

PROFIL INOVASI BATA PASIR : PENGANTIAN KULIT CENGERANG LAUT SEBAGAI CAMPURAN AGGERAGAT HALUS

SAND BRICK INNOVATION PROFILE: SEA SHELL REPLACEMENT AS A MIXTURE OF FINE AGGERAGAT

Mohd Sobri Bin Hassan^{1*}
Mohd Fadly Bin Abdullah²

^{1,2}Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Kota Bharu, Km24 16450 Ketereh Kelantan, Malaysia

¹Email: sobri.hassan@pkb.edu.my

²Email: mohdfadly@pkb.edu.my

Article history

Received date : 21-12-2024
Revised date : 25-12-2024
Accepted date : 24-3-2025
Published date : 27-3-2025

To cite this document:

Hassan, M. S., & Adullah, M. F. (2025). Profil inovasi bata pasir: Penggantian kulit cengkerang laut sebagai campuran aggeragat halus. *Jurnal Penyelidikan Sains Sosial (JOSSR)*, 8 (26), 45 - 58.

Abstrak: Kajian ini bertujuan untuk menilai potensi penggunaan cengkerang laut sebagai bahan gantikan separa bagi agregat halus dalam pembuatan bata simen. Penggunaan pasir yang meluas dalam industri pembinaan di Malaysia telah menimbulkan kebimbangan terhadap kesan ekologi dan kelestarian sumber. Oleh kerana cengkerang laut mudah diperolehi, pengkaji menjadikannya sebagai bahan alternatif bagi mengurangkan kebergantungan kepada pasir sebagai agregat halus. Kajian ini bertujuan untuk mendapatkan profil bata simen yang mana agregat halus digantikan dengan cengkerang laut dalam nisbah 0%, 5%, 15%, 25%, 30%, 35%, dan 50%. Profil yang dikaji adalah berkaitan hubungan kadar resapan air dan kekuatan mampatan yang diperolehi berbanding nisbah campuran agregat halus baharu. Acuan bata digunakan ialah 215mm x 103mm x 65mm. Ujian makmal dilaksanakan selepas 28 hari. Didapati kadar resapan air meningkat dengan peningkatan peratus gantikan agregat halus (campuran cengkerang). Pada 0% gantikan (tanpa cengkerang), kadar resapan air adalah 7.33%. Manakala pada 50% gantikan (gantikan maksimum), kadar resapan air mencapai nilai tertinggi iaitu 15.94%. Kesan maksimum pada kadar resapan tertinggi adalah pada 50% gantikan agregat halus, menunjukkan bahawa bata dengan kandungan cengkerang tinggi lebih berliang. Manakala kekurangan kekuatan mampatan terjadi apabila berlaku peningkatan peratus gantikan agregat halus menggunakan cengkerang. Pada 0% gantikan, kekuatan mampatan tertinggi ialah 6.97 N/mm². Pada 50% gantikan, kekuatan mampatan menurun drastik kepada 2.50 N/mm², mencerminkan penurunan kekuatan sebanyak 64%. Beban maksimum menunjukkan penurunan dengan peningkatan peratus gantikan agregat halus (0% gantikan) pada beban purata tertinggi (153.54 kN). Manakala (50% gantikan) didapati beban purata terendah (54.78 kN). Setiap penambahan 5%-10% cengkerang dalam agregat halus mengurangkan kekuatan mampatan secara beransur-ansur. Penurunan yang ketara bermula selepas 25% gantikan, dengan kekuatan mampatan purata jatuh di bawah 5 N/mm². Secara keseluruhannya, dengan penambahan cengkerang dalam campuran agregat halus meningkatkan kadar resapan air dalam bata pasir. Ini menunjukkan bahawa bata menjadi lebih porous terbentuk apabila agregat cengkerang digunakan pada peratusan tinggi. Oleh itu, kandungan cengkerang perlu disesuaikan berdasarkan keperluan struktur untuk memastikan prestasi bata optimum. Kekuatan mampatan optimum bata pasir tanpa cengkerang (0%

gantian) menunjukkan prestasi terbaik dari segi kekuatan mampatan. Penggunaan cengkerang boleh digunakan dalam jumlah kecil (<50%) jika kekuatan mampatan yang tinggi tidak menjadi keutamaan. Kesan gantian tinggi agregat pasir dengan cengkerang pada peratusan tinggi (>50%) tidak sesuai untuk aplikasi struktur yang memerlukan daya tahan tinggi, akan tetapi bagi menghasilkan bata biasa, gantian kurang daripada 50% cengkerang masih mematuhi kekuatan piawai.

Kata kunci: Bata pasir, cengkerang laut, penggantian agregat halus

Abstract: *This study aims to evaluate the potential use of seashells as a partial replacement for fine aggregate in cement brick manufacturing. The widespread use of sand in the construction industry in Malaysia has raised concerns about the ecological impact and resource sustainability. Since seashells are easily available, researchers have used them as an alternative material to reduce the dependence on sand as a fine aggregate. This study aims to obtain cement brick profiles in which fine aggregates are replaced with seashells in ratios of 0%, 5%, 15%, 25%, 30%, 35%, and 50%. The profiles studied are related to the relationship between water permeation rate and compressive strength obtained compared to the new fine aggregate mixture ratio. The brick mold used is 215mm x 103mm x 65mm. Laboratory tests were carried out after 28 days. It was found that the water permeation rate increased with increasing percentage of fine aggregate replacement (shell mixture). At 0% replacement (without shells), the water permeation rate was 7.33%. While at 50% replacement (maximum replacement), the water permeability reached the highest value of 15.94%. The maximum effect on the highest permeability was at 50% fine aggregate replacement, indicating that bricks with high shell content were more porous. Meanwhile, the decrease in compressive strength occurred when there was an increase in the percentage of fine aggregate replacement using shell. At 0% replacement, the highest compressive strength was 6.97 N/mm². At 50% replacement, the compressive strength decreased drastically to 2.50 N/mm², reflecting a decrease in strength of 64%. The maximum load showed a decrease with increasing percentage of fine aggregate replacement (0% replacement) at the highest average load (153.54 kN). While (50% replacement) was found to have the lowest average load (54.78 kN). Each addition of 5%-10% shell in fine aggregate gradually reduced the compressive strength. A significant decrease began after 25% replacement, with the average compressive strength falling below 5 N/mm². Overall, the addition of shells in the fine aggregate mixture increases the water permeability of sand bricks. This indicates that the bricks become more porous when shell aggregate is used at a high percentage. Therefore, the shell content needs to be adjusted based on the structural requirements to ensure optimal brick performance. The optimum compressive strength of sand bricks without shells (0% replacement) shows the best performance in terms of compressive strength. The use of shells can be used in small amounts (<50%) if high compressive strength is not a priority. The effect of high replacement of sand aggregate with shells at a high percentage (>50%) is not suitable for structural applications that require high durability, but for producing ordinary bricks, replacement of less than 50% shells still complies with the standard strength.*

Keywords : Sand bricks, sea shells, fine aggregate replacement

Pengenalan

Malaysia masih lagi dikategorikan sebagai negara membangun sehingga kini. Konsep negara membangun sudah semestinya seiring dengan pembangunan di sektor pembinaan. Kemajuan pembinaan ini termasuklah penggunaan bahan-bahan binaan yang mesra alam dan berteknologi. Salah satu bahan binaan yang digunakan dalam sektor pembinaan bangunan adalah penggunaan bata. Pelbagai bentuk dan inovasi bata dilakukan bagi merealisasikan konsep ini. Antara bata yang sering digunakan adalah bata simen. Bata simen atau lebih dikenali sebagai bata konkrit merupakan bata yang diperbuat daripada campuran simen, pasir dan air. Harga bagi membuat bata ini lebih murah dan sangat mudah diperolehi kerana proses pembuatannya yang lebih mudah. Bata simen tergolong dalam kelas bata atau blok yang distabilkan.

Perbincangan cabaran tentang bata dalam sektor pembinaan memerlukan pendekatan inovatif dan lestari untuk memastikan ia kekal relevan. Pengenalan bata hijau dan teknologi moden berpotensi menyelesaikan banyak cabaran ini, sekaligus menyokong pembangunan mampan dalam industri pembinaan. Menjadi persoalan kepada pengkaji, adakah dengan menggantikan agregat halus (pasir) dengan bahan dari sumber alam yang lain akan menjejaskan keupayaan fungsi bata. Oleh yang demikian, pengkaji melaksanakan kajian ini untuk mendapatkan data dan profil bagi bata simen/pasir bagi menjawab persoalan ini.

Penyataan Masalah

M. Herman (2024), menyatakan dalam laporan bahawa harga pasir dan batu baur untuk tujuan pembinaan mengalami kenaikan 13.8% dan 4.4%. Manakala Jabatan Perangkaan Malaysia (2024), juga telah menyatakan dalam Indek Kos Bahan Binaan pada September 2024 bahawa harga purata pasir berada pada RM48.45/setan iaitu kenaikan sebanyak 0.2 hingga 2.6 peratus di Semenanjung Malaysia berabnding tahun 2023. Merujuk kepada kedua-dua laporan ini, isu kos menjadi persoalan utama bagi bahan binaan. Adakalanya mengalami kenaikan dan ada ketika mengalami sedikit penurunan. Akibat kebergantungan hanya kepada pasir dan agregat berkualiti menjadikan bahan mentah mahal. Kebiasaanya bata tradisional memerlukan teknologi yang tinggi disamping kos logistik apabila memerlukan logi dalam pengeluaran yang banyak.

Eksplotasi pasir secara berlebihan untuk pembuatan bata menyumbang kepada masalah alam sekitar seperti hakisan sungai dan pengurangan biodiversiti. Perkara ini juga dilaporkan oleh (Mohd Azlim, 2022), menyatakan bahawa akibat daripada pengorekan pasir sungai menyebabkan berlaku hakisan dan menjadi punca banjir berlaku di Selangor. Manakala (Bernama, 2024) melaporkan bahawa kegiatan mengorek pasir menyebabkan hakisan dan tebing sungai runtuh disamping pencemaran bunyi yang dihasilkan oleh jentera pengorek. M. Hifzuddin, 2022) juga melaporkan bahawa kuari pasir menyebabkan hakisan tebing sungai yang serius malah air sungai menjadi deras di musim tengkujuh. Oleh yang demikian, bagi mendapatkan bahan mentah seperti pasir, menyebabkan kemusnahan alam menjadi korban. Kajian juga ada dibuat iaitu memfokuskan kepada impak perlombongan pasir terhadap daripada sektor sosioekonomi dan pentadbiran. Seperti dinyatakan oleh (Siti Aisyah et all, 2022), dapatan kajian mereka mendapati pendekatan ekologiikal masih lagi relevan digunakan untuk diadaptasi dalam pengurusan aktiviti perlombongan pasir di Malaysia. Oleh itu, masalah ini boleh diselesaikan secara kebertanggungjawaban dalam menjaga kelestarian alam.

Perkara ini diburukkan lagi apabila bata yang rosak atau lebih dari pembinaan sering dibuang sebagai sisa yang menyumbang kepada pencemaran. Cabaran terhadap pembuatan bata juga lebih besar belaku disebabkan kekurangan inovasi. Ianya menyebabkan banyak kilang

pembuatan bata masih menggunakan kaedah tradisional yang kurang efisien dan memerlukan tenaga buruh tinggi. Walaupun terdapat usaha menggunakan bahan alternatif seperti fly ash, cengkerang laut atau sisa pembinaan, bagi penyesuaian teknologi yang ada seperti (Hafizah et al., 2023), mengkaji penggunaan serat buluh sebagai bahan tambahan dalam bata simen. Oleh itu, bagi menyahut cabaran ini, bagi menjaga kelestarian alam, pengkaji cuba menggunakan alternatif yang boleh digantikan sebagai agregat halus dalam pembuatan bata simen iaitu menggunakan cengkerang laut sebagai bahan alternatif agregat halus..

Objektif Kajian

Bagi menjawab persoalan dalam kajian ini, pengkaji menetapkan beberapa objektif untuk dicapai iaitu :

- i. Merekabentuk acuan bata bersaiz 215mm x 103mm x 65mm.
- ii. Mengetahui kadar resapan air terhadap bata simen diubahsuai nisbah campuran agregat cengkerang laut.
- iii. Mengetahui kekuatan mampatan bata simen diubahsuai nisbah campuran agregat cengkerang laut.
- iv. Mengetahui hubungan kadar resapan air dan kekuatan mampatan bata simen diubahsuai terhadap nisbah campuran agregat cengkerang laut.

Skop Kajian

Skop kajian ini telah ditetapkan berdasarkan kemampuan dan kekangan yang wujud bagi menyiapkan keseluruhan kajian. Antaranya ialah :

- i. Pengkaji menetapkan 7 nisbah berlainan bagi pengantian agregat halus cengkerang iaitu 0%, 5%, 15%, 25%, 30%, 35% dan 50%.
- ii. Sebanyak 6 sampel bata dihasilkan setiap nisbah. Dimana 3 unit ujian resapan air dan 3 unit kekuatan mampatan. Menjadikan keseluruhan sampel dihasilkan ialah 42 unit.
- iii. Sampel diuji selepas melepasi tempoh matang 28 hari.
- iv. Bacaan purata daripada 3 sampel bagi setiap ujian akan direkod.
- v. Saiz butiran agregat halus digunakan yang melepasi saiz ayakan No. 16 (1.88mm).
- vi. Cengkerang dikutip ditepian pantai dan dihancurkan melepasi saiz ayakan No. 16.
- vii. Mengguna simen portland biasa sebagai agen pengikat.
- viii. Digaul secara manual.

Kepentingan Kajian

Kepentingan kajian ini adalah seperti berikut :

- i. Menjawab persoalan kajian tentang kadar resapan air dan kekuatan mampatan terhadap bata simen yang diubah campuran sebagai agregat halus.
- ii. Mengetahui hubungan perubahan kadar resapan air dan kekuatan mampatan terhadap bata simen apabila pertambahan nisbah campuran cengkerang laut sebagai agregat halus.

Definasi Istilah

Definasi ini merujuk kepada takrifan yang digunakan oleh pengkaji bagi menjelaskan maksud sebenar yang hanya boleh digunakan bagi tujuan kajian ini sahaja.

Profil Inovasi Bata Pasir

Profil inovasi bata pasir adalah merujuk kepada satu jadual keputusan yang diperolehi daripada kajian ini untuk menyatakan keputusan kajian yang telah dibuat. Berkemungkinan keputusan ini berbeza dengan keputusan kajian lain yang ada, akan tetapi sekurang-kurangnya ianya

menjadi rujukan kepada yang berminat berkaitan penggunaan cengkerang laut bagi menggantikan agregat halus dalam pembuatan bata pair/simen.

Kulit Cengkerang Laut

Cengkerang laut adalah bahan semula jadi yang terdiri daripada rangka luar keras moluska seperti tiram, kerang, dan siput. Ia merupakan sisa yang banyak terdapat di kawasan pesisir pantai dan industri perikanan. Walaupun biasanya dianggap sebagai bahan buangan, cengkerang laut mempunyai potensi besar dalam pelbagai aplikasi, termasuk dalam sektor pembinaan. Pengkaji mengabaikan kulit cengkerang hidupan di air tawar.

Agregat Halus

Agregat halus (pasir) yang disarankan dalam pembuatan bata adalah bersaiz antara 0.075mm hingga 4.75mm. Akan tetapi bagi mendapatkan kemasan bata yang cantik saiz butiran dibawah 2mm digunakan. Agregat halus yang digunakan dalam kajian ini adalah butiran yang melepasi saiz ayakan No.16 (1.88mm) sahaja.

Literatur

Cengkerang Laut

Pelbagai jenis haiwan bercengkerang yang hidup di muka bumi. Ada haiwan bercengkerang yang hidup di darat dan ada juga hidup di air. Haiwan bercengkerang yang hidup di air masin lebih banyak berbanding di air tawar. Ini dapat diperhatikan peninggalan cengkerang oleh haiwan ini di persisiran pantai. Oleh kerana cengkerang-cengkerang ini mudah diperolehi dalam kuantiti yang banyak, memudahkan juga penghasilan sesuatu produk baru berasaskan cengkerang laut dalam skala yang lebih besar. Cengkerang air masin juga dikenali sebagai cengkerang laut secara kimia dikenali sebagai kalsium karbonat (CaCO_3). Sebanyak 90% hingga 95% sebatian kimia ini berada dalam kulit cengkerang laut yang memberikan sifat keras dan tahan lama. Cengkerang laut sudah mula digunakan oleh manusia dalam aktiviti harian, akan tetapi tidak secara meluas. Antara sektor yang sudah cuba menggunakan bahan ini adalah dalam industri pembinaan, iaitu digunakan sebagai bahan pengganti simen atau agregat. Protein organik yang terdapat dalam cengkerang laut berfungsi sebagai pengikat semula jadi yang boleh meningkatkan kekuatan sesuatu sebatian apabila dicampurnya. Dalam kajian (UMP News 2022) menyatakann kerang laut sangat berpotensi digunakan sebagai gantian agregat dalam campuran turapan jalan walaupun ianya tidak pernah digunakan.

Agregat Halus

Agregat halus adalah bahan granular yang memiliki ukuran butiran lebih kecil dari 5 mm, yang digunakan dalam berbagai jenis konstruksi, terutama sebagai bahan campuran dalam pembuatan konkrit, mortar, dan aspal. Agregat halus terdiri dari pasir alam semula jadi atau pasir yang diperoleh dari penghancuran batuan, dan berfungsi untuk memberikan kekuatan, daya rekat, dan ketahanan terhadap konkrit atau mortar. Secara fizikal agregat halus bertindak sebagai bahan pengisi ruang-ruang kosong dalam campuran konkrit, menutup rongga udara yang membenarkan air meresap masuk. Dengan pengurangan rongga dalam bancuhan, ianya akan memberikan struktur yang lebih kukuh dan meningkatkan daya tahan campuran terhadap keretakan.

Jenis-jenis Bata

Bata Simen

Bata simen ini diperbuat daripada campuran simen dan pasir. Nisbah bancuhannya berubah mengikut kekuatan yang dikehendaki. Nisbah 1:8 merupakan bancuhan yang lazim digunakan untuk membuat bata simen. Kandungan air dalam bancuhan dikawal mengikut kesesuaian supaya ianya tidak terlampau basah dan kering. Bata simen dihasilkan dengan menggunakan acuan. Bata yang baru dicetak dibiarkan kering sendiri selama 24 jam dan diawet selama dua minggu sebelum ianya sesuai digunakan. Pengawetan dilakukan dengan menyiram air sebaik sahaja bata mengeras, terutama semasa cuaca panas. Saiz bata piawai iaitu panjang 215mm x lebar 102.5mm x tinggi 65mm mengikut standard MS76:1972.

Bata Tanah Liat

Bata tanah liat merupakan bata yang sering digunakan secara meluas dalam sesebuah pembinaan. Bata yang dibuat daripada tanah liat ini mempunyai kekuatan mampatan yang lebih tinggi berbanding dengan bata pasir. 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 rupa bentuk 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 penting. Bata muka mempunyai kemasan 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 kemasan sama ada diluar atau dalam bangunan kerana 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.

Kajian Terdahulu

Terdapat beberapa kajian terdahulu yang membincangkan tentang cengkerang haiwan dijadikan bahan ujian dalam proses menginovasikannya. Antaranya ialah :

- i. Pemanfaatan Serbuk Kulit Kerang Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. Rofikatul Karimah et. All (2020) mendapati hasil pengujian diperoleh nilai kekuatan mampatan mengalami kenaikan pada nisbah 10% dan kekuatan mampatan menurun seiring dengan pertambahan peratus penggunaan serbuk kulit kerang.
- ii. Penggunaan Kulit Kerang Sebagai Bahan Gantian Agregat Kasar Di Dalam Konkrit Telap. Zainudin A. M. (2022) mendapati kekuatan mampatan konkrit telap meningkat apabila 10% dan 30% kulit kerang digunakan. Kadar ketelapan konkrit telap juga meningkat apabila peratusan kulit kerang yang digunakan meningkat. Nilai peratus optimum kulit kerang sebagai bahan gantian agregat kasar adalah sebanyak 30%.
- iii. Workability Compressive Strength of Concrete Containing Crushed Cockle Shell As Partial Fine Aggregate Replacement Material. Abdul Basith (2014) menyatakan bahawa penggunaan kulit kerang menurunkan keboleherjaan dan meningkatkan kekuatan mampatan konkrit.

Berdasarkan penelitian hasil dapatan kajian di atas, keperluan penggunaan cengkerang laut dalam sektor pembinaan adalah signifikan. Akan tetapi kekuatan mampatan yang diperolehi

apabila berlaku campuran konkrit dalam kuantiti yang banyak akan menurunkan kekuatan mampatan konkrit tersebut berbanding tiada percampuran. Jika ianya memerlukan campuran cengkerang, sudah semestinya perlunya ada had supaya sesuai dengan penggunaan campuran tersebut berdasarkan kekuatan mampatan yang diperolehi.

Metodologi Kajian

Acuan Inovasi Bata Pasir

Acuan bagi inovasi bata pasir dibangunkan dengan menggunakan plate keluli. Plate keluli digunakan setebal 8mm. Ianya dipotong dan dikimpal sesuai dengan saiz piawai bata yang digunakan. Acuan yang dibangunkan mempunyai dua unit bata dalam satu set acuan. Saiz bata piawai yang diperlukan ialah 215mm x 102.5mm x 65mm. Acuan tersebut seperti Rajah 3.1.

Bahan-bahan Utama Bagi Penyediaan Inovasi Bata Pasir

Bahan-bahan yang digunakan dalam penghasilan campuran inovasi bata pasir ini adalah seperti simen portland biasa, pasir sebagai agregat halus, kulit cengkerang sebagai pengganti agregat halus dan air.

Kadaran Kuantiti Bahan Inovasi Bata Pasir

Kadaran digunakan bagi mengetahui keperluan kuantiti keseluruhan bahan yang diperlukan. Nisbah pasir kepada simen boleh berkisar antara 1:3 hingga 1:6 akan tetapi ianya bergantung kepada tahap kekuatan yang dikehendaki. Semakin kecil nilai nisbah menjadikan bata lebih kuat. Dalam kajian ini, nisbah yang digunakan adalah 1:6, manakala pembaziran bahan campuran dianggarkan sebanyak 30%. Contoh pengiraan kadar bahan bagi campuran 5% adalah seperti berikut :

Isipadu bata	$= 0.215 \times 0.103 \times 0.065$	$= 1.44 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
Setiap peratus campuran memerlukan		$= 6 \text{ unit}$
Isipadu setiap campuran	$= 1.44 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times 6$	$= 8.64 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
Nisbah campuran bata	$= 1 : 6$ (1 simen : 6 agregat halus)	
Simen	$= \frac{1}{7} \times 8.64 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 1.23 \times 10^{-4} \text{ m}^3$	
Ketumpatan simen	$= 1440 \text{ kg/ m}^3$	
Berat simen	$= 1.23 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \times 1440 \text{ kg/ m}^3$	
	$= 1.78 \text{ kg}$	
+30% pembaziran	$= (0.3 \times 1.78) + 1.78$	
	$= 2.31 \text{ kg}$	

$$\begin{aligned}
 \text{Pasir} &= 6/7 \times 8.64 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 7.40 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \\
 \text{Ketumpatan agregat} &= 1400 \text{ hingga } 1800 \text{ kg/m}^3 \\
 &: \text{guna } 1640 \text{ kg/m}^3 \\
 \\
 \text{Berat agregat halus} &= \text{guna } 1640 \text{ kg/m}^3 \times 7.40 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \\
 &= 12.15 \text{ kg} \\
 +30\% \text{ pembaziran} &= (0.3 \times 12.15) + 12.15 \\
 &= \mathbf{15.80 \text{ kg}} \\
 \\
 5\% \text{ agregat halus gantian (cengkerang)} &= 0.05 \times 15.80 \text{ kg} \\
 &= \mathbf{0.79 \text{ kg}} \\
 \\
 95\% \text{ agregat halus (pasir)} &= \mathbf{15.01 \text{ kg}} \\
 \\
 \text{Air (50\% berat simen)} &= 0.90 \times 0.5 \\
 &= \mathbf{1.15 \text{ kg}}
 \end{aligned}$$

Jadual 1 : Kuantiti bahan mentah (minimum) bagi menghasilkan inovasi bata pasir

No	Gantian Agregat Halus (%)	Bilangan Sampel (unit)	Kuantiti (kg)			
			Simen	Agregat (pasir)	Agregat (cengkerang)	Air (50% x simen)
1	0	6	2.31	15.01	0	1.15
2	5	6	2.31	14.26	0.75	1.15
3	15	6	2.31	12.79	2.25	1.15
4	25	6	2.31	11.23	3.75	1.15
5	30	6	2.31	10.51	4.50	1.15
6	35	6	2.31	9.76	5.25	1.15
7	50	6	2.31	7.51	7.51	1.15
Jumlah		42	16.17	81.07	24.01	8.05

Simen Portland

Simen portland biasa digunakan sebagai bahan utama dalam inovasi bata pasir. Berdasarkan Jadual 1, sebanyak 16.17kg diperlukan simen dan ianya memadai sebanyak 1 kampil simen portland biasa bersaiz 50kg/kampil digunakan untuk menghasilkan kesemua campuran ini. Ketumpatan simen portland adalah 1440 kg/m³.

Pasir (Agregat Halus)

Agregat halus (pasir) yang disarankan dalam pembuatan bata adalah bersaiz antara 0.075mm hingga 4.75mm. Akan tetapi bagi mendapatkan kemasan bata yang cantik saiz butiran dibawah 2mm digunakan. Oleh itu, dalam kajian ini pasir yang digunakan adalah bersaiz kurang 2mm dengan tahap pelepasan saiz ayakan No. 16 (1.88mm). Berdasarkan Jadual 1, sekurang-kurangnya 81.07 kg pasir diperlukan untuk membuat kesemua bancuhan bata pasir.

Bahan Ganti Agregat Halus (kulit cengkerang)

Bahan kimia bagi kulit cengkerang dikenali sebagai kalsium karbonat (CaCO_3), sudah tentu sifat kimia dan fizikal tidak sama sekali sepertimana pasir halus. Oleh kerana pengkaji ingin menentukan profil bagi campuran ini, ianya dilakukan juga sebagai rujukan pengkaji akan datang. Cengkerang ini diperolehi daripada kerang-kerangan laut yang mati di tepi pantai. Lokasi cengkerang ini dikutip ialah sekitar Pantai Melawi Kelantan. Cengkerang yang pelbagai saiz ini dikeringkan terlebih dahulu dengan jemuran dan dihancurkan sehingga hampir menyamai saiz agregat halus dengan diayak melepasi saiz ayak No. 16. Berdasarkan Jadual 1, kuantiti agregat halus ini diperlukan minimum sebanyak 24.01kg.

Air

Jumlah kuantiti air diperlukan adalah separuh daripada berat simen. Akan tetapi air digunakan sesuai dengan keboleherjaan semasa bancuhan dilakukan.

Campuran Inovasi Bata Pasir

Campuran bahan-bahan bata digaul dan dibancuh merujuk kepada kadar campuran sepertimana Jadual 1. Setiap bancuhan akan menghasilkan enam unit bata. Tiga unit bata digunakan untuk ujian resapan air dan tiga unit bata lagi digunakan ujian kekuatan mampatan. Purata akan dikira daripada tiga keputusan bacaan ujian makmal.

Bancuhan Campuran

Bancuhan dilakukan secara manual dengan menggunakan sudip, skop, baldi dan alat penimbang. Proses penggaulan bancuhan tersebut dibuat secara cermat dengan membuat tambahan air mengikut kessesuaian.

Pembentukan dan Pengawetan

Apabila bancuhan sebatu, bancuhan tadi dimasukkan ke dalam acuan dan dipadatkan serta permukaan acuan diratakan. Jangkamasa keseluruhan bata dapat dikeluarkan daripada acuan selepas 10 minit bagi satu set binaan. Sebanyak 42 unit sampel bata dihasilkan dalam kajian ini dan dilabelkan mengikut kesesuaian bagi tujuan perekodan.

Pengujian

Dalam kajian ini, terdapat dua ujian makmal dilakukan iaitu ujian serapan air dan ujian kekuatan mampatan yang dilaksanakan pada usia matang konkrit iaitu selepas 28 hari. Tiga sampel bagi setiap nisbah campuran digunakan bagi setiap ujian bagi mendapatkan purata bacaan.

i. Ujian Serapan Air

Bata dihasilkan direndam ke dalam takungan air selama 24 jam setelah mencapai umur matang 28 hari. Piawaian umum menurut piawaian BS 3921 untuk bata, kadar serapan air maksimum untuk bata pasir ialah antara 12% hingga 15%. Manakala kegunaan kalis air adalah kurang daripada 7%. Bata pasir berkualiti tinggi dianggarkan mempunyai nilai serapan air sekitar 6% hingga 10%. Formula yang digunakan untuk mendapatkan kadar resapan air seperti di bawah :

$$\text{Peratus serapan air (\%)} = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100$$

W_s = Berat basah

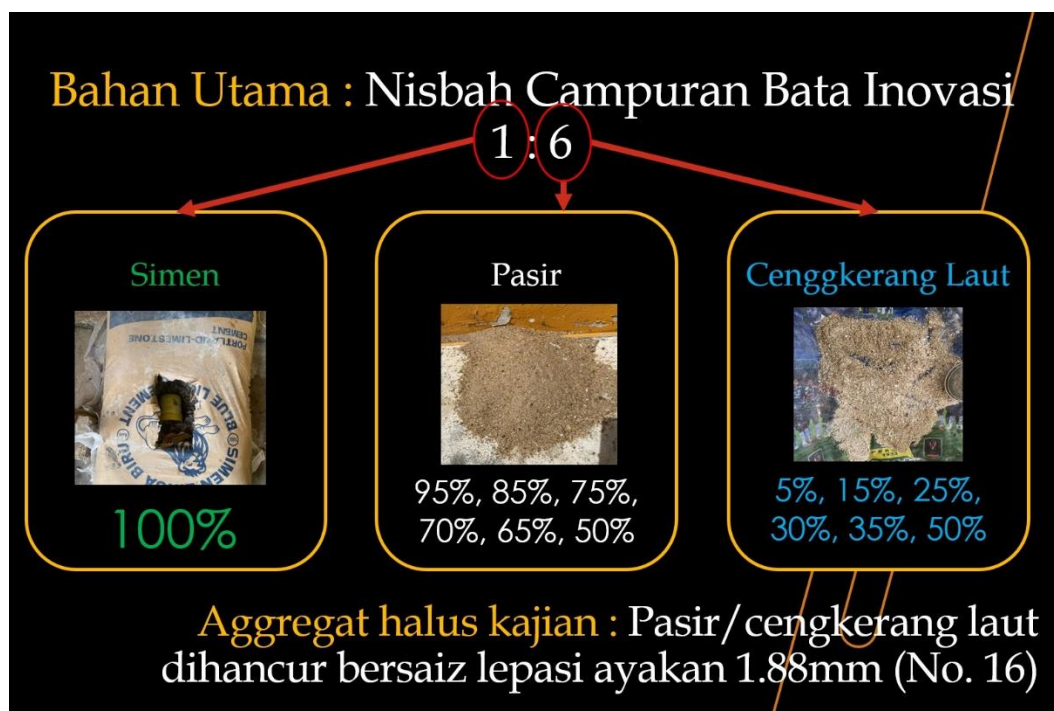
W_d = Berat kering

ii. Ujian Kekuatan Mampatan

Ujian ini perlu dilakukan bagi mengetahui kekuatan mampatan bata dengan menggunakan *vertical compression test machine*. Ujian ini juga dikenali sebagai ujian musnah kerana had maksimum yang dapat ditanggung oleh bata sebelum musnah.

Merujuk Malaysia Standard MS76:1972 kekuatan mampatan minimum untuk bata biasa berada dalam julat 2.8 hingga 7.0 N/mm². Manakala kekuatan mampatan boleh mencapai 10 hingga 20 N/mm², bagi bata digunakan struktur menanggung beban atau binaan bangunan komersial. Kaedah pengiraan kekuatan mampatan bata pasir sepeeti di bawah:

$$\text{Kekuatan Mampatan} = \frac{\text{Beban maksimum(N)}}{\text{Luas permukaan mampatan(mm)}^2}$$



Rajah 3.1: Komposisi nisbah campuran cengkerang laut sebagai agregat halus



Rajah 3.2: Proses rekabentuk, ujian mampatan dan rendaman air 28 hari bagi ujian resapan

Keputusan dan Analisis Data

Setelah ujian makmal dilakukan, perekodan data hasil ujian serapan air dan kekuatan mampatan dilakukan dengan mengambil bacaan purata terhadap tiga ujian. Dapatan ujian tersebut seperti Jadual 2 dan 3.

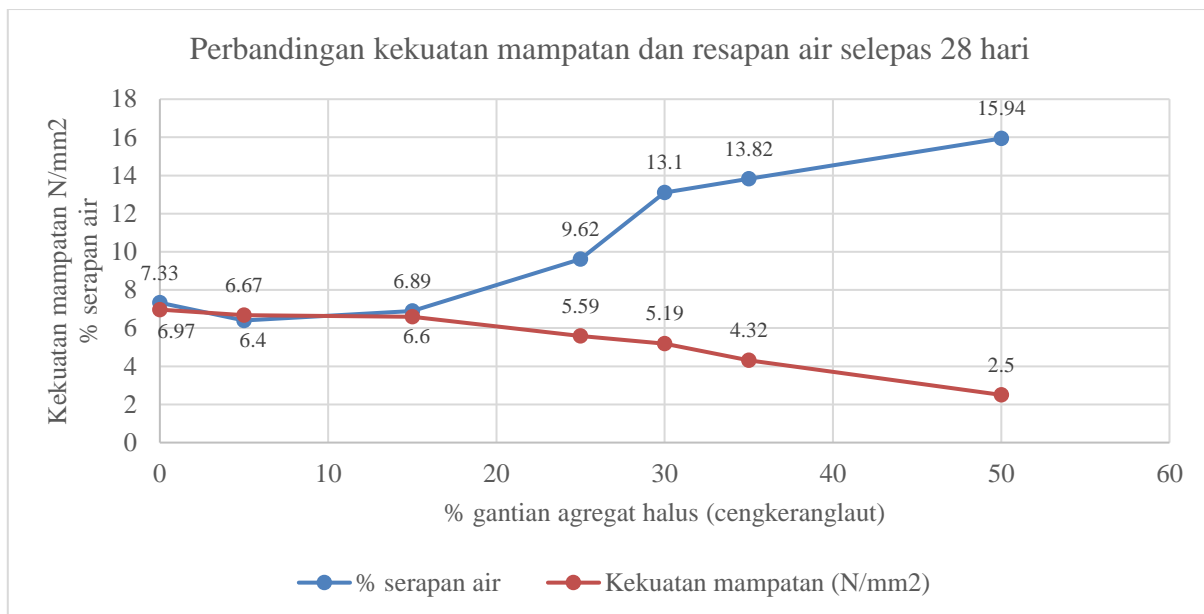
Jadual 2 : Kadar resapan air bata pasir selepas 28 hari

No	Gantian Agregat Halus (%)	Simen	Kuantiti (kg)			Berat bata direndam air (kg)		Berat air (kg)	Berat air purata (kg)	% serapan air
			Agregat (pasir)	Agregat (cengkerang)	Air (50% x simen)	Sebelum	Selepas			
1	0	2.31	15.01	0	1.15	2.98	3.22	0.22	0.22	7.33
						2.97	3.18	0.21		
						2.93	3.16	0.23		
2	5	2.31	14.26	0.75	1.15	2.97	3.19	0.22	0.19	6.40
						2.99	3.17	0.18		
						3.05	3.22	0.17		
3	15	2.31	12.79	2.25	1.15	2.95	3.14	0.19	0.20	6.89
						2.90	3.09	0.19		
						2.88	3.11	0.23		
4	25	2.31	11.23	3.75	1.15	2.98	3.24	0.26	0.29	9.62
						2.89	3.21	0.32		
						2.87	3.15	0.28		
5	30	2.31	10.51	4.50	1.15	2.85	3.22	0.37	0.37	13.10
						2.84	3.24	0.40		
						2.86	3.21	0.35		
6	35	2.31	9.76	5.25	1.15	2.75	3.2	0.45	0.40	13.82
						2.76	3.11	0.35		
						2.74	3.14	0.40		
7	50	2.31	7.51	7.51	1.15	2.71	3.13	0.42	0.42	15.94
						2.69	3.11	0.42		
						2.70	3.12	0.42		

Jadual 3 : Kekuatan mampatan bata pasir selepas 28 hari

No	Gantian Agregat Halus (%)	Simen	Kuantiti (kg)			Beban (kN)		Luas permukaan (mm ²)	Kekuatan mampatan (N/mm ²)
			Agregat (pasir)	Agregat (cengkerang)	Air (50% x simen)	Maks.	Maks. purata		
1	0	2.31	15.01	0	1.15	150.71	153.54	2.22x10 ⁴	6.97
						180.05			
						129.85			
2	5	2.31	14.26	0.75	1.15	146.58	146.67	2.22x10 ⁴	6.67
						146.54			
						146.89			
3	15	2.31	12.79	2.25	1.15	148.37	146.23	2.22x10 ⁴	6.60
						125.49			
						165.41			
4	25	2.31	11.23	3.75	1.15	108.47	124.19	2.22x10 ⁴	5.59
						110.12			

						124.02			
						111.44			
5	30	2.31	10.51	4.50	1.15	126.70	115.15	2.22×10^4	5.19
						107.31			
						97.62			
6	35	2.31	9.76	5.25	1.15	98.87	99.60	2.22×10^4	4.32
						102.32			
						70.91			
7	50	2.31	7.51	7.51	1.15	49.88	54.78	2.22×10^4	2.50
						43.54			



Rajah 4.1 : Perbandingan kekuatan mampatan bata dengan resapan air pada umur 28

Perbincangan dan Kesimpulan

Perbincangan Dapatan Kajian

Merujuk Jadual 2, hubungan antara peratus gantian agregat halus dan kadar resapan air ialah kadar resapan air meningkat dengan peningkatan peratus gantian agregat halus (campuran cengkerang). Pada bancuhan tanpa cengkerang, kadar resapan air adalah 7.33%. Manakala pada 50% gantian, kadar resapan air mencapai nilai tertinggi iaitu 15.94%. Penambahan cengkerang sebagai gantian agregat halus meningkatkan porositi bata pasir, menyebabkan air lebih mudah meresap ke dalam bata. Perubahan purata berat air yang diserap bertambah dengan peningkatan peratus gantian cengkerang.

Jadual 3, menunjukkan hubungan antara peratus gantian agregat halus dan kekuatan mampatan adalah secara lansung. Kekurangan kekuatan mampatan terjadi apabila berlaku peningkatan peratus gantian agregat halus menggunakan cengkerang. Pada 0% gantian, kekuatan mampatan tertinggi ialah 6.97 N/mm². Pada 50% gantian, kekuatan mampatan menurun drastik kepada 2.50 N/mm², mencerminkan penurunan kekuatan sebanyak 64%. Penambahan agregat cengkerang meningkatkan keliangan bata pasir, yang mengurangkan kemampuan bata untuk menahan beban. Cengkerang mempunyai sifat yang lebih rapuh berbanding agregat pasir biasa, menyumbang kepada pengurangan kekuatan mampatan. Beban maksimum menunjukkan penurunan apabila peningkatan peratus gantian agregat halus :0% gantian: Beban purata

tertinggi (153.54 kN). 50% gantian: Beban purata terendah (54.78 kN). Setiap penambahan 5%-10% cengkerang dalam agregat halus mengurangkan kekuatan mampatan secara beransur-ansur. Penurunan yang ketara bermula selepas 25% gantian, dengan kekuatan mampatan purata jatuh di bawah 5 N/mm². Jadual 4 merupakan perbandingan dapatan kedua-dua ujian makmal berbanding nilai piawai.

Jadual 4 : Perbandingan dapatan kajian dengan nilai piawai

No	Gantian Agregat Halus (%)	% serapan air		Kekuatan mampatan N/mm ²	
		Kajian	MS76:1972	Kajian	MS76:1972
1	0	7.33		6.97	
2	5	6.40	maks 12-15%	6.67	bata biasa 2.8 – 7.0
3	10	6.89		6.60	
4	25	9.62	kalis air <7%	5.59	bata tanggung beban
5	30	13.10		5.19	10 – 20
6	35	13.82	kualiti tinggi 6-10%	4.32	
7	50	15.94		2.50	

Kesimpulan

Berdasarkan data ujian, apabila berlaku penambahan cengkerang dalam campuran agregat halus, ianya meningkatkan kadar resapan air dalam bata pasir. Ini menunjukkan bahawa bata yang lebih porous terbentuk apabila agregat cengkerang digunakan pada peratusan tinggi. Oleh itu, kandungan cengkerang perlu disesuaikan berdasarkan keperluan struktur untuk memastikan prestasi bata optimum. Kekuatan optimum bata pasir tanpa cengkerang pada 0% gantian, menunjukkan prestasi terbaik dari segi kekuatan mampatan. Penggunaan cengkerang boleh digunakan dalam jumlah kecil (<50%) jika kekuatan mampatan yang tinggi tidak menjadi keutamaan. Kesan gantian tinggi agregat pasir dengan cengkerang tidak sesuai untuk aplikasi struktur yang memerlukan daya tahan tinggi kerana kekuatan mampatan menjadi rendah. Bagi menghasilkan bata biasa, gantian kurang daripada 50% cengkerang masih mematuhi kekuatan piawai.

Rujukan

- Abdul Basith Bin Abdul Halim (2014). *Workability Compressive Strength of Concrete Containing Crushed Cockle Shell As Partial Fine Aggregate Replacement Material*. Perpustakaan UMP: UMP.
- Bernama (2024). *Projek Sedut Pasir Didakwa Ancam Keselamatan Penduduk*. <https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2024/03/1219361/projek-sedut-pasir-didakwa-ancam-keselamatan-penduduk>.
- British Standard BS5628 1 (2005). *Code of Practice for The Use of Masinary – Structural use of Unreinforced Masonary*. ICS 91.080.30 ISBN0582466825. Standards Policy and Strategy Committee.
- Choi, Y.-S., G.-H. Lim, J.-I. Suh, S.-B. Kim, and B. Park. 2022. “Hydration reaction and strength characteristics of cement mortar mixed with spent coffee ground.” *J. Korean Recycled Constr. Resour. Inst.* 10 (1): 15–22. <https://doi.org/10.14190/JRCR.2022.10.1.15>.
- Hafizah Mohd Zahir Lotfi, Aina Nabila Khirul Azhar (2023). *Menggunakan Serat Buluh Sebagai Bahan Tambahan Dalam Penghasilan Bata Simen*. Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah. Projek Pelajar.

- Jabatan Perangkaan Malaysia (2024). Indeks Kos Bahan Binaan September 2024. Kenyataan dia. Di
<https://www.facebook.com/StatsMalaysia/posts/kenyataan-media-dosmindeks-kos-bahan-binaan-september-2024dosm-media-statementbu/940201484818336/>
- M Hifzuddin Ikhsan (2022). Penduduk Dakwa Kuari Punca Sungai Kulim Terhakis, Tebing Runtuh.
<https://www.bharian.com.my/berita/nasional/2022/03/933978/penduduk-dakwa-kuari-punca-sungai-kulim-terhakis-tebing-runtuh>.
- M. Herman Hamid, 11 Julai 2024 01.00pm. Harga pasir untuk pembinaan naik 13.8% kepada RM48.45 satu tan pada jun 2024. [dagangnews.com](https://www.dagangnews.com)
<https://www.dagangnews.com/article/harga-pasir-untuk-pembinaan-naik-138-kepada-rm4845-satu-tan-pada-jun-2024-dosm-38834>
- Malaysia Standard MS76 (1972). Specification For Brick And Block od Fired Brickearth, Clay or Shale. Part 2: Metric Units. ICS:91.100.15 (19-23). Standard & Industrial Research Institute of Malaysia.
- Mohd Azlin Zainury (2022). Kerajaan Selangor nafi aktiviti pengorekan pasir punca banjir. Sinarharian online.
<https://www.sinarharian.com.my/article/186837/edisi/kerajaan-selangor-nafi-aktiviti-pengorekan-pasir-punca-banjir>
- M.s. Krishna Hygrive, I. Siva Kishore, KJB Chari (2017). Comparative Study On Compresive Strenght of Fly Ash Concrete. *International Journal of Civil Engineering and Technology* 8(4):1737-1745.
https://www.researchgate.net/publication/317216276_Comparative_study_on_compressive_strength_of_fly_ash_concrete
- Rofikatul Karimah, Yunan Rusdianto, Desy Putri Susanti (2020).Pemanfaatan Serbuk Kulit Kerang Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *Rancang Bangun* 6(1) 17-21. *ejournal Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*.
https://www.researchgate.net/publication/347326780_Pemanfaatan_Serbuk_Kulit_Kerang_Sebagai_Pengganti_Agregat_Halus_Terdapat_Kuat_Tekan_Beton
- Salim Khoso, Jam Shahzaib Khan, Abdul Aziz Ansari, Zahid Hussein Khaskheli (2016). Experimental Investigation On The Properties of Cement Concrete Partialy Replaced by Silica Fume And Fly Ash. *Journal of Applied Engineering Sciences* 4(3):345-350.
https://www.researchgate.net/publication/329586328_Experimental_investigation_on_the_properties_of_cement_concrete_partially_replaced_by_silica_fume_and_fly_ash
- Siti Aisyah Saat, Abdul Rahman Abdul Latip, Rosyidah Muhamad (2022). Analisis Impak Perlombongan Pasir di Kelantan Menggunapakai Pendekatan Pemodenan Ekologikal. *Geografia Online TM. Malaysia Journal of Sicoety and Space* 18 Issue 4 (162-173).
- UMP News (2022). Kerang Laut Dalam Asfalt Berliang Bahan Gantian Semula Jadi Turapan Tempat Letak Kenderaan.
<https://news.umpsa.edu.my/research/kerang-laut-dalam-asfalt-berliang-bahan-gantian-semula-jadi-turapan-tempat-letak-kenderaan>
- Zainudin, A. M. (2022). Penggunaan Kulit Kerang (Anadara granosa) Sebagai Bahan Gantian Agregat Kasar Di Dalam Konkrit Telap. *Recent Trends in Civil Engineering and Built Environment*, 3(1), 1039-1047. UTHM