

KAJIAN TERHADAP PENGGUNAAN SISA SERBUK GETAH DALAM PENGHASILAN “INTERLOCKING PAVEMENT BLOCK”

Norliza bt Md Jahid

Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah, Shah Alam, Selangor
jnorliza588@gmail.com

Jazlina bt Muhammad

Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah, Shah Alam, Selangor

ABSTRAK

Tayar terpakai merupakan salah satu daripada bahan buangan yang terbesar dan paling bermasalah di negara kita Malaysia Tanpa sistem pelupusan yang sistematik, tayar yang telah digunakan akan berakhir dengan dibuang sewenang-wenangnya di merata tempat dan mewujudkan tempat pembiakan nyamuk dan masalah pembakaran terbuka. Kajian dilakukan bagi menghasilkan blok turapan pejalan kaki yang diberi nama 'Rubber Tyre Waste Interlocking Pavement Block'. Bahan yang digunakan adalah simen, agregat halus (pasir), serbuk tayar getah dan air. Saiz sisa tayar getah yang digunakan untuk kajian ini ialah 3 - 5 mm. Saiz sampel kotak acuan untuk sampel ujian adalah 50 mm x 50 mm x 50 mm. Nisbah yang digunakan ialah 1:3 iaitu nisbah simen kepada nisbah pasir dan 0%, 5%, 10%, 15%, 20% sisa tayar getah digunakan sebagai pengganti agregat halus bagi setiap nisbah sampel. Perbandingan kekuatan dan kadar resapan air antara 'interlocking block' biasa (0% serbuk tayar getah) dan 'interlocking block' yang menggunakan serbuk getah mengikut nisbah dilakukan dengan menjalankan ujian makmal. Daripada ujian makmal, di dapati ujian mampatan bagi campuran nisbah 5%, 10% dan 15% serbuk getah memberikan nilai yang rendah tetapi masih lagi tergolong di dalam kelas blok 'load bearing' iaitu kelas 1 (piawaiian (BS EN 772 / BS 4551) dan bagi ujian resapan air, di dapati, semua peratusan serbuk getah adalah sesuai digunakan dan mengikut piawaiian yang ditetapkan BS EN 772 / BS 4551. Peratusan serbuk getah yang terbaik untuk pembuatan 'interlocking block' adalah sebanyak 5% disebabkan bacaan ujian mampatan yang paling tinggi antara nisbah yang lain iaitu 12.8MN/m².

KATA KUNCI: 'interlocking block', serbuk tayar getah, ujian mampatan, ujian resapan air

1. PENGENALAN

Perkembangan dalam sektor pembinaan merupakan salah satu faktor yang menyumbang kepada kemajuan dan juga peningkatan ekonomi kepada sesebuah negara. Pada zaman yang semakin berkembang pesat ini, teknologi juga berubah dan semakin berkembang lantaran kepada keperluan perkembangan dalam bidang teknologi, ekonomi dan sosial. Perkembangan dalam dunia teknologi adalah menjadi keutamaan kepada sesebuah negara kerana ianya bertindak sebagai pemangkin kepada pusat perubahan ekonomi, sosial dan masyarakat. Oleh itu, kajian terhadap penggunaan sisa serbuk getah dalam penghasilan 'interlocking pavement block' dilakukan disebabkan oleh pertambahan lambakan sisa tayar dan masalah yang disebabkan olehnya yang menjadi isu utama yang sering diperkatakan di media massa. Ini kerana, lambakan tayar yang dibuang menyebabkan pelbagai masalah diantaranya adalah masalah kesihatan. Ianya adalah kerana tayar yang dibuang dengan cara yang tidak sepatutnya menjadi tempat takungan nyamuk aedes yang menyebabkan penularan penyakit demam denggi. Seterusnya, cara pelupusan tayar yang salah iaitu pembakaran secara terbuka dan akan menyebabkan pencemaran udara. Tayar yang dibakar menghasilkan asap yang boleh menyebabkan penyakit kanser yang boleh menyebabkan maut. Pembuangan sisa tayar secara berleluasa menyebabkan peningkatan tempat pembiakan nyamuk Aedes dan peningkatan kes kematian yang disebabkan oleh nyamuk Aedes di Malaysia. Kes kebakaran yang disebabkan oleh tayar yang berlaku di Virginia, Amerika Syarikat pada tahun 1983 mencatatkan tahap bacaan maksimum kebakaran iaitu kepulan asap hitam naik 3000 kaki ke udara dan merebak di bawah tiupan angin sehingga 80 kilometer (km) dan terbakar selama sembilan bulan lamanya. Ianya menjadi salah satu kebakaran tayar yang paling teruk dalam sejarah. (Agnes Tugong, Utusan Borneo Online pada 23 April 2015)

2. SOROTAN KAJIAN

'Interlocking block' adalah bata yang direka untuk dicantumkan antara satu sama yang lain dengan mudah. Terdapat dua jenis 'interlocking block' berdasarkan bahan yang digunakan semasa pembinaan iaitu 'interlocking block' simen pasir dan 'interlocking block' konkrit. Nisbah pasir kepada simen untuk 'interlocking block' simen pasir adalah dalam nisbah antara 1:6 kepada 1:10. Nisbah simen, pasir dan batu kerikil untuk 'interlocking block'

konkrit 1:5:3. Sistem 'interlocking block' yang digunakan di dalam pembinaan mempunyai pelbagai kelebihan antaranya efisien dan menjimatkan masa pembinaan, menjimatkan kos di dalam pembinaan, rekabentuk seni bina yang menarik dan menyeragamkan rekabentuk. Di dalam kajian ini, nisbah simen kepada agregat halus yang digunakan adalah 1:3, 1:6 dan 1:8. Peratusan serbuk tayar getah yang digunakan untuk menggantikan agregat (pasir) adalah sebanyak 5%, 10%, 15% dan 20%. Kemudian, 'interlocking block' yang telah dicampurkan dengan sisa tayar getah mengikut peratusan dibandingkan dengan 'interlocking block' yang tidak menggunakan serbuk tayar getah dengan membuat ujian terhadap sampel produk. Ujian yang dilakukan adalah ujian kekuatan mampatan (compressive strength) dan ujian resapan air (water absorption). Ujian-ujian yang dilakukan adalah dengan mengikut piawaian BS EN 1338 : 2013.

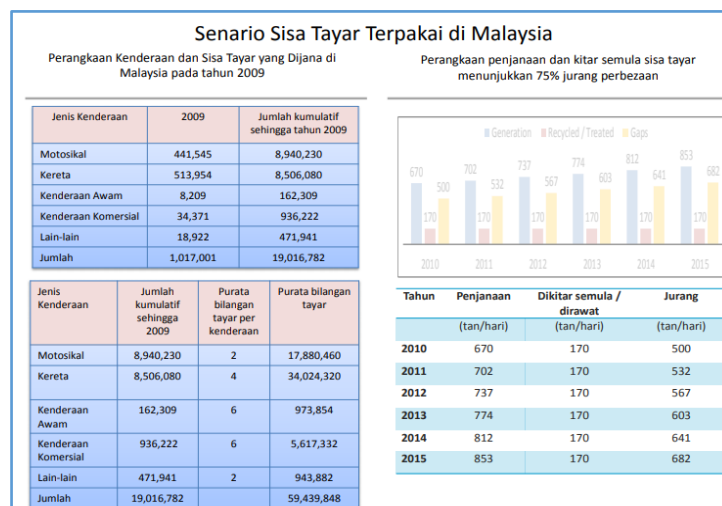
2.1 Getah

Getah adalah sejenis bahan yang unik yang mempunyai sifat fizikal yang elastik dan likat. Ia juga berfungsi sebagai penebat arus elektrik dan gegaran yang baik. Terdapat dua jenis getah iaitu getah asli dan getah sintetik. Getah asli dihasilkan daripada lateks pokok *Hevea Brasiliensis*, sumber asli isoprena yang lebih dikenali sebagai "india rubber" dimana ia dikeringkan untuk proses komersial. Getah asli mempunyai kedua-dua sifat elastik dan likat mejadikan ia polimer yang ideal dalam pengaplikasian kejuruteraan yang dinamik dan statik. Kelebihan getah asli berbanding getah sintetik adalah ia mempunyai kepuasan dinamik yang lebih bagus, tahap rendaman yang lebih rendah, dan sifat rintangan yang lebih tinggi terhadap kekoyakkan ketika panas.

Manakala, getah sintetik pula dihasilkan dengan menggunakan teknik larutan atau emulsi pempolimeran. Apabila mengaplikasikan teknik polimer kimia, dapat memberi peluang yang lebih hebat dalam menghasilkan getah yang mempunyai sifat mekanikal seperti sifat perintang api, kimia dan larutan yang lebih tinggi daripada getah asli. Terdapat lebih daripada 20 jenis getah sintetik yang mempunyai sifat mekanikal yang berlainan mengikut kehendak dan situasi. Kelebihan getah sintetik berbanding getah asli ialah sifat rintangan terhadap minyak, bahan kimia dan oksigen yang lebih bagus. Sifat rintangan terhadap penuaan dan luluhawa yang lebih bagus. Daya tahan yang lebih tinggi terhadap haba dalam jarak yang lebih tinggi. (Ronald J. Schaefer, Chapter 33 Mechanical Properties Of Rubber, 2002).

2.2 Permasalahan Pembuangan Sisa Tayar Getah

Masalah pembuangan sisa tayar getah semakin berleluasa sejak kebelakangan ini. Menurut sebuah artikel dari Berita Harian Online (Faris Fuad, 2018) yang menunjukkan satu kes pembuangan tayar terpakai yang menjadi tempat tangkungan air dan seterusnya menjadi sarang pembiakan nyamuk *Aedes*. Manakala sebuah artikel dari Utusan Borneo Online (Agnes Tugong, 2015) rajah 1 yang menunjukkan mengenai peningkatan kadar purata kenderaan yang didaftarkan setiap tahun di Malaysia. Ianya menyumbang kepada peningkatan pembuangan tayar kenderaan kerana tayar kenderaan perlu ditukar setiap tahun.



Rajah 1: Senario sisa tayar terpakai

2.3 Bahan pembuatan 'interlocking block'

Kajian ini bermula dengan penyediaan bahan-bahan yang akan digunakan untuk menghasilkan 'interlocking block'. Bahan utama yang diperlukan ialah simen, aggregate halus (pasir), air dan getah. Ujian kekuatan mampatan dan ujian resapan air dilakukan ke atas 'interlocking block'.

2.3.1 Simen

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.

2.3.2 Agregat halus (pasir)

Agregat terbentuk dari pasir secara semulajadi, granit atau batu kapur. Kesemua agregat tersebut hendaklah mematuhi MS EN 12620. Agregat yang digunakan juga mestilah daripada sumber-sumber yang dibenarkan. Agregat terdiri daripada dua jenis iaitu agregat kasar dan agregat halus. Di dalam konteks MS EN 12620, istilah 'pasir' digunakan untuk menggantikan 'agregat halus'. Ujian yang dilakukan mesti memenuhi dan mengikuti MS 30. Pasir halus yang digunakan di dalam pembuatan produk 'interlocking block' adalah pasir halus yang telah diayak terlebih dahulu dan diperolehi di tapak pembekal pasir di Puchong, Selangor seperti di dalam rajah 2.



Rajah Error! No text of specified style in document.: Pasir halus

2.3.3 Air

Air yang digunakan mestilah memenuhi MS EN 1008. Ia mesti bersih dan terhindar daripada bahan-bahan yang boleh merosakkan konkrit di dalam keadaan plastik dan keras.

2.3.4 Getah

Bahan sisa getah tayar, seperti di rajah 3 diperolehi di sebuah kilang di Kedah, Malaysia yang beralamat Gcycle Company, 30&31, Jalan Industri 1/4 Kaw. Perusahaan Ringan Desa Aman, Sungai Lalang, Kampung Pengkalan Batu, 08100 Bedong, Kedah yang bersaiz 3-5mm. Saiz tayar yang telah dicarikkan yang terdapat di kilang tersebut adalah 1mm-3mm, 3mm-5mm, 5mm-7mm, 20 mesh dan 30 mesh.

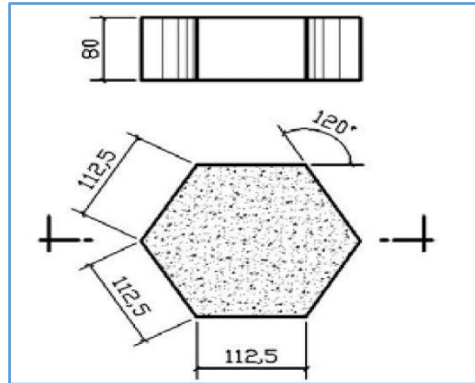


Rajah 3: Sisa tayar yang telah dihancurkan

3. METODOLOGI KAJIAN

'Interlocking block' yang dihasilkan menggunakan serpihan getah, aggregate halus dan simen. Saiz ketebalan yang digunakan adalah 80 milimeter (mm) dan kelebaran sisi setiap permukaan adalah 112.5 milimeter (mm) dibuat menggunakan campuran sisa tayar getah. Pemilihan saiz dan dimensi bata dibuat berpanduan 'General

specification dimensions and tolerances for brick guided by MS 7.6: 1972 / British Standard BS 3921: 1985'. Nisbah yang digunakan adalah 1:3 iaitu nisbah simen kepada pasir kerana untuk sampel nisbah 1:6 dan 1:8 nilai ujian kekuatan sampel tidak diperolehi.. Kuantiti air yang digunakan adalah separuh daripada berat simen. Peratusan getah yang digunakan adalah 5%,10%,15% dan 20% daripada berat pasir.



Rajah 4: Rekabentuk 'interlocking block'

(Dimensions & Tolerances)

Specified Dimensions	Overall Measurement of 24 Bricks
Height: 65 + 1.875 mm	1560 + 45 mm
Width: 102.5 + 1.875 mm	2460 + 45 mm
Length: 215 + 3 mm	5160 + 75

3.1 Proses penghasilan 'interlocking block'

Proses pengiraan bahan mengikut nisbah 1:3 iaitu nisbah simen kepada aggregate halus telah dilakukan bagi mengelakkan pembaziran sebelum proses penghasilan produk dilakukan. Antara proses yang dilakukan dalam penghasilan 'interlocking block':

- i. Bahan yang telah diayak ditimbang mengikut berat tertentu
- ii. Sisa tayar, getah, simen dan pasir digaul dengan menggunakan skop untuk mendapatkan sebatian yang sekata
- iii. Satu lubang dibentuk ditengah campuran untuk mencampurkan air mengikut nisbah yang ditentukan
- iv. Campuran bahan tersebut digaul untuk mendapatkan campuran yang sebatu
- v. Campuran tersebut dituang kedalam kotak acuan
- vi. Campuran yang diletakkan didalam kotak acuan dimampatkan dengan rod pematat untuk memampatkan campuran tersebut
- vii. Campuran tersebut dibiarkan kering dibawah cahaya matahari selama beberapa hari.
- viii. Interlocking block dikeluarkan dari kotak acuan



Rajah 5: Proses penimbangan



Rajah 6: Proses pengaulan simen, agregat (pasir), serbuk tayar getah dan air



Rajah 7: Campuran yang telah dimasukkan ke dalam kotak acuan 'interlocking block'

3.2 Pengujian

Terdapat dua jenis ujian yang dilakukan ke atas sampel. Ujian yang dilakukan adalah ujian kekuatan mampatan (compressive strength) dan ujian resapan air (water absorption)

3.2.1 Ujian Resapan Air (Water Absorption Test)

Ujian ini bertujuan mengetahui kadar peratusan resapan air bagi sesuatu konkrit. Jika sesuatu konkrit. Ujian ini berpandukan piawaian (MS 7.6: 1972 / British Standard BS 3921: 1985)

Prosedur:

- i. Kiub yang telah diawet selama 7 hari dan 14 hari akan dikeluarkan dan dikering di dalam ketuhar sehingga kering dengan menggunakan suhu 105 darjah celsius

- ii. Kemudian, kiub yang telah kering akan dikeluarkan daripada ketuhar dan dimasukkan kedalam bekas kedap udara selama 1 hari.
- iii. Setelah sehari, kiub tersebut akan ditimbang beratnya dan kemudian direndam di dalam air selama 30 minit
- iv. Setelah 30 minit, kiub tersebut akan ditimbang kembali beratnya untuk mengukur kadar serapa air.

$$\text{kadar serapan air} = \frac{\text{berat selepas} - \text{berat sebelum}}{\text{berat selepas}} \times 100$$

3.2.2 Ujian Kekuatan Mampatan (*Compressive Strength*)

Ujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik konkrit. Ianya adalah untuk kita mengetahui adakah kerja mengkonkrit ini dilakukan secara betul. Selain itu, ianya juga bertujuan untuk mengetahui adakah material dapat menampung beban ke atas permukaan di bawah tekanan. Ujian ini berpandukan piawaian (MS 7.6: 1972 / British Standard BS 3921: 1985)

- i. Keluarkan spesimen daripada air selepas tamat tempoh pengawetan dan singkirkan air berlebihan daripada permukaan kiub
- ii. Dimensi spesimen diambil
- iii. Permukaan mesin ujian dibersihkan
- iv. Tempatkan spesimen ke dalam mesin ujian
- v. Spesimen diselaraskan ke tengah-tengah permukaan plat mesin ujian
- vi. Beban dikenakan ke atas permukaan spesimen secara berterusan sehingga spesimen mengalami kegagalan
- vii. Beban maksimum direkod dan keputusan ujian diambil sebanyak 3 kali bagi setiap nisbah bagi mendapatkan purata beban



Rajah 8: Mesin mampatan

4. ANALISIS DAN KEPUTUSAN

Analisa data dilakukan bagi mengenalpasti permasalahan yang dihadapi selepas keputusan ujian dilakukan ke atas sampel produk. Berpandukan data keputusan ujian yang dilakukan ke atas sampel produk, nisbah dan peratusan terbaik dipilih dan dijadikan produk akhir 'interlocking block'.

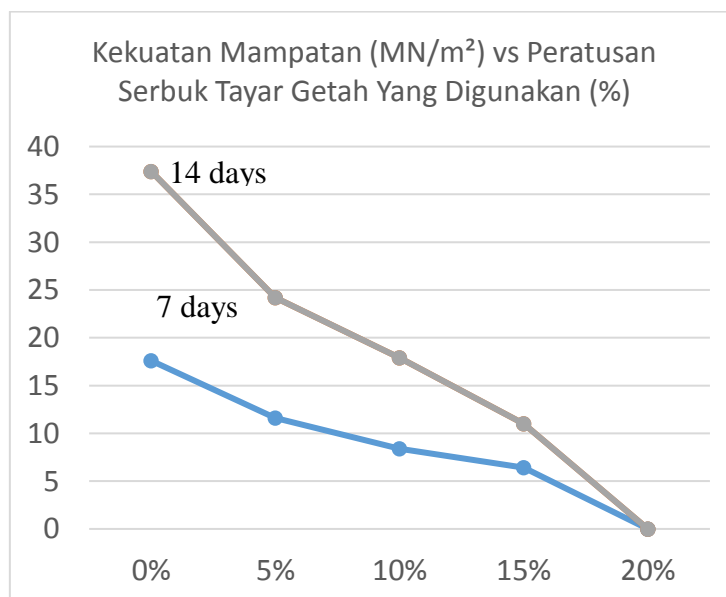
4.1 Data ujian kekuatan mampatan

Data purata kekuatan daya mampatan bagi 7 dan 14 hari pengawetan bagi nisbah 1:3 seperti yang ditunjukkan di dalam Jadual 1.

Rajah 9 menunjukkan graf kekuatan mampatan berlawanan peratusan serbuk tayar getah yang digunakan untuk mencari peratusan serbuk tayar getah yang terbaik bagi menghasilkan 'interlocking block'. Berdasarkan graf di rajah 9, data yang terbaik bagi tempoh pengawetan 7 hari adalah 17.6 MN/m². manakala bagi tempoh pengawetan 14 hari pula, data yang terbaik adalah 19.8 MN/m². Kedua-dua data tersebut tergolong daripada 0%. Untuk penggunaan peratusan getah yang terbaik pula adalah tergolong daripada 5% iaitu 11.6 dan 12.6 bagi pengawetan pada 7 hari dan 14 hari.

Jadual 1: Daya purata mampatan

Masa pengawetan	Peratusan serbuk tayar getah yang digunakan (%)	Purata kekuatan daya mampatan (MN/m ²)
7 hari	0	17.6
	5	11.6
	10	8.4
	15	6.4
	20	0.0
14 hari	0	19.8
	5	12.6
	10	9.5
	15	4.6
	20	0.0

Graf Kekuatan Mampatan (MN/m²) vs Peratusan Serbuk Tayar Getah Yang Digunakan (%)**Rajah 9: Graf Kekuatan Mampatan (MN/m²) vs Peratusan Serbuk Tayar Getah Yang Digunakan (%)**

4.2 Data ujian resapan air

Data berat sebelum dan selepas direndam seperti yang ditunjukkan di jadual 2.

Jadual 2: Perbezaan berat sebelum dan selepas rendaman

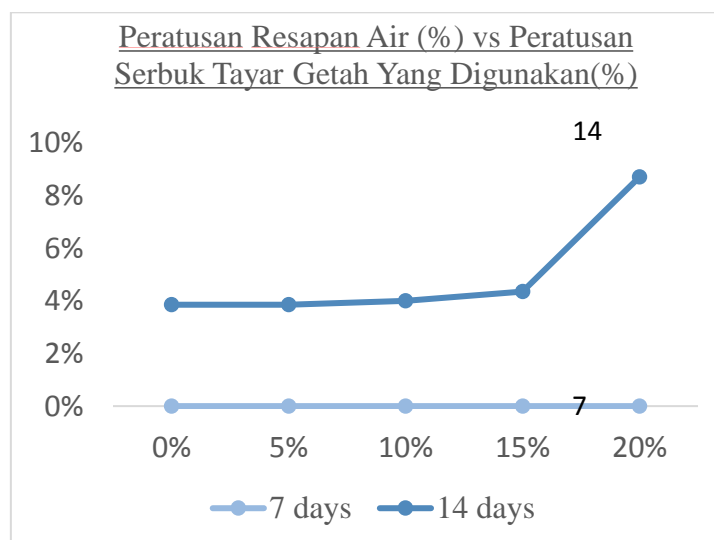
Masa pengawetan	7 hari		14 hari	
	Berat sebelum direndam (gram,g)	Berat selepas direndam (gram,g)	Berat sebelum direndam (gram,g)	Berat selepas direndam (gram,g)
0	260	260	250	260
5	250	250	250	260
10	240	240	240	250
15	230	230	220	230
20	220	220	210	230

Data peratusan resapan air selama 7 dan 14 hari seperti yang ditunjukkan di jadual 3

Jadual 3: Peratusan serapan air

Peratusan serbuk tayar getah yang digunakan (%)	Peratusan resapan air, % (7 hari)	Peratusan resapan air,% (14 hari)
0	0	3.85
5	0	3.85
10	0	4.00
15	0	4.35
20	0	8.7

Graf peratusan resapan Air (%) vs peratusan serbuk tayar getah yang digunakan (%)

**Rajah 10: Graf peratusan resapan air**

Merujuk pada rajah 10, graf menunjukkan peratusan resapan air berlawanan peratusan serbuk tayar yang digunakan. Bagi tempoh pengawetan untuk 7 hari, kesemua nisbah memiliki kadar peratusan resapan air sebanyak 0%. Manakala, bagi tempoh pengawetan untuk 14 hari, kadar peratusan resapan air terbanyak adalah 20% iaitu sebanyak 8.7%. Manakala kadar peratusan resapan air yang terendah adalah 0% dan 5% iaitu 3.85%.

5. KESIMPULAN

Hasil analisa kajian ujian kekuatan mampatan, didapati bahawa sampel 0% hingga 15% bagi nisbah 1:3 adalah tergolong di dalam kelas blok 'load bearing' dan sampel 0% adalah di dalam kelas 3, sampel 5% adalah di dalam kelas 2 dan sampel 10% serta 15% tergolong di dalam kelas 1. Manakala bagi sampel 20%, ianya tergolong di dalam kelas 'damp proof course'.

Manakala bagi ujian resapan air, nisbah keseluruhan sampel adalah mengikuti piawaian yang ditetapkan dan mempunyai nilai kadar peratusan resapan yang rendah. Namun begitu, nilai yang paling tinggi dicatatkan adalah daripada sampel yang menggunakan peratusan getah sebanyak 20 % dan mempunyai kadar peratusan resapan air sebanyak 8.7% . Oleh yang demikian., nisbah 5% serbuk tayar getah yang menggantikan agregat halus untuk dijadikan 'interlocking block' adalah bersesuaian.

RUJUKAN

- Asutkar, P. (2017). Engineering Science and Technology , International Journal, Volume 20, Issue 1, *study on behavior of flexural members by elastic approach* available at <https://www.ijert.org/research/study-on-behaviour-of-flexural-members-by-elastic-approach-IJERTV5IS070309.pdf>
- Asutkara, P., Shindea, P.B., & Patel, R. (2016) available at <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215098616302713>
- Davis, W. & River, O. (1996). *A brief history of rubber* <https://rainforests.mongabay.com/10rubber.html>
- Dhir, R. K., Limbachiya, M. C. & Paine, K. A. (2001). *Recycling and reuses of tyres. Full Length Article Study on the behaviour of rubber aggregates concrete beams using analytical approach*
- Dhir, R. K., Limbachiya, M. C. & Paine, K. A. (2001). *Recycling and reuse of used tyres*, proceeding of the international symposium organized by the concrete technology unit University of Dundee, UK
- Evans, E. R. (2006) *A The Composition of a Tyre Typical Components The Waste & Resources Action Programme*
- Faris Fuad. (2018). *Buang semua longgokan tayar terpakai* <https://www.bharian.com.my/berita/wilayah/2018/02/382976/buang-semua-longgokan-tayar-terpakai>
- Malaysian Standard MS 1933-16:2017 , (2017) *Methods of test for masonry units - Part 16: Determination of dimensions (First revision)* at file:///C:/Users/LZS/Downloads/MS%201933_16_2017_PREPDF.pdf
- Schaefer, R. J. (2002) , Chapter 33 *Mechanical Properties Of Rubber*, Shulman V , (2011) , tyre recycling at <https://www.mendeley.com/catalogue/tyre-recycling/>
- Tugong, A. (2015). Utusan Borneo Online, *Kitar semula tayar terpakai menjadi serbuk getah bernilai tinggi*, <https://www.utusanborneo.com.my/2015/04/23/kitar-semula-tayar-terpakai-menjadi-serbuk-getah-bernilai-tinggi>
- White, W. (2001). *Natural rubber latex allergy*
- Zhang, H. (2006). ASAMPE *The permeability characteristics of silicone*. Fall Technical Conference, "Global Advances in Materials and Process Engineering. Ph D Cloud.