

PENGUNAAN ABU TONGKOL JAGUNG SEBAGAI BAHAN GANTI SEPARA SIMEN DALAM PENGHASILAN BATA TANPA BAKAR

Rahayu Binti Hayat
Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah,
Shah Alam, Selangor
rahayu.hayat@gmail.com

Herliana Binti Hassan
Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah,
Shah Alam, Selangor

Mai Azuna Binti Meor Yusuf
Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah,
Shah Alam, Selangor

ABSTRAK

Pada zaman kini, masalah kekurangan bahan mentah dan kos yang tinggi dalam pembinaan menyebabkan sesetengah pihak mencari alternatif yang lain untuk menjimatkan kos dan mendapatkan keuntungan yang lebih. Bata abu tongkol jagung adalah bata tanpa bakar yang diperbuat daripada tanah merah, simen dan pasir di mana abu tongkol jagung sebagai bahan ganti separa simen. Tujuan kajian ini adalah untuk menghasilkan bata merah yang mempunyai kekuatan yang tinggi dan menentukan tahap penyerapan air. Ukuran saiz bata yang dihasilkan adalah mengikut saiz piawai 215mm x 102.5mm x 65mm. Rupa bentuk bata abu tongkol jagung adalah segi empat tepat dengan permukaan yang rata. Tongkol jagung dibakar dengan api yang bersuhu 400°C sehingga menjadi arang. Arang tongkol jagung tersebut ditumbuk sehingga halus dan menjadi abu yang dipanggil abu tongkol jagung. Abu tongkol jagung tersebut dicampurkan ke dalam adunan simen, tanah merah, dan pasir menggunakan peratusan yang spesifik dalam komposisinya. Peratus abu tongkol jagung yang digunakan sebagai bahan ganti separa simen adalah 10% dan 50%. Daripada hasil kajian ini, didapati purata kekuatan bata yang menggunakan 10% dan 50% abu tongkol jagung ialah 5.78 N/mm² dan 5.95 N/mm². Merujuk kepada JKR Standard Specifications For Building Works 2005 ditetapkan kekuatan mampatan bata adalah 5.20 N/mm². Berdasarkan keputusan yang diperolehi dengan penggantian abu tongkol jagung dapat meningkatkan kekuatan mampatan dan ketahananlasakan bata manakala ketumpatan bata berkurangan. Ini menunjukkan bata yang menggunakan abu tongkol jagung sebagai bahan ganti separa simen adalah sesuai dijadikan sebagai alternatif penghasilan bata dan dalam masa yang sama dapat mengurangkan pembuangan sisa tongkol jagung yang terhasil daripada kilang dan pertanian.

KATA KUNCI: Bata Abu Tongkol Jagung, Bata Tanah Merah, Simen.

1. PENGENALAN

Peningkatan pembuatan bata yang bermutu tinggi dan mempunyai kekuatan yang baik serta sifatnya yang ringan, mudah disediakan, bentuk dan saiz seragam telah menjadikan bata salah satu bahan binaan yang sering digunakan dalam industri pembinaan. Terdapat juga beberapa kajian untuk menggantikan separa simen dalam penghasilan bata seperti abu kelapa sawit (Md Nasser, 2006), abu terbang (Muhammad Waridi, 2015), kulit telur dan sisa enap kumbahan (Nor Fadzillah, 2016) menunjukkan kesan positif yang boleh digunakan sebagai bahan binaan kejututeraan awam. Terdapat juga kajian lain yang dijalankan iaitu menggunakan serbuk sisa kaca (Md Alimi Bin Yasinan, 2017) namun tidak dapat memenuhi nilai kekuatan mampatan yang tinggi seperti simen. Menurut Ramly, 2007 penggunaan bata bakar menyebabkan peningkatan kos yang tinggi daripada segi penyediaan kos bahan-bahan mentah (Ramly, 2007).

Oleh itu, kajian ini dijalankan dengan tujuan menghasilkan bata ubahsui tanpa bakar dengan menggantikan separa simen dengan Abu Tongkol Jagung yang mana berkemungkinan mempunyai kekuatan mampatan serta berketumpatan yang baik dan dapat menghasilkan bata yang berkonsepkan kehijauan dalam persekitaran yang mampan. Tongkol jagung diperolehi daripada kilang di sekitar Tanjong Karang, Kuala Lumpur dan Seremban. Peratus yang digunakan untuk bata ubahsui ialah 10% dan 50% Abu Tongkol Jagung.

2. SOROTAN KAJIAN

2.1 Tanah

Tanah merupakan bahan mineral yang terletak di antara lapisan permukaan bumi dan lapisan tanah tak telap air dalam permukaan bumi. Dalam penghasilan bata, tanah berbutir adalah tanah yang paling sesuai untuk diadun bersama simen dan mengurangkan penggunaan simen. Bahan organik yang terkandung dalam tanah, biasanya bersifat asid dan ini boleh mengganggu proses hidrasi simen yang boleh menyebabkan kekuatan simen terganggu (Taylor, 2002). Maka kandungan bahan organik dalam tanah yang hendak distabilkan mestilah tidak lebih daripada 2%. Menurut Walker dan Stace, 1997 tanah yang mengandungi kandungan mineral kurang daripada 15% hingga 30% adalah yang paling sesuai untuk distabilkan dengan simen pada kadar 5% hingga 10%.

2.2 Pasir

Menurut Tan (2002), 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 merekat walaupun kekuatannya agak kurang. Pasir kasar pula sesuai digunakan untuk membancuh konkrit dan membuat blok dan bata simen. Mutu pasir lombong dapat dipertingkatkan dengan membersihkan kandungan tanahnya dengan air. Menurut Tan (2002), pasir sungai mutunya baik jika tidak mengandungi kekotoran yang berlebihan. Bancuhan konkrit atau mortar yang menggunakan pasir sungai sahaja biasanya lebih susah dikerjakan. Oleh itu bahan tambah yang dinamakan pemudah-adun kadangkala digunakan untuk meningkatkan keboleherjaan.

2.3 Simen

Simen Portland biasa merupakan campuran batu kapur dan tanah liat yang dibakar bersama dan membentuk kalsium silikat untuk mengawal kadar pengerasan simen semasa bertindakbalas dengan air (Mahyudin Ramli, 1991). Technical Teachers Training Institute (2005) simen Portland biasa sering digunakan dalam pembinaan kerana sifatnya yang bebas terhadap serangan sulfat serta mempunyai rintangan terhadap pengecutan dan keretakan namun agak lemah terhadap serangan kimia.

2.4 Air

Air memainkan peranan penting untuk bertindakbalas dengan simen dalam pembentukan konkrit. Air dari sumber bersih (Taylor, 2002) dan (Mat Lazim, 2005) serta bebas dari kekotoran dan bahan organik (Irving Kett, 2000) perlu digunakan ketika membancuh konkrit bagi menjaga kualiti.

2.5 Abu Tongkol Jagung

Jagung merupakan tanaman ketiga paling utama dunia selepas gandum dan padi (Ghizan Saleh, 2017) serta merupakan tanaman utama di 25 buah negara. Tongkol jagung mudah diperolehi kerana penanaman jagung di Malaysia mempunyai keluasan sebanyak 6,300 hingga 6,800 hektar CHE setiap tahun (Mohd Anim Hosnan, 2019). Penghasilannya juga singkat sekitar 68 hingga 72 hari dan dapat menghasilkan lebih kurang 40,000 tongkol jagung bagi seekor tanah.

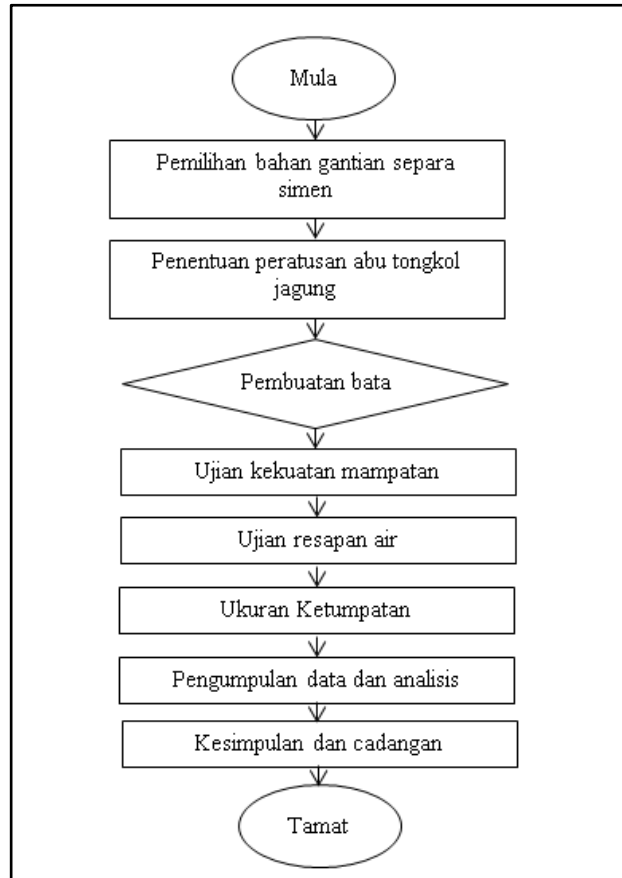
Dalam kegiatan industri, jagung menghasilkan sisa buangan seperti kulit dan tongkol jagung. Sisa tongkol jagung jarang diguna semula dan hanya tertumpu sebagai makanan binatang (Anggraeny, 2006). Pada dasarnya industri tongkol jagung meluas tetapi tidak dimanfaatkan dengan optimal. Tongkol jagung memiliki kandungan silika melebihi 60% (Adesanya dan Raheem, 2009) dan alumina yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah refraktori. Abu tongkol jagung yang dibakar pada suhu dan waktu tertentu akan menghasilkan butiran abu tongkol jagung yang halus sehingga dapat menyatu dengan mudah bersama bahan-bahan lain dalam bata tanah liat tanpa bakar.

Estu Yoga Elmi Gesa, Yuike Ika Cahyo dan Lucky Caeser Direstiyani (2015) dalam kajiannya menggunakan abu tongkol jagung sebagai gam epoxy. Keputusan eksperimen menunjukkan kenaikan kekuatan mampatan dalam bata yang menggunakan 6% abu tongkol jagung menggantikan simen (Ogunbode dan Apeh, 2012). Penggantian abu tongkol jagung sebanyak 20% dan 50% dari berat simen Portland biasa dalam penghasilan konkrit dan mortar mampu meningkatkan kekuatan, mengurangkan resapan air dan keberaliran haba (Adesanya, 1996). Penggantian 8% abu tongkol jagung mencukupi bagi meningkatkan kekuatan mampatan dalam campuran konkrit (Adesanya dan Raheem, 2009)

Dengan penambahan silika daripada abu tongkol jagung, maka kekuatan impak serta kekuatan bata tanah liat tanpa bakar akan meningkat. Hal ini disebabkan kerana partikel serbuk terikat dengan lebih baik sehingga liang-liang menjadi semakin berkurangan yang akan menyebabkan bata tanah liat tanpa bakar tahan terhadap pengikisan, kebolehtelapan menurun, kapasiti panas menjadi lebih tinggi dan konduktiviti termal menjadi lebih baik serta tidak ada konsentrasi tegangan yang akan mengakibatkan keretakan ketika dikenakan beban.

3. METODOLOGI KAJIAN

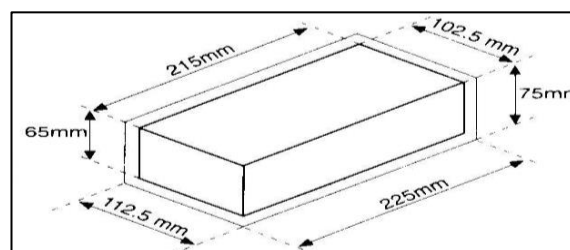
Pengumpulan tongkol jagung diperolehi daripada beberapa pengusaha tanaman jagung dan peniaga-peniaga di sekitar Tanjong Karang, Kuala Lumpur dan Seremban. Tongkol jagung dikumpul sebanyak 6 guni mengikut anggaran kasar yang dibuat untuk menghasilkan 2 kilogram abu tongkol jagung.. Peratus yang digunakan untuk bata ubahsuai ialah 10% dan 50% abu tongkol jagung daripada berat simen Portland biasa. Rajah 1 menunjukkan carta alir proses pelaksanaan kajian ini.



Rajah 1: Carta Alir Proses Pelaksanaan Kajian

3.1 Spesifikasi Bata

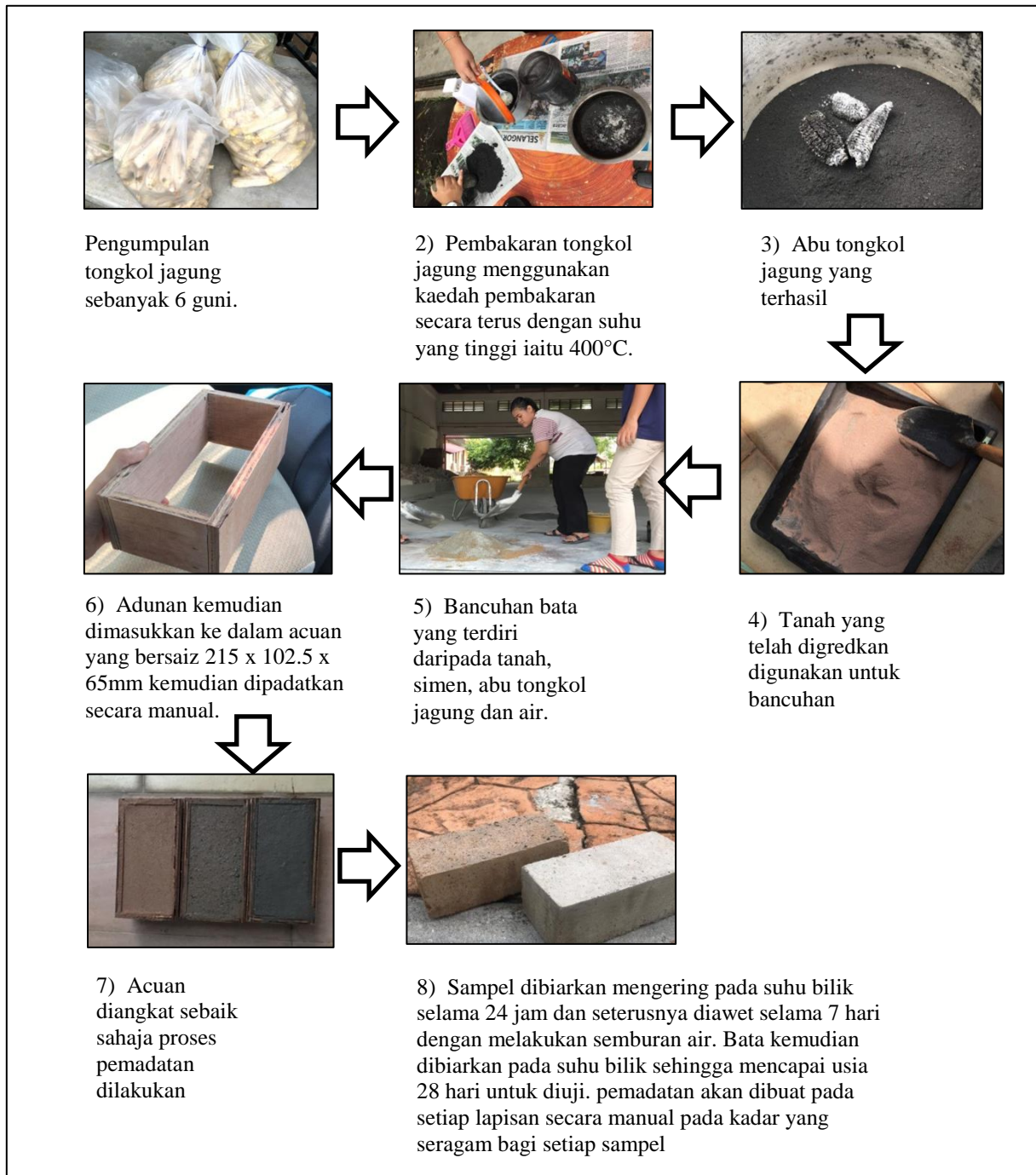
Bata yang dihasilkan akan menggunakan acuan bersaiz 215mm x 102.5mm x 65mm. Rajah 2 menunjukkan lakaran bagi ukuran bata yang dihasilkan.



Rajah 2: Spesifikasi Bata yang Dihasilkan

3.2 Penyediaan bahan dan pembuatan bata

Proses bancuhan dan pembuatan bata dilakukan di bengkel bata dengan menggunakan kaedah manual. Rajah 3 menunjukkan proses pembuatan bata.



Rajah 3: Proses Penyediaan Bahan dan Pembuatan Bata

3.3 Sampel Kajian

Kaedah persampelan adalah mengikut prosedur persampelan bata ubahsuai iaitu pada kadar 18% simen: 41% tanah: 41% pasir (Muhammad Waridi, 2015). Sebanyak 0%, 10% dan 50% abu tongkol jagung digunakan bagi menggantikan peratus simen dalam bancuhan bata. Berdasarkan kajian lepas, kedua-dua peratusan ini paling efektif digunakan bersama-sama simen. Jadual 1 menunjukkan nisbah bancuhan bata menggunakan abu tongkol jagung sebagai gantian separa simen. Setiap bancuhan disediakan 3 sampel untuk mendapatkan purata setiap nilai.

Jadual 1: Kandungan Abu Tongkol Jagung dalam Bancuhan Bata

Kandungan abu tongkol jagung dalam simen	Simen (g)	Tanah (g)	Pasir (g)	Abu Tongkol Jagung (g)
0%	1980	4950	4950	0
10%	1782	4950	4950	198
50%	990	4950	4950	990

3.4 Ujian Kekuatan Mampatan

Ujian kekuatan mampatan dilaksanakan berdasarkan BS 3921 (1985) menggunakan tiga sampel. Bata ini direndam selama 16 jam dengan suhu air antara 10°C hingga 25°C di dalam sebuah bekas air. Sampel bata tersebut di keluarkan dari tangki dan dikeringkan selama setengah jam pada suhu bilik. Guni basah digunakan untuk menutup permukaan atas bata bagi mengelakkan kehilangan lembapan semasa proses pengeringan. Kemudian, sampel bata diuji menggunakan mesin mampatan. Rajah 4 menunjukkan proses pelaksanaan kekuatan mampatan terhadap bata yang telah direndam selama 16 jam.

**Rajah 4: Ujian Kekuatan Mampatan Yang Dilakukan Di Makmal Kejuruteraan**

3.5 Penentuan Ketumpatan

Sampel bata dikeringkan didalam oven pada suhu 100°C dalam tempoh 24 jam ketumpatannya dikira menggunakan persamaan :

$$\text{Ketumpatan} = \text{Jisim/Isipadu}$$

3.6 Ujian Resapan Air

Sampel bata kawalan dan bata abu tongkol jagung diuji untuk mengetahui kadar resapan air bagi menentukan tahap ketahananlasakan bata tersebut. Ujian resapan air yang dilakukan mengikut BS 1881-122: 2011. Kadar resapan akan diuji dengan menggunakan 3 sampel bagi setiap bancuhan. Sampel dibiarkan dalam oven dengan suhu 110 °C selama 48 jam. Kemudian dibiarkan selama 4 jam dalam suhu bilik dan berat kering, W_1 ditimbang. Bata diletakkan dalam tangki dan dibiarkan selama 24 jam dan ditimbang sebagai W_2 . Peratus serapan air dikira menggunakan persamaan 1.

$$\text{Persamaan 1: \% Resapan air} = (W_2 - W_1) / W_1 \times 100$$

4. ANALISIS DAN KEPUTUSAN

4.1 Kekuatan Mampatan

Kekuatan mampatan sesuatu bata banyak dipengaruhi oleh kandungan simen dalam bancuhan, jenis bahan mentah sesuatu bata dan teknik pemadatan yang digunakan. Kekuatan mampatan adalah merupakan satu aspek yang penting dalam menilai kemampuan tanggung beban sesuatu bata.

Daripada Jadual 2 didapati bahawa bata kawalan mencatatkan purata kekuatan mampatan 5.50 N/mm² dengan keputusan kekuatan mampatan tertinggi 5.55 N/mm² manakala yang terendah adalah 5.46 N/mm². Penggunaan Abu Tongkol Jagung sebanyak 10% menghasilkan keputusan kekuatan mampatan purata sebanyak 5.78 N/mm². Keputusan terendah bata ini adalah 5.75 N/mm² dan kekuatan mampatan tertinggi adalah 5.80 N/mm². Penggunaan Abu Tongkol Jagung sebanyak 50% menghasilkan kekuatan mampatan purata bata adalah 5.95 N/mm². Kekuatan mampatan tertinggi adalah 6.05 N/mm² dan terendah adalah 5.84 N/mm².

Menurut Compressed Earth blocks Standards (1998) kekuatan mampatan terendam bata yang dihasilkan dengan menggunakan tanah biasanya berada dalam lingkungan 4 N/mm² ke bawah dan mencukupi untuk digunakan sebagai struktur yang rendah bebanannya seperti kediaman setingkat. Perbezaan kekuatan ini wujud disebabkan daripada penggunaan tanah yang berbeza semasa proses penghasilannya dan juga cara pematatannya. JKR Standard Specifications For Building Works, 2005 menetapkan kekuatan mampatan bata adalah 5.20 N/mm².

Jadual 2: Keputusan Ujian Mampatan

Kandungan abu tongkol jagung dalam simen	Kekuatan (N/mm ²)			
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Purata
0%	5.48	5.55	5.46	5.50
10%	5.80	5.78	5.75	5.78
50%	6.05	5.95	5.84	5.95

4.2 Ketumpatan

Jadual 3 menunjukkan keputusan pengukuran ketumpatan bagi bata kawalan dan bata ubahsuai menggunakan Abu Tongkol Jagung. Daripada data, menunjukkan bacaan yang diperolehi adalah agak seragam. Ini menunjukkan proses penghasilan bata yang dilakukan adalah konsisten. Secara puratanya ketumpatan bagi bata kawalan adalah 1834 kg/m³. Manakala ketumpatan purata bagi bata yang telah diubahsuai dengan Abu Tongkol Jagung adalah 1793 kg/m³ dan 1764 kg/m³. Berdasarkan kebanyakan kajian lepas, ketumpatan bata tanah adalah di antara 1500 kg/m³ dan 2000 kg/m³. Hasil kajian ini secara amnya memenuhi piawai yang digunakan malah agak ringan berbanding bata kawalan yang menggunakan lebih banyak simen. Analisis terhadap Rajah 5 mendapati semakin tinggi penggunaan Abu Tongkol Jagung semakin tinggi kekuatan mampatan dan semakin rendah ketumpatannya. Ini menunjukkan Abu Tongkol Jagung sesuai dijadikan sebagai bahan alternatif menggantikan simen.

Jadual 3: Keputusan Pengukuran Ketumpatan

Kandungan abu tongkol jagung dalam simen	Ketumpatan (kg/m ³)			
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	purata
0%	1857	1837	1809	1834
10%	1843	1822	1715	1793
50%	1781	1799	1712	1764

4.3 Ketahananlasakan

Keputusan analisis kebolehesapan air pada bata kawalan dan bata ubahsuai abu tongkol jagung ditunjukkan Jadual 4. Sampel bata yang mengandungi komposisi abu tongkol jagung 10% dan 50% mempunyai kerintangangan yang lebih baik daripada sampel bata tanpa abu tongkol jagung terhadap ujian peresapan air.

Jadual 4: Keputusan Ujian Kadar Serapan Lembapan

Jenis bata	Sampel	W ₁ (kg)	W ₂ (kg)	(W ₂ - W ₁)	Serapan Lembapan %	Purata %
Bata kawalan	1	2.81	3.12	0.31	11.03	7.76
	2	2.79	2.98	0.19	6.81	
	3	2.76	2.91	0.15	5.43	

Bata CCA (10%)	1	2.73	2.80	0.08	2.93	3.49
	2	2.80	2.91	0.11	3.92	
	3	2.76	2.86	0.10	3.62	
Bata CCA (50%)	1	2.78	2.85	0.07	2.51	1.69
	2	2.68	2.70	0.02	0.75	
	3	2.74	2.79	0.05	1.82	

5. KESIMPULAN

Berdasarkan kajian yang dijalankan melalui ujian makmal, didapati bata dengan bahan gentian 10% dan 50% abu tongkol jagung mencatatkan kekuatan mampatan melebihi bata tanpa abu tongkol jagung iaitu 5.78 N/mm² dan 5.95 N/mm². Dari segi ketumpatan ianya lebih ringan dan kadar resapan lembapan bagi 10% dan 50% bata abu tongkol jagung juga berada pada tahap yang memuaskan dan sesuai untuk penggunaannya. Bata dengan kekuatan 5.2 N/mm² boleh digunakan dalam pembinaan rumah satu atau dua tingkat.

RUJUKAN

- Adesanya, D.A (1996). Evaluation of blended cement mortar, concrete and stabilized earth made from ordinary Portland Cement and corn cob ash. *Construction Building Material*, 10(6):451-56
- Adesanya, D.A dan Raheem, A.A (2009). A study of the workability and compressive strength characteristic of corn cob ash blended cement concrete. *Construction And Building Material*, 23 (1). Dimuat turun pada 18 Oktober 2019 dari <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061807003091#!> ; 311-317
- Adesanya, D.A., and Raheem, A.A, (2009). Development of Corn Cob Ash Blended Cement, *Construction and Building Materials*, 23 (1); 347–352
- Anggraeny, Y.N. (2006). Potensi limbah jagung siap rilis sebagai sumber hijau sapi potong. *Prosiding Lokakarya Nasional Jejaring Pengembangan Sistem Integrasi Jagung-Sapi*. Puslitbangnak, Pontianak.;149-153.
- British Standard 3921, *Specifications for clay brick*. British Standard Institute, UK (1985)
- British Standard 1881-122, *Testing Concrete. Method for Determination of Water Absorption*, 2011. (n.d.)
- Estu Yoga Elmi Gesa, Yuike Ika Cahyo dan Lucky Caesar Direstiyani (2015), SAC²-Super adhesive corn cobs waste as the innovation of ecofriendly glue with liquefied epoxy resin based. *The Prosiding of ISIC 2015 Academic Conference..* London. Dimuat turun pada 18 Oktober 2019 dari [https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=super+adhesive+corn+cobs&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=super+adhesive+corn+cobs&btnG=;) ;95-102
- Ghizan Saleh. (2017). Pembangunan varieti dan pembiakbakaan jagung bijian. UPM. Dimuat turun pada 5 September 2019 dari <http://engineering.utm.my/civil/spacefka/wp-content/uploads/sites/38/2014/02/semua.pdf>
- Indian Standard Institution (1971). IS3102-1971. *Classification of Clay Solid Brick*. India.
- Irving Kett (2000). *Engineered Concrete: Mix Design and Test Methods*. CRC Press LLC. USA.
- 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
- Mahyudin Ramli (1991). *Teknologi konkrit dan Pembinaan*. Dewan Bahasa dan Pustaka. Kuala Lumpur.
- 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>
- Md Nasser Bin Samsudin.(2006). *Kajian Abu Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pengganti Simen Dalam Konkrit*. http://Eprints.Usm.My/29787/1/KAJIAN_ABU_KELAPA_SAWIT_SEBAGAI_BAHAN_PENGGANTI_SIMEN_DALAM_KONKRIT.pdf
- Mohd Anim Hosnan. (2019). *Penanaman Jagung manis*. Dicapai dari <http://myagri.com.my/2017/02/jagung-manis-fertigasi/>
- Muhamad Waridi Bin Hadzali. (2015). *Kajian Sifat Fizikal Dan Mekanikal Bata Saling Mengunci*. Dicapai dari <http://engineering.utm.my/civil/spacefka/wp-content/uploads/sites/38/2014/02/semua.pdf>
- Nor Fadzillah Binti Zulkipli. (2016). *Guna Sisa Enap Kumbahan Hasilkan Batu Bata SBRICK*. UMP <http://umpir.ump.edu.my/id/eprint/16882/1/UMP%20guna%20sisa%20enap%20kumbahan%20hasilkan%20batu%20bata%20S-BRICK.pdf>

- Ogunbode, E.B dan Apeh, J.A. (2012). Waste to wealth: A study of laterite bricks produced using blended incinerated corn cob ash cement. *West Africa Built Environment Research (Waber) Conference*. Dimuat turun pada 18 Oktober 2019 dari https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=Waste+to+wealth%3A+A+study+of+laterite+bricks+produced+using+blended+incinerated+corn+cob+ash+cement.&btnG= p. 1023-1031
- Ramly, A. (2007). *Kekuatan mampatan dan keboleherapan bata tanpa bakar*. Universiti Teknologi Malaysia.
- Taylor, G.D. (2002). *Material in construction*. Pearson, United Kingdom.
- Technical Teachers Training Institute (2005). *Civil Engineering Materials*. Tata McGraw Hill Publishing Company Limited.