

# ENAP CEMAR SEBAGAI BAHAN GANTI PASIR DALAM BANCuhan BATA SIMEN PASIR

Aidalia Binti Endut<sup>1</sup> dan Nurul Izza Binti Abdul Ghani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah, Pahang  
[aidalia@polisas.edu.my](mailto:aidalia@polisas.edu.my)

<sup>2</sup>Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah, Pahang  
[izza@polisas.edu.my](mailto:izza@polisas.edu.my)

**Abstrak:** Enap cemar merupakan bahan buangan akhir yang boleh didapati melalui beberapa proses rawatan air bersih mahupun air sisa. Peningkatan penghasilan buangan enap cemar semakin bertambah selaras dengan pertambahan penduduk, penggunaan air dan juga penghasilan air sisa. Kuantiti enap cemar yang semakin meningkat perlu diolah supaya menjadi inovasi yang boleh digunapakai dalam melestarikan alam sekitar. Bata pula merupakan satu elemen penting di dalam industri pembinaan dan juga kejuruteraan. Penggunaan bata semakin meningkat seiring dengan perkembangan pesat industri pembinaan. Inovasi dalam penghasilan bata yang lebih efisien, mesra alam sekitar dan lebih kukuh semakin mendapat perhatian. Oleh itu, kajian ini telah dijalankan untuk mengkaji kebolegunaan enapcemar sebagai salah satu bahan tambah dalam penghasilan bata simen dan menjalankan ujikaji mampatan serta ujikaji penyerapan air bagi bata yang telah siap. Kajian ini telah dijalankan mengikut piawaian Malaysian Standard MS17(1972) di mana peratusan enapcemar yang digunapakai adalah mengikut komposisi 0%, 3% dan 6%. Pada akhir ujikaji, didapati bata yang mengandungi komposisi enapcemar sebanyak 3% adalah memberikan bacaan optimum dan mengikut piawaian yang ditetapkan di dalam Malaysian Standard iaitu; ujikaji mampatan memberikan bacaan sebanyak 6.03MPa dan 6.46MPa berbanding keperluan minimum di dalam Malaysian Standard iaitu 5.2 MPa. Melalui ujikaji penyerapan air pula, bata berkomposisi 3% enapcemar telah memberikan bacaan sebanyak 6.47% berbanding 7% seperti yang digariskan oleh Malaysian Standard.

**Kata Kunci:** bata, enapcemar, ujikaji resapan air, ujikaji mampatan

## 1. Pengenalan

Di dalam proses rawatan air minum mahupun air sisa akan menghasilkan bahan buangan akhir yang dikenali sebagai enapcemar atau juga dikenali sebagai biosolid. Enapcemar secara fizikal adalah bahan sisa pepejal, separuh pepejal atau cairan yang mengandungi sisa-sisa kimia dan gas hasil dari proses rawatan. Menurut Leiyu Fang et al (2015), proses pelupusan enapcemar yang dihasilkan biasanya menggunakan tiga kaedah di mana kaedah pertama yang dijalankan adalah kaedah pemadatan (*thickening*) menggunakan tangki pemadatan graviti (*gravity thickener tank*). Kaedah ini berjaya mengurangkan isipadu enapcemar yang dihasilkan kepada separuh selepas dimasukkan ke dalam tangki pemadatan graviti tersebut. Kaedah kedua yang biasanya dilaksanakan adalah melalui kaedah penguraian biologi (*Digestion*). Bahan organik yang terdapat di dalam enapcemar akan diuraikan oleh bakteria secara biologi dan menjadi bahan yang lebih kecil dan stabil serta memudahkan proses pengeringan. Kaedah ketiga yang biasanya digunapakai adalah kaedah pengeringan (*dewatering*). Enapcemar mengandungi 70% air walaupun secara fizikal adalah berbentuk pepejal. Enapcemar akan ditambah di kawasan yang luas yang telah diletakkan pasir di mana pasir dijadikan medium saluran untuk

memudahkan proses pengeringan.



Rajah 1. Enapcemar.

Batu bata bukan lagi satu bahan pembinaan yang asing di dalam industri pembinaan. Malahan ribuan tahun dahulu, masyarakat Mesir telah menjalankan pembinaan bangunan mereka menggunakan pelbagai jenis bata bakar (Varghese, 2006). Malaysia juga tidak terkecuali di dalam industri pembinaan. Pembangunan yang pesat memerlukan penggunaan bahan pembinaan seperti bata dalam kuantiti yang banyak, murah dan kukuh. Secara amnya, batu bata ialah bahan binaan yang berbentuk segi empat tepat, diperbuat daripada bahan tidak organik yang keras dan lasak (Mat Lazim, 2005). Saiz dan beratnya direka supaya mudah dipegang dengan sebelah tangan. Menurut Piawaian British, BS 3921 (1985) saiz maksimum piawai bagi bata ialah 337.5 milimeter (mm) panjang, 225mm lebar dan 112.5mm tinggi, namun bahan binaan dinding lain yang melebihi saiz maksimum ini ditakrifkan sebagai blok binaan. Dalam industri pembinaan, terdapat pelbagai jenis bata yang boleh digunapakai bergantung kepada jenis bahan yang digunakan, antaranya, bata muka, bata kejuruteraan dan bata biasa (Taylor, 2002).



Rajah 2. Jenis-jenis batu bata di Malaysia

### 1.1 Bata Simen Pasir

Bata dihasilkan melalui proses-proses yang spesifik bergantung kepada jenis bahan yang digunakan dan juga jenis bata yang diperlukan. Ada bata yang dibakar dan ada juga yang tidak dibakar. Batu bata pasir simen dikenali sebagai batu bata konkrit yang biasa digunakan di

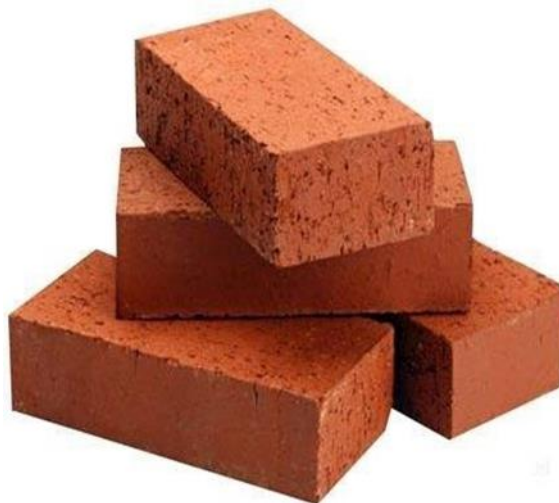
dalam bidang pembinaan yang memerlukan kos yang agak rendah. Seseengah projek komersial juga akan menggunakan bata pasir simen ini untuk mengurangkan kos pembinaan. Bata ini hanya diperbuat daripada simen dan pasir dengan nisbah bancuhannya yang berubah mengikut kekuatan yang dikehendaki. Bata simen pasir ini mudah dihasilkan selain kos pengeluarannya juga adalah rendah menyebabkan penggunaannya meluas dan terkenal di Malaysia (Alimi Yasinan et al, 2017).



Rajah 3. Bata simen pasir.

## 1.2 Bata Tanah Liat

Bata tanah liat merupakan bata yang paling banyak digunakan dalam projek pembinaan yang bernilai tinggi. Ia diperbuat daripada tanah liat dan mempunyai kekuatan mampatan yang tinggi jika dibandingkan dengan jenis bata yang lain. Terdapat tiga jenis bata tanah liat yang biasa digunakan iaitu bata biasa, bata muka dan bata kejuruteraan.



Rajah 3. Bata tanah liat

Bata biasa sesuai digunakan sebagai pembahagi ruang yang mana bata tersebut perlu dilepa semula menggunakan simen mortar untuk menghasilkan permukaan yang lebih cantik. Bata muka pula digunakan di dalam industri pembinaan sebagai bata yang artistik di mana permukaan bata tidak akan dilepa dengan menggunakan mortar. Pada kebiasaannya bata muka

mempunyai rekabentuk tekstur bercorak, kemasan pasir atau berwarna mengikut kehendak arkitek. Bata kejuruteraan pula merupakan bata yang berbentuk padat dan digunakan bagi struktur yang berat dan memerlukan kekuatan yang tinggi seperti tembok penahan atau struktur-struktur yang terdedah kepada bahan berasid dan hakisan.

### 1.3 Objektif Kajian

Kajian ini telah dilakukan untuk mengenalpasti;

- a. Peratusan enapcemar yang dibenarkan di dalam penghasilan bata simen pasir.
- b. Menguji kekuatan mampatan dan ujian penyerapan ke atas bata yang dihasilkan
- c. Membandingkan hasil dapatan dengan standard yang telah digariskan oleh Malaysian Standard (MS17(1972))

## 2. Bahan dan Kaedah Kajian

Sebelum sebijik bata dihasilkan, ciri-ciri rekabentuk dan fungsi perlu diketahui terlebih dahulu bagi menghasilkan bata yang berkualiti. Mengikut Jabatan Kerja Raya Malaysia, saiz bata yang sering digunakan di dalam pembinaan di Malaysia adalah 225mm (Panjang)×113mm (Lebar)×75mm (Tebal). Oleh itu, saiz yang digunapakai di dalam kajian ini adalah bersamaan dengan saiz yang digunapakai oleh pihak JKR. Menurut Malaysian Standard MS 17(1972), kekuatan mampatan bata biasa mesti lulus 5.2 MN/m<sup>2</sup>. Batu bata dengan pemampatan kekuatan 5.2 MN / m<sup>2</sup> boleh digunakan untuk pembinaan bangunan satu dan dua tingkat. Manakala bagi ujian resapan air, Malaysian Standard menyatakan bahawa peratus resapan air maksimum sebanyak 7%. Acuan bata telah dibuat menggunakan papan lapis mengikut saiz yang telah ditetapkan dan disapu minyak pelincir untuk memudahkan proses mengeluarkan bata yang telah siap dihasilkan.

### 2.1 Simen

Simen Portland Biasa digunakan di dalam ujikaji ini dihasilkan melalui proses pembakaran yang terkawal. Simen jenis ini begitu meluas digunakan untuk membuat mortar dan konkrit. Simen yang digunakan di dalam pembinaan mestilah simen yang didapati daripada pembuat simen SIRIM (Standard and Industrial Research Institute of Malaysia). Simen yang digunakan juga mesti mematuhi garis panduan MS EN 197-1.

### 2.2 Pasir

Menurut Tan (2002), pasir boleh didapati daripada lombong atau sungai. Pasir lombong 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 merekat. Pasir yang digunakan dalam ujikaji ini berasal dari Sungai Panching dan memiliki ukuran yang antara 0.062mm-5mm. Pasir sungai merupakan hasil kikisan dari batu sungai yang keras serta tajam. Pasir hendaklah diayak dan memenuhi standard ayakan ASTM.

### 2.3 Air

Penggunaan air yang tercemar akan menyebabkan gangguan yang tidak dikehendaki pada kualiti sesuatu bahan, (Taylor, 2002). Menurut Mat Lazim (2005), air yang hendak digunakan bersama-sama struktur bersimen mestilah air yang layak diminum atau diambil dari sumber

yang diluluskan. Ini adalah untuk memastikan air itu bebas dari sebarang bendasing seperti zarah-zarah terapung, bahan organik dan garam-garam terlarut yang boleh memberikan kesan yang tidak diingini. Menurut Varghese (2006), banyak struktur bersimen, seperti konkrit mengalami kecacatan akibat daripada kandungan bahan yang tidak dikehendaki yang wujud dalam air. Kandungan klorida dalam air boleh menyebabkan dan mendorong pengaratan pada besi, manakala kandungan sulfat pula berupaya mencacatkan struktur konkrit.

#### 2.4 Enapcemar

Dalam kajian ini, enapcemar yang digunakan telah diperolehi dari enapcemar yang terhasil daripada sisa buangan proses rawatan air daripada Pengurusan Air Pahang Berhad (PAIP) Bandar Indera Mahkota 25200 Kuantan, Pahang. Sampel telah diambil di Loji Rawatan Air Panching. Enapcemar ini adalah merupakan bahan sisa daripada loji rawatan air bersih yang bersifat separa pepejal. Ia mengandungi kandungan air yang tinggi sekitar 80% (Water Treatments, Water and Wastewater Engineering, 2010). Enapcemar yang diambil dari lagun pelupusan akan dikeringkan menggunakan ketuhar gelombang dan dibakar pada suhu 2500C dalam tempoh 2 jam (C.H. Weng et al; 2003).



Rajah 4. Sampel enapcemar basah dan kering dari Loji Rawatan Air Panching.

#### 2.5 Campuran

Nisbah bancuhan yang digunakan adalah 1:6, dimana satu mewakili simen dan enam mewakili nilai pasir. Peratus enapcemar yang digunakan dalam pembancuhan batu simen pasir ialah 0%, 3% dan 6%. Setiap peratusan enapcemar mewakili setiap sampel bata simen pasir yang berbeza. Bancuhan digaul dengan menggunakan kaedah manual. Enapcemar disediakan terlebih dahulu dengan menggunakan kaedah pengeringan di makmal. Enapcemar telah dibawa ke makmal Global Lab Engineering, Kuantan bagi menjalankan proses pengeringan menggunakan ketuhar. Setelah proses pengeringan selesai, proses penghancuran enapcemar dilakukan dan proses bancuhan dimulakan. Tiga (3) jenis bancuhan menggunakan peratusan enap cemar 0%, 3% dan 6% telah menghasilkan sejumlah 36 biji bata.



Rajah 5. Sampel bata enapcemar yang telah siap

### 3. Dapatan Kajian

Ujian makmal dilakukan untuk menentukan kekuatan mampatan dengan kuantiti enapcemar yang berbeza iaitu 0%, 3% dan 6% bagi setiap bata. Standard Malaysia, MS 76: 1972 menyatakan bahawa kekuatan mampatan bata biasa mesti lulus  $5.2 \text{ MN} / \text{m}^2$ . Batu bata dengan pemampatan kekuatan  $5.2 \text{ MN} / \text{m}^2$  boleh digunakan untuk pembinaan bangunan satu dan dua tingkat. Selain itu, ujian resapan air dilakukan dengan kuantiti enapcemar yang berbeza iaitu 0%, 3% dan 6% bagi setiap bata. Standard Malaysia, MS 76: 1972 menyatakan bahawa peratus resapan air mempunyai dua kelas iaitu 4.5% dan 7% maksimum.

Jadual 1. Peratus campuran sampel bata.

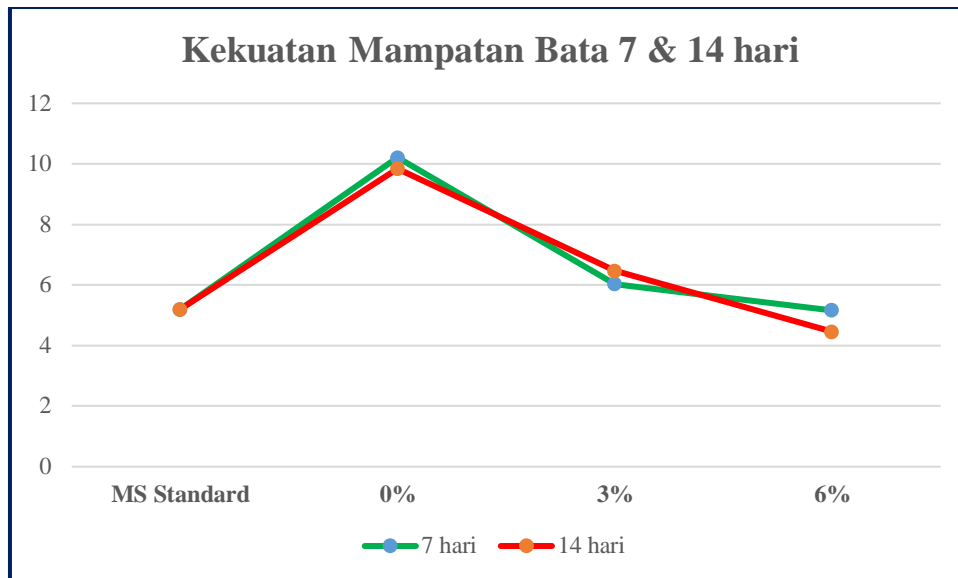
Peratus Campuran	Pasir ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	Simen ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	Air (kg)	Enapcemar ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
0%	9.376	1.564	0.94	0
3%	9.094	1.564	0.94	0.28
6%	8.813	1.564	0.94	0.56

#### 3.1 Ujian Mampatan

Jadual 2. Keputusan ujian mampatan sampel

Peratus Campuran	Purata Kekuatan Mampatan (MPa-7 hari)	Purata Kekuatan Mampatan (MPa-14 hari)
0%	10.21	9.84
3%	6.03	6.46
6%	5.16	4.46
MS Standard	5.2	5.2



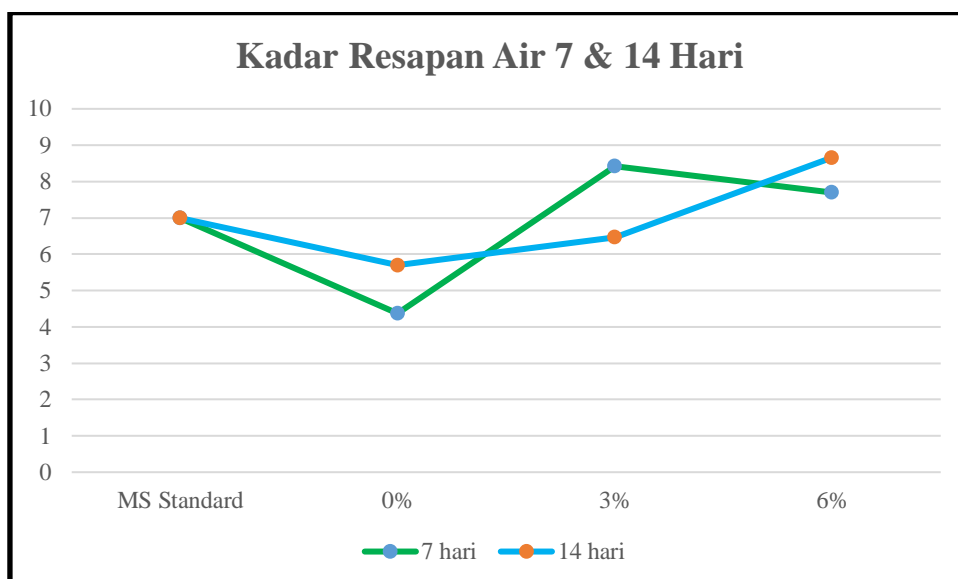


Rajah 6. Graf Perbandingan Kekuatan Mampatan Bata 7 dan 14 Hari

### 3.2 Ujikaji Resapan Air

Jadual 3. Keputusan Ujian Resapan Air

Peratus Campuran	Kadar Resapan Air	
	7 hari (%)	14 hari (%)
0%	4.37	5.70
3%	8.42	6.47
6%	7.70	8.66
MS Standard (Max)	7.00	7.00



Rajah 7. Graf Perbandingan Kadar Resapan Air 7 dan 14 Hari

#### 4. Analisis Dapatan Kajian

Hasil dapatan daripada ujikaji mampatan menunjukkan campuran bata dengan enapcemar berkompposisi 3% memberikan bacaan yang memenuhi kehendak MS Standard iaitu 6.03 MPa pada hari ke-7 ujikaji dan bacaan sebanyak 6.46Mpa pada hari ke 14. Perbezaan antara hari hari ke 7 dan hari ke 14 adalah sebanyak 0.43Mpa. Ini menunjukkan campuran 3% enapcemar bagi menggantikan pasir memberikan peningkatan bacaan ujian mampatan berbanding masa. Manakala bagi campuran 6% enapcemar memberikan bacaan kekuatan mampatan yang semakin menurun berbanding masa iaitu daripada 5.16Mpa kepada 4.46Mpa.

Bagi ujikaji resapan air pula, MS Standard MS 7.6:1972 telah menetapkan bahawa kadar peratus resapan maksimum oleh bata ialah 7%. Daripada ujikaji yang dijalankan, didapati bata dengan komposisi enapcemar 3% memberikan bacaan sebanyak 8.42% pada hari ke 7 manakala bacaan sebanyak 6.47% pada hari ke 14 kajian. Ini menunjukkan bahawa dengan komposisi 3% enapcemar mampu mengurangkan kadar resapan air sebanyak 1.95% dalam tempoh 7 hari. Bagi komposisi campuran 6%, kadar resapan semakin bertambah berbanding masa iaitu peningkatan sebanyak 0.96% dalam tempoh 7 hari.

#### 5. Kesimpulan

Hasil daripada ujikaji mampatan dan kadar resapan air yang dijalankan serta perbandingan antara hasil kajian dan Malaysian Standard MS 7.6:1972 menunjukkan campuran yang menggunakan enapcemar bagi menggantikan pasir sebanyak 3% telah berjaya menghasilkan bata yang memenuhi spesifikasi yang ditetapkan. Hasil kajian ini telah menunjukkan bahawa enapcemar boleh digunakan sebagai bahan ganti pasir di dalam penghasilan bata dengan kandungan yang terkawal.

#### Penghargaan

Terima kasih kepada jawatankuasa teknikal dan makmal Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah dan Global Lab Engineering Sdn Bhd atas kerjasama yang diberikan.

#### Rujukan

C.H Weng et al, (2003). Utilization of Sludge as Bricks Materials. I-Shou University, Taiwan dicapai dari <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1093019102000370>

JKR Standard Specifications For Building Works. (2005). Dimuat turun dari [http://jkrmarang.terengganu.gov.my/files/Muat%20Turun/Standard\\_Specifications\\_For\\_Building\\_Work\\_2005.pdf](http://jkrmarang.terengganu.gov.my/files/Muat%20Turun/Standard_Specifications_For_Building_Work_2005.pdf)

Leiyu Feng, Jingyang Luo, and Yinguang Chen,(2015), *Dilemma of Sewage Sludge Treatment and Disposal in China*. School of Environmental Science and Engineering, Tongji University, Dicapai dari <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.est.5b01455>

Malaysian Standard : MS 76 : 1972 *Specification for bricks and blocks for fired bricksearth, clay or shale part 2: Metric units*



Mat Lazim Zakaria (2005). Bahan Dan Binaan. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur

Md Alimi Bin Yasinan. (2017) Sifat-Sifat Batu Bata Ringan Menggunakan Serbuk Sisa Kaca (Ssk) Sebagai Bahan Pengganti Separa Simen. E- Proceeding National Innovation and Invention Competition Through Exhibition 2017. Dicapai dari <https://upikpolimas.edu.my/conference/index.php/icomplex/icomplex17>

Mackenzie L. Davis (2010). Water and Wastewater Engineering: Design Principles & Practice, McGraw Hill, United States.

Tan, B.T. (2002). Teknologi Binaan Bangunan. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.

Taylor, G.D. (2002). Material in Construction. Pearson, United Kingdom

Varghese, P.C. (2006). Building Materials. Prentice Hall of India, New Delhi