

Kesan Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Sifat Mekanikal Batu Bata

Mohd Fadhli Ahmad
Politeknik Tuanku Syed Sirajuddin
fadhliptss@gmail.com

Mohd Fadzil Alias
Politeknik Tuanku Syed Sirajuddin
abualhadif@gmail.com

Nurul Khairunnisa Su
Politeknik Tuanku Syed Sirajuddin
nisa1811@gmail.com

Abstract

Bricks are artificial stones made from basic materials such as sand, cement, and water that are produced in a certain shape and then dried to harden. In brick making, it is done with or without additives. In this study, rice husk ash was added to 5 different brick samples to find the optimum composition and to determine the properties of the rice husk ash in terms of compressive strength, density, and water absorption. The results showed that sample A with a ratio of cement, sand, and ash of 1:5:1 gave the best result compared to commercial brick readings and other samples with compressive strength values of 136.25kN, 1505kg/m³ density and 12.07% moisture absorption. Hence, it produces a saving of 16% of silica sand usage in commercial bricks but retaining the same properties as commercial bricks.

Keywords: *Rice husk ash, bricks*

Abstrak

Batu bata adalah batu buatan yang dibuat dari bahan asas seperti pasir, simen dan air yang dihasilkan mengikut bentuk yang tertentu lalu dikeringkan sehingga mengeras. Dalam pembuatan batu bata ia dilakukan dengan atau tanpa bahan tambahan. Dalam kajian ini, abu sekam padi ditambah terhadap 5 sampel batu bata mengikut peratusan yang berbeza untuk mencari komposisi yang optimum dan menentukan ciri-ciri bata dengan abu sekam padi dari segi kekuatan mampatan, ketumpatan dan serapan air. Hasil kajian mendapati sampel A dengan nisbah simen, pasir, abu sekam 1:5:1 memberikan dapatan yang terbaik berbanding bacaan bata komersial dan lain-lain sampel dengan nilai kekuatan mampatan 136.25kN, ketumpatan 1505kg/m³ dan 12.07% serapan kelembapan. Dapatan ini memberikan penjimatan sebanyak 16% penggunaan pasir silika pada batu bata komersial namun mengekalkan sifat yang sama seperti bata komersial.

Katakunci: Abu sekam padi, batu bata

1.0 Pengenalan

Bata adalah salah satu bahan tertua yang digunakan oleh manusia dalam industri pembinaan. Jenis batu bata terus berubah di kebanyakan negara dan digunakan selama berabad-abad kerana sifat fizikal dan kimia batu bata. Penggunaan batu bata khususnya di Malaysia dalam industri pembinaan sebagai struktur mahupun bukan struktur belum dapat terganti. Hal ini dapat dilihat dengan banyaknya projek pembinaan yang memanfaatkan batu bata sebagai dinding pada projek perumahan, pagar, saluran, bangunan dan lain-lain. Batu bata secara umum terbuat daripada

campuran simen, pasir silika dan air mengikut nisbah yang tertentu, dimasukkan dalam acuan dan kemudiannya dikeringkan, Mat Lazim (2005). Saiz batu bata berdasarkan piawaian tempatan adalah 216mm x 103mm x 65mm. Saiz bata tidak boleh didapati betul-betul tepat kerana batu bata akan mengalami proses pengecutan dan pengembangan semasa peringkat pengeringan dan pembakaran, Soeharto (1963).

Pada masa yang sama, sisa buangan yang dikeluarkan oleh rakyat Malaysia dari hari ke hari telah terlalu banyak dan tiada ruang yang cukup untuk membuang semua sisa ini. Sisa boleh berasal dari sektor perindustrian atau pertanian. Menurut laporan Rancangan Malaysia Kesembilan, jumlah sisa pepejal yang dihasilkan di Semenanjung Malaysia menunjukkan peningkatan daripada 16,200 tan metrik sehari pada tahun 2001 kepada 19,100 tan metrik sehari pada tahun 2005. Jumlah ini dijangka akan meningkat kepada 30,000 tan sehari pada tahun 2020, Haslinda & Harlida (2015). Jumlah sampah yang tinggi telah meningkat dengan ketara disebabkan oleh pertambahan jumlah penduduk, sosio ekonomi dan gaya hidup rakyat Malaysia. Peningkatan populasi yang berlaku di bandar-bandar khususnya seiring dengan peningkatan penjana sisa pepejal di Malaysia (Agamuthu et al., 2009). Dalam pada itu, bidang penyelidikan telah melaksanakan pelbagai penyelidikan mengenai sisa pertanian selama beberapa dekad. Mereka percaya bahawa kesan negatif pelupusan boleh dikurangkan dengan penggunaan bahan buangan yang diperbuat dengan bata (Shafiqh et al. 2014). Selain itu, untuk mengatasi masalah ini, satu penyelesaian praktikal telah dijumpai dengan mengitar semula bahan-bahan ini menjadi bahan-bahan baru atau dengan kata lain, bahan pembinaan yang boleh diperbaharui.

Banyak penyelidik telah membuat percubaan mereka dalam mengintegrasikan sisa-sisa pertanian ke dalam penghasilan batu bata seperti menggunakan abu jagung, kelapa sawit, abu benih zaitun dan banyak lagi. Antara hasil dengan menggunakan sisa ini adalah seperti penjimatan tenaga, pemuliharaan sumber semula jadi, pengurangan kos bahan binaan, penggantian sebahagian daripada agregat konvensional dan membantu melindungi alam sekitar dengan mengurangkan pelupusan bahan sisa dan buangan (Oyedepo et al. 2014). Pada masa kini, hasil daripada penyelidikan yang dijalankan adalah pengeluaran elemen 'hijau' dalam batu bata. Unsur hijau boleh didefinisikan sebagai barang, perkhidmatan dan amalan mesra alam yang tidak menimbulkan kerosakan pada alam sekitar. Sekam padi adalah salah satu daripada hasil buangan dalam industri pemprosesan biji padi menjadi beras. Sekam padi adalah sebahagian dari biji padi yang berbentuk lembaran yang kering, bersisik dan tidak dapat dimakan. Ia berfungsi dalam melindungi bahagian dalam padi (*endospermium* dan *embryo*). Sekam dapat ditemui pada hampir semua bahagian tumbuhan seperti rumput, walaupun ada beberapa jenis tanaman mempunyai variasi tanpa sekam seperti jagung dan gandum. Dalam pertanian, sekam dapat juga digunakan sebagai campuran makanan haiwan, bahan alas kandang, dicampur dengan tanah sebagai baja tanaman, dibakar atau boleh diproses menjadi arang yang boleh dijadikan media tanaman.

Pada masa kini isu mengenai pemeliharaan dan kemampuan alam sekitar telah membawa kepada penemuan bahan baru yang dihasilkan oleh

produk dari pelbagai sektor. Banyak bahan buangan telah digunakan sebagai pengganti dalam bahan pembinaan seperti konkrit dan batu bata. Tujuan penggantian ini memberi kesan yang baik kepada ekonomi dan alam sekitar sambil mengekalkan kekuatan piawai bahan. Setiap bahan yang digunakan dalam pembinaan bangunan mempunyai kelebihan sendiri seperti kayu yang menentang asid, petroleum dan garam. Untuk mengatasi masalah ini, terdapat keperluan untuk menyediakan penyelesaian yang berdaya maju dengan mengurangkan penggunaan sumber semula jadi dan dengan menggunakan semula bahan buangan.

2.0 Pernyataan masalah

Selari dengan peningkatan penduduk, pembinaan bangunan seperti rumah yang diperlukan oleh manusia juga akan meningkat. Sehubungan itu, bahan-bahan pembinaan seperti bata sangat diperlukan oleh kontraktor dan perlu dihasilkan dalam kuantiti yang besar oleh para pembekal. Batu bata yang paling biasa digunakan di Malaysia adalah batu bata tanah liat tetapi pengeluarannya sangat terhad kerana tanah liat tidak dapat diperolehi dan ia agak mahal. Oleh itu, batu bata simen pasir akan digunakan untuk menggantikan bata tanah liat yang jauh lebih murah. Selain itu, selaras dengan peningkatan bilangan penduduk, pengeluaran sisa yang banyak, sama ada berasal dari sektor perindustrian atau pertanian yang semakin meningkat dari hari ke hari. Jika pengeluaran sisa yang besar ini tidak dirawat dengan baik, ia akan memberi mudarat kepada alam sekitar seperti sampah, pelepasan bau dan pencemaran udara.

Oleh itu, untuk mengurangkan risiko pencemaran alam sekitar dan kesihatan manusia, penciptaan batu bata hijau dipercayai merupakan penyelesaian praktikal untuk masalah ini. Ia adalah perlu untuk mencari rekabentuk campuran terbaik batu bata simen pasir. Untuk menghasilkan unsur hijau dalam batu bata, sisa buangan abu sekam padi telah dipilih. Abu sekam padi akan ditambah ke dalam campuran simen dan akan membantu simen untuk mengikat dengan pasir. Nisbah piawai simen dan pasir untuk digunakan dalam bata pasir simen ialah 1: 6. Oleh itu, kajian ini akan memberi penekanan pada peratusan optimum abu sekam padi yang akan menggantikan berat pasir yang seterusnya akan mewakili sifat-sifat batu bata yang terbaik.

3.0 Objektif

Objektif kajian ini adalah:

- i. Untuk menentukan peratusan optimum abu sekam padi yang digunakan di dalam batu bata yang akan memberikan ciri-ciri yang terbaik.
- ii. Untuk menentukan sifat mekanikal bata dengan penambahan abu sekam padi dari segi kekuatan mampatan, ketumpatan dan serapan air.

4.0 Kajian literatur

Sekam padi adalah kulit yang membungkus buah padi, yang mana kulit padi akan terpisah dan menjadi sekam apabila ia diasingkan. Seterusnya jika sekam padi dibakar, ia akan menghasilkan abu sekam padi.

Pemprosesan padi biasanya menghasilkan sekam padi banyak yang akan menjadi sisa. Ketika buah padi diproses, 78% daripada beratnya akan menjadi beras dan akan menghasilkan 22% berat kulit sekam. Kulit ini boleh digunakan sebagai bahan bakar, bahan kompos, baja dan lain-lain.

Abu sekam padi merupakan hasil dari pembakaran sekam padi. Abu sekam padi ini dikenal sebagai *Rice Husk Ash* (RHA) yang memiliki kandungan silika reaktif sekitar 85% - 90%. Dalam setiap 1000kg padi yang diproses akan dihasilkan 220kg (22%) kulit sekam. Jika kulit sekam itu dibakar, ia akan menghasilkan sekitar 55kg (25%) RHA, Ismail & Waliudin (1996). Abu sekam padi yang terhasil daripada pembakaran sekam padi pada suhu 400 - 500°C akan menghasilkan silika amorphous dan pada suhu lebih besar 1000°C akan menjadi silika kristalin (Mehta et al., 1993). RHA ini memiliki kandungan silika (SiO₂) sekitar 94-96%.

Dengan menggunakan abu sekam padi dengan nisbah campuran yang sesuai dalam menghasilkan simen akan menghasilkan simen yang lebih baik (Singh et al., 2002). Penggunaan abu sekam padi simen boleh memberikan beberapa kelebihan seperti meningkatkan kekuatan dan ketahanan, mengurangkan kos bahan, mengurangkan kesan bahan buangan dan mengurangkan pelepasan gas karbon dioksida (Bui et al., 2005). Penggantian sebahagian daripada simen dengan abu sekam padi sebanyak 40% dalam pembuatan simen boleh menghasilkan kekuatan yang baik dan ketahanan terhadap sulfat serta dapat mengurangkan pelepasan gas karbon dioksida.

Kajian mengenai blok batu bata yang dibuat oleh Oyetola dan Abdullahi (2006) menunjukkan bahawa penggantian optimum oleh abu sekam padi sebanyak 20% dalam menghasilkan simen memberikan nilai kekuatan mampatan sebanyak 36.5 MPa bagi sampel selepas 28 hari tempoh matang. Penggantian abu sekam padi sebanyak 20% oleh (Chindaprasirt et al., 2007) pula terhadap simen dengan menggunakan pasir silika menghasilkan kekuatan mampatan berjumlah 54 MPa selepas tempoh 28 hari tempoh matang. Hasil penyelidikan ini membuktikan bahawa penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti sebahagian untuk simen berkesan untuk meningkatkan kekuatan mampatan komposit simen pada nisbah abu sekam padi kepada simen (abu sekam padi/simen + abu sekam padi) pada 20% pada agregat batu tidak reaktif.

Menurut British Standard 3921, sekurang-kurangnya keperluan untuk kekuatan mampatan batu bata adalah 5 N/mm², ASTM standard C67-07a, sekurang-kurangnya kekuatan 2.5N/mm², standard Australia AS 1225, kekuatan adalah 4 N/mm². Di Malaysia, bagi mana-mana batu bata yang akan digunakan sebagai bahan binaan, sekurang-kurangnya purata dibenarkan kekuatan mampatan yang ditetapkan oleh Jabatan Kerja Raya adalah 5.2 N/mm² untuk batu bata yang merujuk kepada spesifikasi piawai JKR untuk kerja bangunan.

5.0 Metodologi

Secara umumnya, kajian eksperimental ini adalah untuk memahami peratusan optimum abu sekam padi yang digunakan di dalam batu bata hijau. Nisbah piawai komposisi batu bata iaitu simen dan pasir adalah 1:6 dan saiz piawai yang digunakan untuk batu bata simen mengikut (*Standard Specifications for Works 2005*) adalah 225 mm panjang, lebar 113 mm dan

ketinggian 75 mm. Oleh itu, untuk mengetahui nisbah optimum abu sekam padi di dalam batu bata simen, 5 sampel batu bata dibuat seperti dalam Jadual 1. Saiz dimensi sampel yang dihasilkan adalah 220x98x62mm dengan mengikut saiz sampel piawai iaitu bata komersial yang ada di Malaysia.

Jadual 1 : Nisbah Campuran Bahan Untuk Menghasilkan Batu Bata

Sampel	Simen	Pasir silika	Abu sekam padi
A	1	5.0	1.0
B	1	4.5	1.5
C	1	4.0	2.0
D	1	3.5	2.5
E	1	3.0	3.0
Piawai	1	6.0	-

Untuk mendapatkan ciri-ciri batu bata simen yang mengandungi nisbah pasir dan abu sekam, terdapat tiga parameter yang digariskan untuk menyelidiki ini iaitu kekuatan mampatan, ketumpatan dan serapan air. Selain itu, untuk mendapatkan keputusan yang tepat, setiap nisbah mempunyai 3 sampel.

5.1 Ujian kekuatan mampatan

Mesin ujian mampatan berkapasiti 2000kN digunakan untuk menentukan kekuatan mampatan sampel batu bata. Bacaan diambil pada titik di mana kegagalan spesimen berlaku. Kekuatan mampatan dikira dengan membahagikan beban maksimum dengan kawasan beban yang dikenakan sampel. Beban dikenakan ke muka rata daripada batu bata sampel dengan dimensi 220 x 98mm.

5.2 Ujian ketumpatan

Ketumpatan atau ketumpatan jisim sesuatu bahan merupakan sukatan jisim per unit isipadu seperti ditunjukkan dalam persamaan 1. Simbol yang biasanya digunakan untuk ketumpatan ialah ρ .

Maka

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots (1)$$

m = jisim, V = isipadu

5.3 Ujian serapan air

Ujian serapan air melibatkan kesemua sampel ditimbang dan direndam dalam air selama 18jam. Batu bata kemudiannya dikeluarkan dan air dilap permukaannya. Setiap sampel ditimbang dan penyerapan air dikira iaitu jumlah peratus pertambahan berat sampel. Berat setiap spesimen dicatatkan sebagai berat kering (W_d) dan berat basah (W_w). Penyerapan air (W_{ab}) spesimen telah dinyatakan sebagai peratusan daripada jisim awal spesimen dan dikira seperti dalam persamaan 2.

$$W_{ab} = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

6.0 Keputusan dan perbincangan

Secara keseluruhannya, hasil kajian mendapati Sampel A memberikan dapatan yang terbaik berbanding bacaan bata komersial dan lain-lain sampel

dengan nilai kekuatan mampatan 136.25kN, ketumpatan 1505kg/m³ dan 12.07% serapan kelembapan berbanding bata piawai yang mempunyai kekuatan mampatan 125.18kN, ketumpatan 2030kg/m³ dan peratus serapan sebanyak 12.07%. Nilai bacaan Sampel A memberikan nilai kekuatan mampatan yang lebih tinggi dan ketumpatan yang lebih rendah serta bacaan serapan air yang lebih tinggi. Dapatan ini memberikan penjimatan sebanyak 16% menggunakan pasir silika pada batu bata komersial namun mengekalkan sifat yang sama seperti bata komersial.

6.1 Ujian kekuatan mampatan

Dalam kajian ini, kekuatan mampatan telah ditentukan selepas 14 hari batu bata tersebut dihasilkan. Bacaan nilai kekuatan mampatan ditunjukkan dalam Jadual 2.

Jadual 2: Bacaan Kekuatan Mampatan Bagi Setiap Sampel

Sampel	Purata kekuatan mampatan (kN)
A	136.28
B	13.84
C	35.54
D	14.06
E	69.71
Piawai	125.18

Sampel A memberikan nilai bacaan kekuatan mampatan yang paling tinggi iaitu 136.28kN dan diikuti dengan sampel piawai 125.18kN, seterusnya sampel E 69.71kN, sampel C 35.54kN, sampel D 14.06kN dan yang paling rendah adalah sampel B iaitu 13.84kN. Kesemua bacaan ini melepasi had minimum kekuatan mampatan bagi batu bata seperti yang ditetapkan oleh *British Standard (BS)* mahupun *American Standard for Testing Material (ASTM)*.

6.2 Ujian ketumpatan

Ketumpatan adalah salah satu elemen yang sangat penting dalam proses pengeluaran batu bata kerana ia mempengaruhi kos pengeluaran dan prestasi fizikal dan mekanikal sesuatu batu bata. Secara amnya, semakin tinggi ketumpatan sesuatu bata, maka ciri-ciri fizikal dan mekanikalnya juga akan lebih baik. Jika dilihat dari aspek pengeluaran bata semakin tinggi ketumpatan sesuatu bata maka semakin tinggi kos pengeluarannya. Jika sesuatu kilang dapat membuat sesuatu batu bata yang mempunyai ketumpatan yang rendah tetapi menunjukkan kualiti yang tinggi, ia akan menjadi suatu kelebihan pada kilang tersebut untuk bersaing dalam pasaran. Jadual 3 menunjukkan keputusan terhadap pengukuran ketumpatan terhadap batu bata yang dikaji. Kebanyakan sampel bata yang diperolehi menunjukkan tanpa perbezaan ketumpatan yang besar mengikut nilai nisbah yang berlainan. Ini menunjukkan bahawa nisbah kandungan bahan yang berbeza mempengaruhi ketumpatan sesebuah bata.

Pada hasil ujian yang dijalankan, sampel A mempunyai ketumpatan sebanyak 1505 kg/m³. Ketumpatan untuk sampel B pula adalah 1553 kg/m³. Bagi sampel C, ketumpatan yang diperolehi adalah 1506 kg/m³. Manakala bagi sampel D, mempunyai ketumpatan sebanyak 1477 kg/m³ dan bagi sampel E pula mempunyai ketumpatan sebanyak 1555 kg/m³. Dengan

pengurangan berat pasir, nilai ketumpatan menurun dan tidak terdapat perbezaan yang ketara bagi setiap sampel. Bacaan ketumpatan sampel-sampel batu bata yang dimasukkan dengan abu sekam padi adalah dalam julat 1400-1600kg/m³. Kebanyakan pengkaji mendapati bahawa, ketumpatan bata berada dalam lingkungan 1500 ke 2000 kg/m³, Oti (2009). Ketumpatan sesuatu bata mempengaruhi beberapa aspek fizikal bata, iaitu rintangan kebakaran, kekuatan mampatan, penebatan haba dan penebatan bunyi.

Jadual 3 : Nilai Ketumpatan Bagi Setiap Sampel

Sampel	Berat kering, kg	Ketumpatan, kg/m ³
A	2.012	1505
B	2.076	1553
C	2.014	1506
D	1.975	1477
E	2.079	1555
Piawai	2.715	2030

6.3 Ujian resapan air

Kebolehserapan batu bata mahupun konkrit terhadap resapan air perlu diketahui terutamanya binaan konkrit yang sentiasa terdedah kepada persekitaran yang mengkakis, seperti tanah bersulfat tinggi dan air laut. Konkrit yang terdedah pada sekltaran begini walaupun pada asalnya mempunyai kebolehserapan yang rendah, masih perlu diketahui kebolehserapannya dari masa ke semasa kerana serangan ion-ion sulfat mungkin sahaja berlaku dan boleh merosakkan mikrostruktur konkrit (Mohd Sabri, 1990). Akibatnya kebolehserapan konkrit bertambah tinggi dan memudahkan ion klorida meresap masuk. Ion klorida seterusnya memusnahkan keadaan kealkalian konkrit dan melakukan menyah-pasif oksida yang menyalut tetulang keluli bagi memulakan proses kakisan klorida. Konkrit pada tahap ini boleh dikatakan sudah hampir kepada akhir hayatnya. Kita masih boleh mengelakkan daripada ia terus berlaku dengan kawalan terus menerus permukaan konkrit dengan kaedah yang tertentu.

Serapan air mahupun lembapan sesuatu batu bata banyak bergantung pada jenis bahan adunan yang digunakan, nisbah campuran dan kandungan bahan penstabil dalam sesuatu batu bata. Keputusan bagi ujian kadar serapan lembapan yang dilakukan terhadap sampel bata kajian ditunjukkan dalam Jadual 4. Kadar serapan lembapan bagi sampel A adalah 12.07% manakala kadar serapan bagi sampel B adalah 18.40%. Bagi kadar serapan lembapan bagi sampel C pula adalah 17.92 dan kadar serapan lembapan bagi sampel D adalah 20.30%. Akhir sekali bagi sampel E kadar serapan lembapan ia adalah 15.00%. bagi bagi bacaan piawai adalah 5.37. Indian Standard, IS 3102 (1971) mengelaskan bata kepada tiga kelas, kelas paling tinggi, iaitu kelas 1, mempunyai ciri-ciri fizikal bata paling baik dengan had serapan lembapan maksima yang tidak melebihi 20% daripada berat asalnya. Dengan kadar serapan lembapan setiap bata adalah tidak melebihi 20% maka dapat dilihat bahawa setiap bata mempunyai ciri-ciri fizikal yang baik

Purata kadar serapan lembapan bagi kesemua bata adalah berbeza, keadaan ini berlaku disebabkan perbezaan nisbah abu sekam dan pasir yang digunakan untuk menghasilkan batu bata tersebut. Daripada Jadual 4,

sampel A mencatatkan kadar serapan yang paling rendah oleh sebab kandungan abu sekam yang rendah. Keseluruhan sampel menunjukkan yang hampir sama dan tiada perbezaan yang signifikan antara satu sama lain.

Jadual 4 : Keputusan Ujian Kadar Resapan Air

Sampel	Berat sebelum, kg (A)	Berat selepas, kg (B)	(B-A)	Peratus serapan (%)
A	2.012	2.255	0.243	12.07
B	2.076	2.458	0.382	18.40
C	2.014	2.375	0.361	17.92
D	1.975	2.376	0.401	20.30
E	2.079	2.391	0.312	15.00
Piawai	2.715	2.861	0.146	05.37

7.0 Kesimpulan

Secara kesimpulannya Sampel A memberikan ciri-ciri terbaik berbanding sampel yang lain mahupun sampel piawai. Untuk itu peratusan optimum abu sekam padi yang digunakan di dalam batu bata adalah 1:5:1 merujuk kepada nisbah simen, pasir dan abu sekam padi yang akan memberikan ciri-ciri yang terbaik. Dengan nisbah tersebut ia memberi nilai kekuatan mampatan 136.25kN, ketumpatan 1505kg/m³ dan 12.07% yang menunjukkan bacaan yang lebih baik berbanding batu bata komersial.

Rujukan

Agamuthu, P., Fauziah S.H. & Khidzir, K. (2009). Evolution of solid waste management in Malaysia: impacts and implications of the solid waste Bill 2007. *Journal of Material Cycles and Waste Management*

AS 1225.(1984). *Clay Building Bricks*. Australia: Standards Association of Australia,

ASTM C67-07. (2003). *Standard test methods for sampling and testing of clay brick and tile masonry units and related units*. USA :American Society for Testing and Materials, PA.

Bui, D. D., Hu, J. and Stroeven, P. (2005). *particle size effect on the strength of rice husk ash blended gap-graded portland cement concrete*. *Cement & Concrete Composites*, 27, 357–366.

BS 3921.(1985).*Specifications for clay brick*. UK :British Standard Institute.

Deslina, Z., Sinulingga, K. (2018). Pengaruh abu sekam padi sebagai campuran terhadap kekuatan batu bata, *Jurnal Hasil Penelitian Bidang Fisika*.

Haslinda Mohd Anuar & Harlida Abdul Wahab (2015). Sisa pepejal dan pembersihan awam: pengurusan dan perundangan, *Solid Waste Solution Journal*, 1.

Ismail, M.S dan Waliudin, A.M. (1996). *Effect of rice husk ash on high. strength concrete construction building*.

Mat Lazim Zakaria (2005). *Bahan dan binaan*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.

Mehta K. P., P.J.M. Monteiro (1993). *Concrete structure, properties, and materials (2nd ed)*. New Jersey : Prentice Hall.

Mohd Sabri, A. & Kamarudin Mohd, Y. (1990). Pengukuran resapan air ke dalam konkrit dengan menggunakan kaedah ujikaji resapan awalan permukaan. *Jurnal Jurutera*, 2, 131-141.

Oti, J.E., Kinuthia, J.M. and Bai, J. (2009). *Stabilised earth masonry technology incorporating industrial by-products*. 11th International Conference on non-Cementious Material and Technology. Bath UK.

Oyedepo, O.J., S.D. Oluwajana, S.P. Akande (2014). *Investigation of properties of concrete using sawdust as partial replacement for sand*, Civ. Environ. Res., 6 (2),35-42

Oyetola, E. B. and Abdullahi, M. (2006). The use of rice husk ash in low – cost sandcrete block production. *leonardo electronic Journal of Practices and Technologies*, 8, 58 – 70.

Shafigh. P., H.B. Mahmuda, M.Z. Jumaat, M. Zargar (2014). Agricultural wastes as aggregate in concret mixtures – A review constr. *Build Mater*, 53, 110-117.

Soeharto. (1963). *Peraturan umum untuk pemeriksaan bahan-bahan bangunan*. Indonesia: Ribuan Kedua.

Singh, N. B., Rai. S., and Chaturvedi, S. (2002). *Hydration of composite cement, progress in crystal growth and characterization of materials*.