISIM KERING (kg)	JISIM BASAH (kg)	JISIM AIR (kg)	PERATUSAN RESAPAN AIR (%)	PURATA PERATUSAN RESAPAN AIR (%)
Bata + ( 0% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	A1	0.200	0.211	0.011	5.5	5.1
	A2	0.198	0.209	0.011	5.6	
	A3	0.207	0.216	0.009	4.3	
Bata + ( 5% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	B1	0.256	0.275	0.019	7.4	7.8
	B2	0.258	0.279	0.021	8.1	
	B3	0.257	0.277	0.020	7.8	
Bata + ( 10% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	C1	0.248	0.280	0.032	12.9	9.3
	C2	0.251	0.274	0.023	9.2	
	C3	0.256	0.271	0.015	5.9	
Bata + ( 15% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	D1	0.256	0.280	0.024	9.4	8.3
	D2	0.252	0.270	0.018	7.1	
	D3	0.254	0.275	0.021	8.3	
Bata + ( 20% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	E1	0.251	0.270	0.019	7.6	8.7
	E2	0.251	0.270	0.019	7.6	
	E3	0.251	0.278	0.027	10.8	

Jadual menunjukkan keputusan kadar resapan air bagi Cement Sand Sludge Brick mengikut 5 bancuhan peratusan yang berbeza yang telah dicatat. Lima bancuhan tersebut ialah 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%.

Berdasarkan jadual tersebut nilai kadar resapan air yang tertinggi ialah bata dengan 10% tambahan enapcemar iaitu sebanyak 9.3%. Manakala bacaan terendah ialah 5.1% dari bata 0% penambahan enapcemar. Disamping itu, bacaan kedua tertinggi ialah dari bata dengan 20% enapcemar iaitu sebanyak 8.7%. Seterusnya ialah 8.3% kadar resapan air dari bata 15% enapcemar dan 7.8% resapan air datang dari 5% bata enapcemar. Keputusan menunjukkan jarak antara peratusan resapan air tertinggi dan terendah ialah 4.2%.

Dari jadual diatas menunjukkan peratusan resapan air berkurang apabila tiada enapcemar di dalam bancuhan bata.

**Rajah 4.3 : Graf purata peratusan kadar resapan air**



### 4.3 Ketumpatan Bata

$$\text{ketumpatan, } \rho = \frac{\text{mass}}{\text{volume}}$$
$$= \frac{m}{v} = \text{kg/m}^3$$

#### 4.3.1 Keputusan Ketumpatan Bata 7 Hari

**Jadual 4.5 : Keputusan ketumpatan bata 7 hari**

NISBAH	NO. SAMPEL	KETUMPATAN (kg/m <sup>3</sup> )	PURATA KETUMPATAN (kg/m <sup>3</sup> )
Bata + ( 0% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	A1	1952	2011
	A2	2096	
	A3	1984	
Bata + ( 5% enapcemar dan 2%	B1	2120	2107
	B2	2120	

<i>plasticizer</i> )	B3	2080	
Bata + ( 10% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	C1	2000	2027
	C2	2040	
	C3	2040	
Bata + ( 15% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	D1	2000	2040
	D2	2080	
	D3	2040	
Bata + ( 20% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	E1	1960	1973
	E2	1960	
	E3	2000	

Jadual menunjukkan keputusan ketumpatan Cement Sand Sludge Brick untuk tujuh hari. Sebanyak 5 jenis bancuhan dilakukan dan setiap dari kajian tersebut keputusan akan dicatat. Lima jenis bancuhan diwakili oleh 5 jenis peratus penambahan enapcemar yang berbeza. Seperti 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%.

Berdasarkan jadual 4.4, bacaan ketumpatan tertinggi adalah dari bata 5% enapcemar iaitu sebanyak  $2107 \text{ kg/m}^3$ . Seterusnya bacaan ketumpatan terendah ialah  $1973 \text{ kg/m}^3$  yang terhasil dari bata 20% penambahan enapcemar. 0% enapcemar dalam bancuhan menghasilkan  $2011 \text{ kg/m}^3$  ketumpatan manakala 15% penambahan enapcemar membuatkan bata mempunyai ketumpatan sebanyak  $2040 \text{ kg/m}^3$  dan 10% enapcemar menyebabkan nilai ketumpatan bagi bata tersebut ialah  $2027 \text{ kg/m}^3$ . Jarak antara nilai ketumpatan tertinggi dan terendah ialah  $134 \text{ kg/m}^3$ .

Jadual menunjukkan semakin bertambah peratusan tambahan enapcemar semakin berkurang ketumpatan bata tersebut.



#### 4.3.2 Keputusan Ketumpatan Bata 28 Hari

Jadual 4.6 : Keputusan ketumpatan bata 28 hari

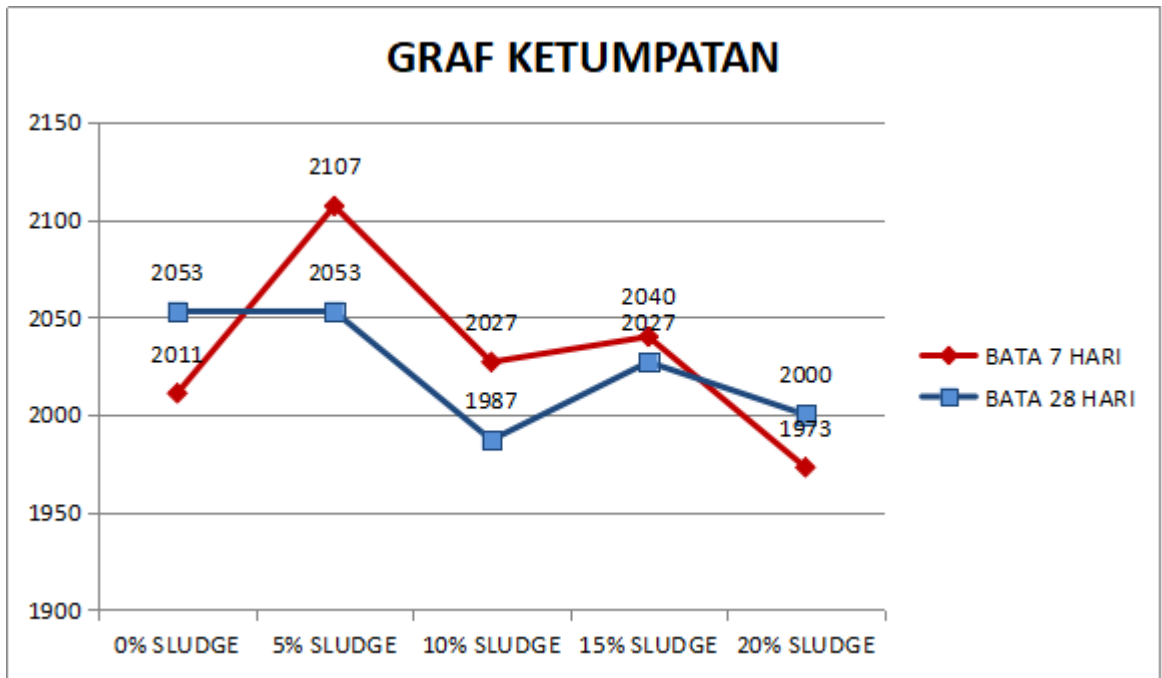
NISBAH	NO. SAMPEL	KETUMPATAN (kg/m <sup>3</sup> )	PURATA KETUMPATAN (kg/m <sup>3</sup> )
Bata + ( 0% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	A1	1960	2053
	A2	2120	
	A3	2080	
Bata + ( 5% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	B1	2056	2053
	B2	2040	
	B3	2064	
Bata + ( 10% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	C1	1984	1987
	C2	2008	
	C3	1968	
Bata + ( 15% enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	D1	2040	2027
	D2	2000	
	D3	2040	
Bata + ( 20%	E1	2000	

enapcemar dan 2% <i>plasticizer</i> )	E2	2000	2000
	E3	2000	

Jadual menunjukkan keputusan ketumpatan Cement Sand Sludge Brick 28 hari telah direkodkan. Lima jenis peratus enapcemar digunakan dalam kajian ini iaitu 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% . Tujuan berbeza peratus dalam setiap bancuhan bata adalah salah satunya untuk mengkaji ketumpatan bata tersebut selepas 28 hari.

Ketumpatan tertinggi yang diperoleh ialah  $2053 \text{ kg/m}^3$  dari bata yang mempunyai peratusan 0% dan 5% enapcemar. Seterusnya bacaan terendah direkodkan berjumlah  $1987 \text{ kg/m}^3$  iaitu dari bata 10% tambahan enapcemar. Bacaan lain juga diperoleh seperti 15% bata enapcemar mempunyai  $2027 \text{ kg/m}^3$  ketumpatan dan  $2000 \text{ kg/m}^3$  ketumpatan adalah dari bata 20% enapcemar .Jumlah perbezaan nilai antara ketumpatan tertinggi dan terendah ialah  $66 \text{ kg/m}^3$  .

#### **Rajah 4.4 : Graf ketumpatan**



## BAB 5 PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN

## **5.1 Pengenalan Bab**

Ujian makmal projek yang telah dilakukan ialah pembuatan bata simen pasir menggunakan enapcemar. Bata dibuat dengan menambah enapcemar sebanyak 5%, 10%, 15% dan 20% dalam peratusan pasir. Hasil dapatan daripada ujian ini adalah mengikut peratusan dan prosedur dari MS 1972. Daripada dapatan kajian yang telah dibuat, bab ini akan membincangkan tentang penambahbaikan dan cadangan tentang enapcemar sebagai bahan tambah dalam bata simen pasir.

## **5.2 Implikasi Keputusan**

Merujuk jadual kekuatan dan penyerapan bata iaitu jenis bata engineering, bata loadbearing dan bata damp-proof merujuk MS 76:1972. Bata yang baik adalah bata yang mempunyai permukaan yang licin, ukuran dan sudut yang kemas. Berdasarkan ujian yang telah dilakukan pada 5 set sampel bata tersebut, bata dengan campuran enapcemar mampu mencapai spesifikasi dan mencapai kekuatan mampatan yang telah ditetapkan. Justeru itu, enapcemar sebagai bahan tambah dalam bata simen pasir sesuai untuk pembinaan yang mempunyai beban yang ringan seperti rumah satu atau dua tingkat, dinding dan pelbagai kegunaan lain.

Daripada ujian dan data yang telah diperolehi dari hasil dapatan projek, menunjukkan nilai kekuatan mampatan bata simen pasir berkurangan apabila peratusan enapcemar meningkat. Bata kawalan mempunyai nilai kekuatan mampatan yang tertinggi iaitu  $16.8 \text{ N/mm}^2$ . Bata dengan peratusan 5% enapcemar mencapai purata kekuatan mampatan  $16.5 \text{ N/mm}^2$ . Menunjukkan bilangan kekuatan menurun sebanyak  $0.3 \text{ N/mm}^2$  dibandingkan dengan bata kawalan. Selain itu, bata dengan peratusan 10% enapcemar mempunyai kekuatan mampatan sebanyak  $8.9 \text{ N/mm}^2$ . Bata dengan peratusan 15% enapcemar mempunyai kekuatan mampatan sebanyak  $9.3 \text{ N/mm}^2$ . Seterusnya, bata dengan peratusan 20% enapcemar mempunyai kekuatan mampatan sebanyak  $4.7 \text{ N/mm}^2$ .

### 5.3 Aplikasi Keputusan

Berdasarkan nilai yang telah diperolehi dari kekuatan mampatan bata, didapati semakin tinggi peratusan enapcemar ditambah, semakin menurun nilai kekuatan bata tersebut.

Kesimpulannya, kehadiran enapcemar dalam bata simen pasir telah menurunkan kekuatan mampatan keseluruhan bata. Bata dengan peratusan 0%, 5%, 10%, 15%, 20% menunjukkan bacaan 13 N/mm<sup>2</sup>, 15.5 N/mm<sup>2</sup>, 8.0 N/mm<sup>2</sup>, 11.2 N/mm<sup>2</sup> dan 6.3 N/mm<sup>2</sup> untuk 7 hari, manakala 16.8 N/mm<sup>2</sup>, 16.5 N/mm<sup>2</sup>, 8.9 N/mm<sup>2</sup>, 9.3 N/mm<sup>2</sup> dan 4.7 N/mm<sup>2</sup> untuk 28 hari. Walau bagaimanapun, kerana piawaian kekuatan mampatan bagi bata bukan *standard* tidak boleh kurang dari 7 N/mm<sup>2</sup>, bata dengan peratusan enapcemar sebanyak 5%, 10%, 15% melebihi nilai minimum yang telah ditetapkan. Bata dengan peratusan 5% enapcemar adalah bata yang paling sesuai digunakan kerana kekuatan mampatannya melebihi bata kawalan pada umur 7 hari dan hampir sama dengan bata kawalan pada umur 28 hari.

### 5.4 Kesimpulan Kajian

Berdasarkan kenyataan masalah yang telah dibentangkan, keputusan dan analisis data diperolehi dari ujian makmal. Beberapa kesimpulan dapat dibuat dari penelitian ini.

Bata simen pasir yang ditambah enapcemar dapat digunakan dalam industri pembinaan bangunan di Malaysia. Ini kerana kekuatan mampatan bata mencapai spesifikasi yang dinyatakan oleh Malaysia Standard (MS 76:1972) iaitu 7 N/mm<sup>2</sup>. Bata simen pasir dengan peratusan 5% enapcemar hanya sesuai dalam satu dan dua tingkat bangunan di Malaysia kerana kekuatan mampatannya.

Komposisi enapcemar sebanyak 5% yang telah digunakan dalam batu bata adalah yang paling sesuai digunakan. Secara keseluruhannya, kekuatan mampatan yang diperolehi adalah 16.5 N/mm<sup>2</sup> bagi 5% enapcemar.

## **5.5 Idea Penambahbaikan**

Berdasarkan kesimpulan dan hasil dapatan kajian yang diperolehi, didapati produk ini mempunyai kekurangan yang harus dipertingkatkan lagi. Terdapat sedikit cadangan dan idea yang mampu untuk meningkatkan nilai produk ini.

Mengikut spesifikasi kekuatan mampatan bagi batu bata, walaupun bata yang dihasilkan mencapai standard MS76:1972 dimana kekuatan bata hendaklah tidak kurang daripada  $7 \text{ N/mm}^2$ . Namun kekuatan mampatan bagi peratusan 5% enapcemar iaitu  $16.5 \text{ N/mm}^2$  masih belum mampu mencapai bacaan yang lebih tinggi dari bata kawalan iaitu  $16.8 \text{ N/mm}^2$  pada umur 28 hari. Jika kekuatan mampatan bagi bata simen pasir enapcemar mampu melebihi bacaan bata kawalan, ini akan menunjukkan bahawa bata tersebut mempunyai kualiti yang lebih baik.

Mengikut spesifikasi reka bentuk batu bata, reka bentuk batu bata boleh menjadi faktor yang menentukan kekuatan mampatan batu bata menurun atau meningkat. Bagi kajian yang akan datang, reka bentuk bata boleh dibuat mengikut reka bentuk bata interlocking, bata berongga dan sebagainya. Ini kerana kekuatan mampatan bata simen pasir enapcemar berkemungkinan akan menunjukkan peningkatan jika menggunakan reka bentuk yang lain.

Mengikut spesifikasi berat bagi batu bata, walaupun berat bata yang dihasilkan dengan penggunaan enapcemar menunjukkan penurunan, tetapi ia masih dikategorikan sebagai bata yang berat. Seperti yang diketahui, bata yang berat akan menambahkan beban kepada rasuk yang menampung berat bata tersebut. Sehubungan dengan itu, diharapkan kajian yang lebih lanjut dapat dilakukan bagi mengurangkan lagi berat bata tersebut agar boleh menjadi bata ringan.

## **5.6 Rumusan Bab**

Pada bab ini, dapat dirumuskan bahawa penggunaan enapcemar sebagai bahan tambah yang paling optimum ialah pada 5%. Oleh yang demikian, perbincangan serta cadangan penambahbaikan yang telah dinyatakan perlu dilakukan supaya produk yang dihasilkan dapat dikembangkan untuk mencapai peratusan penggunaan enapcemar yang lebih tinggi. Keseluruhan projek ini menunjukkan keputusan yang memuaskan dari segi kekuatan mampatan, serapan air dan ketumpatan.

## **RUJUKAN**

Yousif Algamal et al, (2018), Usage of the Sludge from Water Treatment Plant in Brick-Making Industry, *Journal of Chemical Technology & Metallurgy*, 53 (3), pages 504-510.

Mohammed O. Ramadan et. al, (2008), Reusse of Water Treatment Plant Sludge in Brick Manufacturing, *Journal of Applied Sciences Research*, Volume 4 (10), pages 1223-1229.

Mohd Asri Md Nora et. al, (2015), Properties and Perfomance of Water Treatment Sludge (wts)-clay Bricks, *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, Volume 77 (32), 83-93.

Shamrul-Mar Shamsudin et. al, (2017), The Effect o Sludge Water Treatment Plant Residuals on the Properties of Compressed Brick, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Volume 271 (1), 012052.

CH Weng et. al, (2019), Use of Sewage Sludge Ash as Brick Material, *Teknologi Sipil* Volume 1, page 2.

Ravindra K. Dhir et. al, (2015), Sewage Sludge Ash Characteristic and Potential for Use in Concrete, *Constrution and Building Materials*, Volume 98, pages 767-779.

Ertugul Esmeray et. al, (2019), Utilizatin of Sewage Sludge, Oven Slag and Fly Ash in Clay Brick Production, *Construction and Building Materials*, Volume 194, pages 110-121.

Gaurav Goel et. al, (2017), An Investigation on Use of Paper Mills Sludge in Brick Manufacturing, *Construction and Building Materials*, Volume 148, pages 334-343.

Abdul Kadir et. al, (2015), Utilizayion of Polishing Sludge and Body Mill Sludge Incorporated into Fired Clay Brick, *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 10 (15).

## **LAMPIRAN**

### **Kekuatan mampatan dan serapan air**



Designation	Class	Average compressive strength MN/mnot less than	Average absorption boiling or vacuum percent weight not greater than
Engineering brick	A	69.0 (10,000 lbf/in <sup>2</sup> )	4.5
	B	48,5 (7,000 lbf/in <sup>2</sup> )	7.0
Loading brick	15	103.0 (15,000 lbf/in <sup>2</sup> )	No specific requirements
	10	69.0 (10,000 lbf/in <sup>2</sup> )	
	7	48.5 (7,000 lbf/in <sup>2</sup> )	
	5	34.5 (5,000 lbf/in <sup>2</sup> )	
	4	27.5 (4,000 lbf/in <sup>2</sup> )	
	3	20.5 (3,000 lbf/in <sup>2</sup> )	
	2	14.0 (2,000 lbf/in <sup>2</sup> )	
	1	7.0 (1,000 lbf/in <sup>2</sup> )	
Bricks for damp proof courses	DPC	As required	4.5

a) Carta Gantt

	W 1	W 2	W 3	W 4	W 5	W 6	W 7	W 8	W 9	W 10	W 11	W 12	W 13	W 14	W 15	SEM. BREAK
<b>PROJEK 1</b>																
<b>1 Kertas Cadangan Projek</b>																
1.1 Penyataan Masalah																
1.2 Pemilihan Tajuk Projek																
1.3 Kajian Projek																
1.4 Penyediaan Kertas Cadangan																
1.5 Pembentangan Kertas Cadangan																
1.6 Keputusan Penerimaan Projek																
<b>2 Laporan Projek Fasa Pertama</b>																
2.1 Kajian Produk																
2.2 Kajian Bahan dan Sumber																
2.3 Kajian Terdahulu																
2.4 Kajian Metodologi																
2.5 Pembentangan Fasa Pertama																
<b>3 Laporan Projek Fasa Kedua</b>																
3.1 Penambahbaikan Laporan																

3.2 Penyeliaan Projek																	
3.3 Penambahbaikan Carta Gantt																	
3.4 Pengiraan Anggaran Modal																	
3.5 Pembentangan Fasa Kedua																	
<b>PROJEK 2</b>																	
<b>1 Penghasilan Produk</b>																	
1.1 Rekabentuk Produk																	
1.2 Penyediaan Bahan																	
1.3 Penghasilan Projek																	
1.4 Ujian Produk																	
1.5 Penjadualan Data																	
1.6 Analisis Data																	
<b>2 Laporan Projek Fasa Pertama</b>																	
2.1 Penambahbaikan Laporan																	
2.2 Pembentangan Pertama																	
<b>3 Pegumpulan Data Akhir</b>																	
3.1 Penyediaan Laporan Lengkap																	
<b>4 Pembentangan Fasa Kedua</b>																	
4.1 Penyerahan Laporan Lengkap																	