

## **Keupayaan Penggunaan Konkrit Campuran Serbuk Kulit Kupang (*Perna viridis*) Terhadap Pengawetan di dalam air Laut**

**Muhammad Hilmi Mazlan<sup>1</sup>, Nor Hazurina Othman<sup>1,2\*</sup>,  
Muhammad Shabery Sainudin<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering and Built Environment,  
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Johor, 86400, MALAYSIA

<sup>2</sup>Advanced Concrete Material Focus Group, Faculty of Civil Engineering and Built Environment,  
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Johor, 86400, MALAYSIA

\*Corresponding Author Designation

DOI: <https://doi.org/10.30880/rtcebe.2022.03.01.187>

Received 4 July 2021; Accepted 13 December 2021; Available online 15 July 2022

**Abstrak:** Penggunaan bahan semula jadi di dalam industri pembinaan telah menjadi kelaziman disebabkan pelbagai manfaat yang akan diperolehi. Kulit kupang merupakan salah satu bahan semula jadi yang sesuai dijadikan sebagai bahan tambah di dalam konkrit. Kajian ini dijalankan untuk menganalisis sifat-sifat fizikal serbuk kulit kupang. Selain itu, kajian ini dijalankan bagi mengkaji sifat-sifat mekanikal mekanikal bagi konkrit campuran serbuk kulit kupang sebagai bahan tambah terhadap pengawetan dalam air laut serta menentukan komposisi optimum serbuk kulit kupang sebagai bahan tambah terhadap kesan pengawetan dalam air laut. Peratus campuran bahan tambah yang telah digunakan adalah 0% (sampel kawalan), 1%, dan 2%. Sejumlah 36 sampel konkrit telah disediakan di dalam kub bersaiz 100 mm x 100 mm x 100 mm dan di dalam silinder bersaiz diameter 100 mm, 200 mm tinggi. Ujian-ujian yang telah dijalankan adalah ujian graviti tentu, ujian penurunan, ujian mampatan, ujian tegangan, dan analisis ayakan. Berdasarkan hasil kajian, pengawetan di dalam air laut menghasilkan konkrit yang mempunyai kekuatan mampatan dan kekuatan tegangan tinggi berbanding konkrit yang diawet di dalam air biasa. Peratusan penambahan serbuk kulit kupang sebanyak 1% (KSKK1) merupakan komposisi optimum berbanding konkrit campuran serbuk kulit kupang 2% (KSKK2) dan konkrit normal (KN).

**Kata kunci:** Serbuk Kulit Kupang, Air Laut, Kekuatan Mampatan, Kekuatan Tegangan

**Abstract:** The use of natural resources in the construction industry has become common due to the various benefits that will be obtained. Mussel shell is one of the

natural resources which is suitable as an admixture in concrete. This study was conducted to analyse the physical properties of mussel shell powder. Besides, the study was conducted to examine the mechanical properties of concrete containing mussel shell powder as an admixture towards the seawater curing as well as determine the optimal composition of mussel shell powder under the effect of seawater curing. The percentage of the admixture used was 0% (control sample), 1% and 2%. A total of 36 concrete samples were prepared in cubes of 100 mm x 100 mm x 100 mm and in cylinders of 100 mm diameter, 200 mm high. The tests that have been performed are specific gravity test, slump test, compressive strength test, tensile strength test, and sieve analysis test. Based on the results obtained, concrete that is cured in seawater produced higher compressive and tensile strength when compared to those in fresh water. Concrete mixed with 1% (KSKK1) mussel shell powder was determined as the optimum composition rather than concrete mixed with 2% (KSKK2) mussel shell powder and normal concrete (KN).

**Keywords:** Mussel Shell Powder, Seawater, Compressive Strength, Tensile Strength

## 1. Pengenalan

Sektor pembinaan di Malaysia merupakan salah satu penyumbang terbesar terhadap ekonomi negara [1]. Hal ini demikian kerana aktiviti-aktiviti industri merangkumi pelbagai sektor yang bukan hanya tertumpu kepada fasa pembinaan sahaja. Industri binaan dilihat mampu meningkatkan tahap ekonomi negara sekaligus mencapai status negara maju.

Berdasarkan statistik daripada Jabatan Perikanan Malaysia, penghasilan kupang merupakan penyumbang kedua terbesar terhadap pendapatan negara dalam sektor akuakultur selepas penghasilan kerang. Oleh sebab itu, penghasilan sisa kulit kupang meningkat dan dijangka terus meningkat dari tahun ke tahun. Pertambahan pengeluaran bilangan kupang akan meningkatkan penghasilan sisa kulit kupang.

Penggunaan serbuk kulit kupang merupakan salah satu idea untuk meningkatkan prestasi konkrit dari segi kekuatan dan daya mampatan [2]. Pelbagai kajian telah dilakukan untuk menggunakan bahan buangan daripada industri perikanan sebagai bahan tambah di dalam konkrit untuk tujuan kelestarian alam sekitar. Hal ini demikian kerana bahan buangan ini biasanya akan dilupuskan begitu sahaja. Oleh hal yang demikian, penggunaan bahan buangan perlu dimanfaatkan terutama dalam sektor pembinaan kerana terdapat pelbagai manfaat penggunaannya.

Menurut kajian yang dilakukan oleh Martínez-García *et al.* [3], penggunaan 25% kulit kupang sebagai gantian agregat kasar telah mengurangkan kekuatan mampatan konkrit sebanyak 23% manakala gantian agregat halus telah mengurangkan kekuatan mampatan konkrit sebanyak 38%. Penggunaan gantian kulit kupang yang dicadangkan tidak melebihi 25% untuk mengelakkan pengurangan kekuatan mampatan bagi konkrit [3]. Kajian yang dijalankan oleh Ismail *et al.* pula mendapati kekuatan mampatan konkrit meningkat apabila tempoh pengawetan konkrit adalah semakin panjang. Hal ini disebabkan oleh proses hidrasi bagi simen telah lengkap [4]. Berdasarkan analisis kebolehkeraan yang dijalankan oleh Sainudin *et al.*, penambahan abu kulit kupang dapat meningkatkan kebolehkeraan konkrit dengan penggunaan 4% abu kulit kupang [2].

Air laut mengandungi pelbagai jenis sebatian termasuklah garam yang merupakan sebatian utama dalam air laut. Garam boleh mempengaruhi ketahanan dan kekuatan konkrit secara fizikal, kimia dan mekanikal [5]. Berat konkrit yang diawet dan dicampur dengan air laut meningkat sebanyak 2% setelah diawet selama 28 hari disebabkan oleh proses penghabluran garam [6]. Namun begitu, air laut tidak mempengaruhi ketumpatan konkrit disebabkan perbezaan ketumpatan air laut dengan air biasa yang sedikit iaitu 2-3% [7]. Kajian yang dilakukan oleh Islam, Islam & Chandra mendapati berlaku perubahan warna pada konkrit daripada kelabu gelap kepada kelabu terang [8]. Air laut juga mempengaruhi kadar kebolehkeraan konkrit. Berdasarkan kajian oleh Adeyemi & Modupeola,

campuran konkrit dengan air laut meningkatkan keboleherjaan konkrit [7]. Namun, kajian sama yang dilakukan oleh Xiao, Qiang & Zhang mendapati tiada perubahan pada kadar keboleherjaan konkrit [9]. Selain itu, nilai penurunan konkrit campuran air laut adalah lebih rendah berbanding konkrit campuran air biasa [10]. Kekuatan mampatan konkrit yang diawet di dalam air laut menunjukkan peningkatan mengikut tempoh pengawetan selama 7, 14 dan 28 hari [11].

Tujuan kajian ini dijalankan adalah untuk mengenal pasti sifat-sifat fizikal serbuk kulit kupang, mengkaji sifat-sifat mekanikal bagi konkrit campuran serbuk kulit kupang sebagai bahan tambah terhadap pengawetan dalam air laut dan menentukan penggunaan optimum serbuk kulit kupang sebagai bahan tambah dalam konkrit terhadap kesan pengawetan dalam air laut. Oleh itu, serbuk kulit kupang telah ditambah ke dalam bancuhan konkrit dan diawet di dalam air laut untuk mengkaji sifat-sifat fizikal dan mekanikalnya.

## 2. Kaedah dan sifat-sifat fizikal bahan

### 2.1 Penyediaan bahan

Penyediaan bahan-bahan mentah yang digunakan di dalam kajian ini adalah air, simen Portland biasa, agregat kasar dan halus serta kulit kupang. Dalam kajian ini, sampel-sampel telah diasingkan mengikut peratusan jumlah penambahan serbuk kulit kupang di dalam konkrit (KN, KSKK1 dan KSKK2). Reka bentuk campuran konkrit telah dikira menggunakan kaedah *Design of Experiment* (DOE) di mana sebanyak 18 sampel kiub dan 18 sampel silinder telah dihasilkan. Jadual 1 dan Jadual 2 menunjukkan reka bentuk campuran konkrit bagi konkrit berbentuk kiub dan silinder.

**Jadual 1: Reka bentuk campuran konkrit (kiub)**

Bahan (kg) / Sampel	Serbuk kulit kupang	Simen	Air	Agregat halus	Agregat kasar
KN	0	6.84	3.42	12.60	20.52
KSKK1	0.43	6.84	3.42	12.60	20.52
KSKK2	0.86	6.84	3.42	12.60	20.52

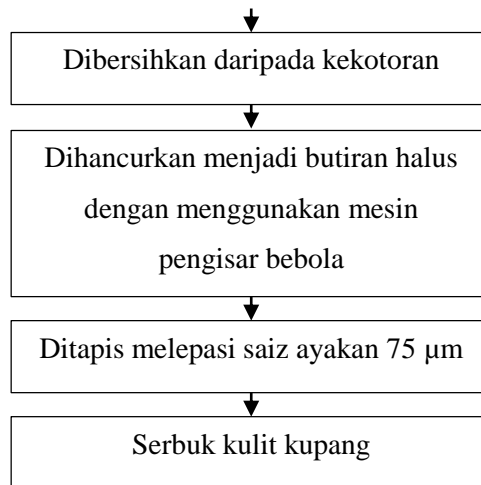
**Jadual 2: Reka bentuk campuran konkrit (silinder)**

Bahan (kg) / Sampel	Serbuk kulit kupang	Simen	Air	Agregat halus	Agregat kasar
KN	0	13.68	6.84	25.02	40.86
KSKK1	0.86	13.68	6.84	25.02	40.86
KSKK2	1.73	13.68	6.84	25.02	40.86

### 2.2 Penyediaan serbuk kulit kupang

Dalam kajian ini, kulit kupang telah diambil di kawasan Sungai Lurus, Batu Pahat. Kulit kupang telah dibersihkan menggunakan air paip untuk menghilangkan sisa kotoran dan bendasing. Proses pembersihan ini telah dilakukan secara teliti bagi mengelakkan bahan-bahan lain mengganggu hasil kajian. Kemudian, kulit kupang dihancurkan menjadi butiran halus dengan menggunakan mesin pengisar bebola dan ditapis melepasi saiz ayakkan 75  $\mu\text{m}$ . Rajah 1 menunjukkan kerangka bagi proses penghasilan serbuk kulit kupang.

Sampel kulit kupang



**Rajah 1: Kerangka proses penghasilan serbuk kulit kupang**

### 2.3 Penyediaan larutan air laut dan air biasa

Proses pengawetan konkrit dijalankan mengikut BS EN 12390-2:2000 [12]. Spesimen ditutup dengan guni basah selepas dimasukkan ke dalam acuan untuk mengelakkan penyejatan air berlaku. Setelah spesimen keras, ia dikeluarkan daripada acuan dan dimasukkan ke dalam tangki pengawetan selama 7 hari dan 28 hari.

Dalam kajian ini, air laut dan air biasa dijadikan sebagai medium pengawetan untuk konkrit. Sampel air laut diambil di Pantai Minyak Beku, Batu Pahat, Johor yang terletak di Selat Melaka dan 31 km daripada UTHM. Purata kadar kemasinan air laut dalam kajian ini adalah 25500 mg/l yang diukur menggunakan refraktometer (Rajah 2).



**Rajah 2: Refraktometer**

### 2.4 Graviti tentu

Ujian graviti tentu adalah nisbah di antara jumlah berat atau jisim bahan yang diberikan dengan jumlah berat atau jisim air yang sama. Ujian ini dijalankan mengikut piawai ASTM C128-01:2001 bagi simen dan BS EN 1097-6:2000 bagi serbuk kulit kupang [13][14].

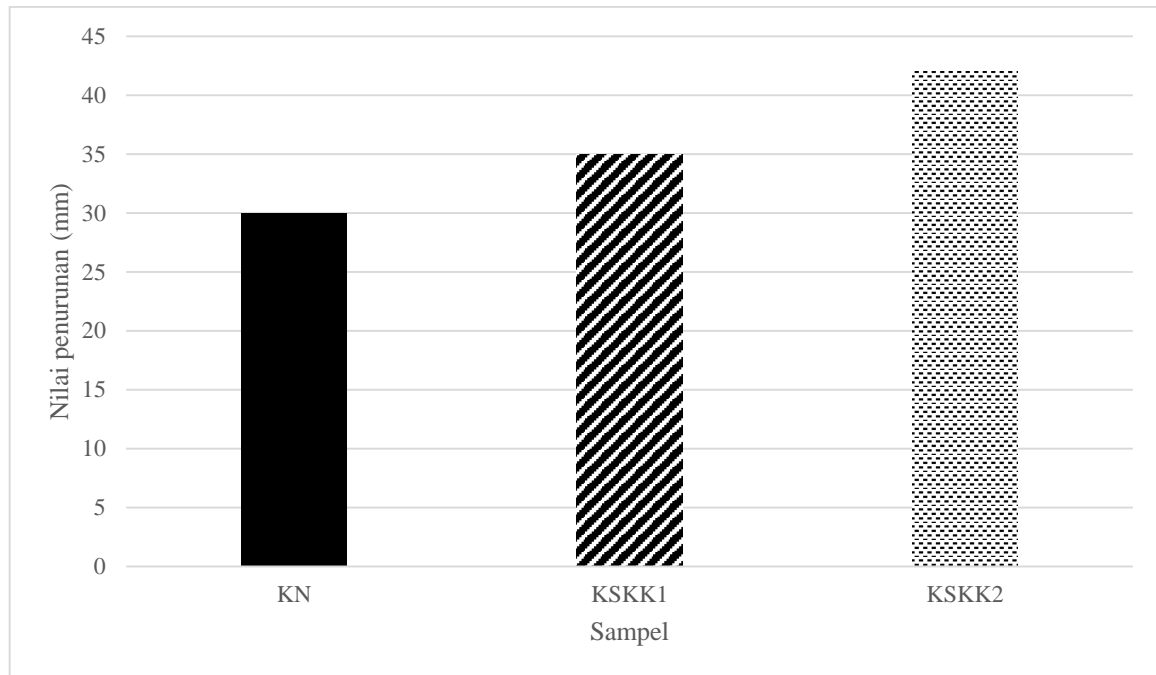
**Jadual 3: Nilai purata graviti tentu simen Portland biasa dan serbuk kulit kupang**

Bahan	Simen Portland biasa	Serbuk kulit kupang
Purata graviti tentu	2.84	2.52

Berdasarkan Jadual 3, graviti tentu bagi serbuk kulit kupang adalah lebih rendah berbanding graviti tentu bagi simen Portland biasa. Hal ini menunjukkan serbuk kulit kupang adalah lebih ringan berbanding simen Portland biasa. Secara keseluruhannya, bahan tambah yang bersifat ringan akan memberi kelebihan kepada konkrit dari segi keboleherjaan dan ketumpatan. Oleh itu, graviti tentu bagi serbuk kulit kupang yang ringan mempunyai potensi yang baik sebagai bahan tambah di dalam konkrit.

### 2.5 Ujian penurunan

Ujian penurunan konkrit dijalankan untuk melihat kandungan air yang sesuai dan mencukupi pada campuran konkrit. Ujikaji ini dijalankan berdasarkan prosedur yang dikeluarkan oleh BS EN 12350-2:2009 [15]. Berdasarkan Rajah 3, jumlah penurunan bagi sampel KN adalah 30 mm, 35 mm bagi sampel KSKK1 dan 42 mm bagi sampel KSKK2. Secara keseluruhannya, semakin tinggi peratusan penambahan serbuk kulit kupang dalam konkrit, semakin tinggi nilai penurunan konkrit. Hal ini menunjukkan bahawa  $\text{CaCO}_3$  mampu untuk meningkatkan kadar keboleherjaan konkrit.

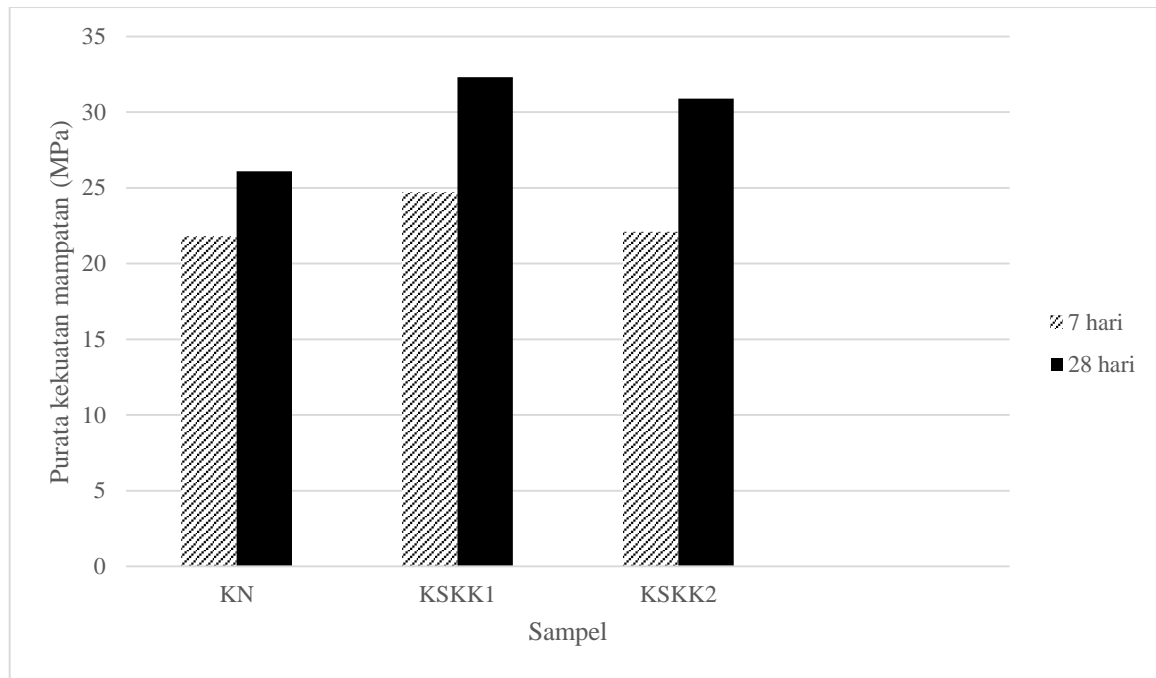


Rajah 3: Graf perbezaan nilai penurunan

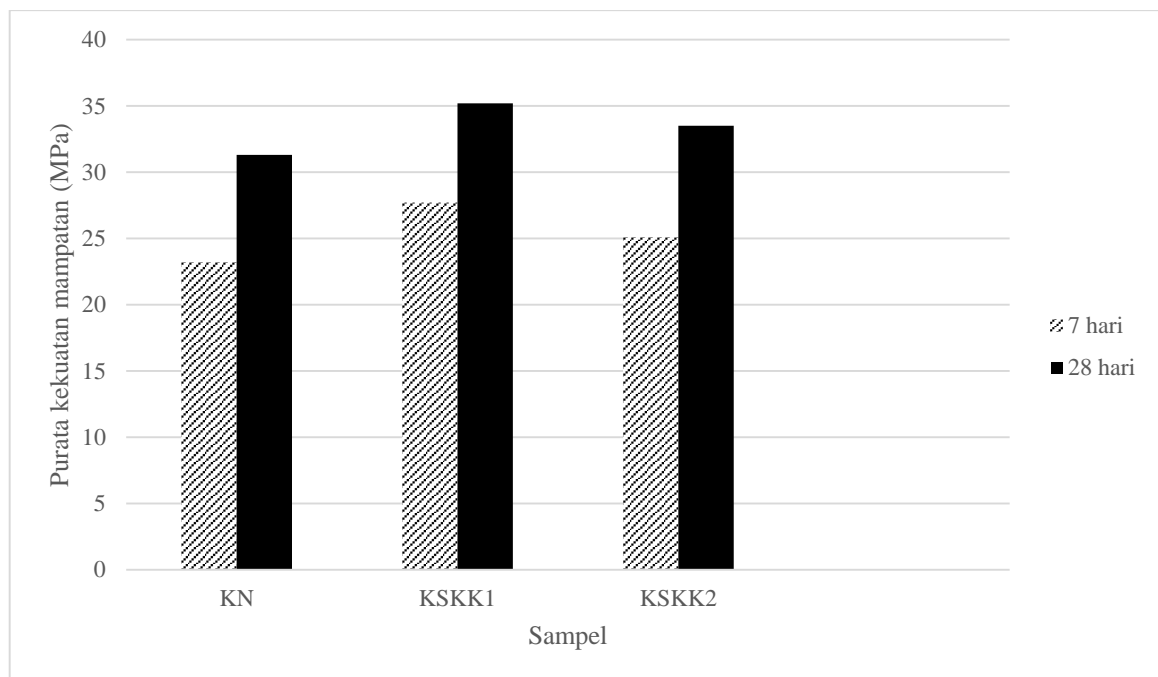
### 3. Sifat-sifat mekanikal konkrit

#### 3.1 Kekuatan mampatan

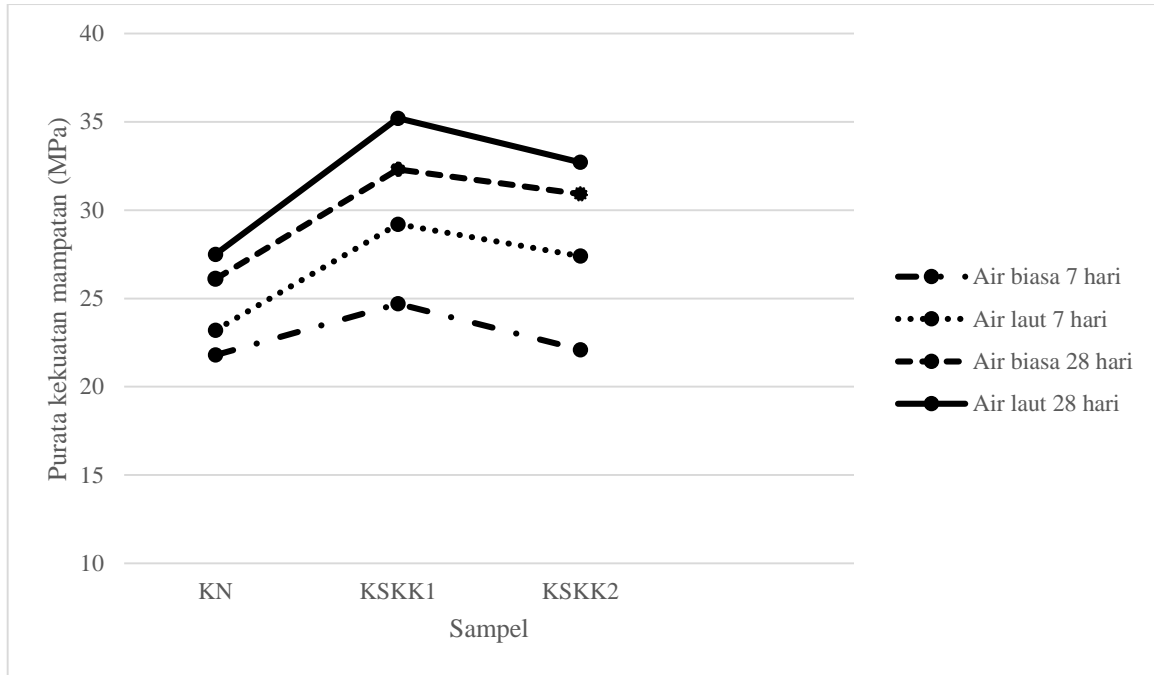
Ujian kekuatan mampatan dijalankan berdasarkan prosedur di dalam standard BS EN 12390-3:2009 [16]. Sampel bagi KN, KSKK1 dan KSKK2 telah diawet selama 7 hari dan 28 hari di dalam air biasa dan air laut. Sampel-sampel tersebut diuji bagi mengetahui kekuatan mampatan setelah dikenakan beban maksimum sehingga konkrit retak. Rajah 4 menunjukkan keputusan kekuatan mampatan konkrit pada tempoh pengawetan 7 hari dan 28 hari di dalam air biasa. Rajah 5 pula menunjukkan keputusan kekuatan mampatan konkrit pada tempoh pengawetan 7 hari dan 28 hari di dalam air laut.



**Rajah 4: Kekuatan mampatan konkrit pada tempoh pengawetan 7 hari dan 28 hari di dalam air biasa**



**Rajah 5: Kekuatan mampatan konkrit pada tempoh pengawetan 7 hari dan 28 hari di dalam air laut**

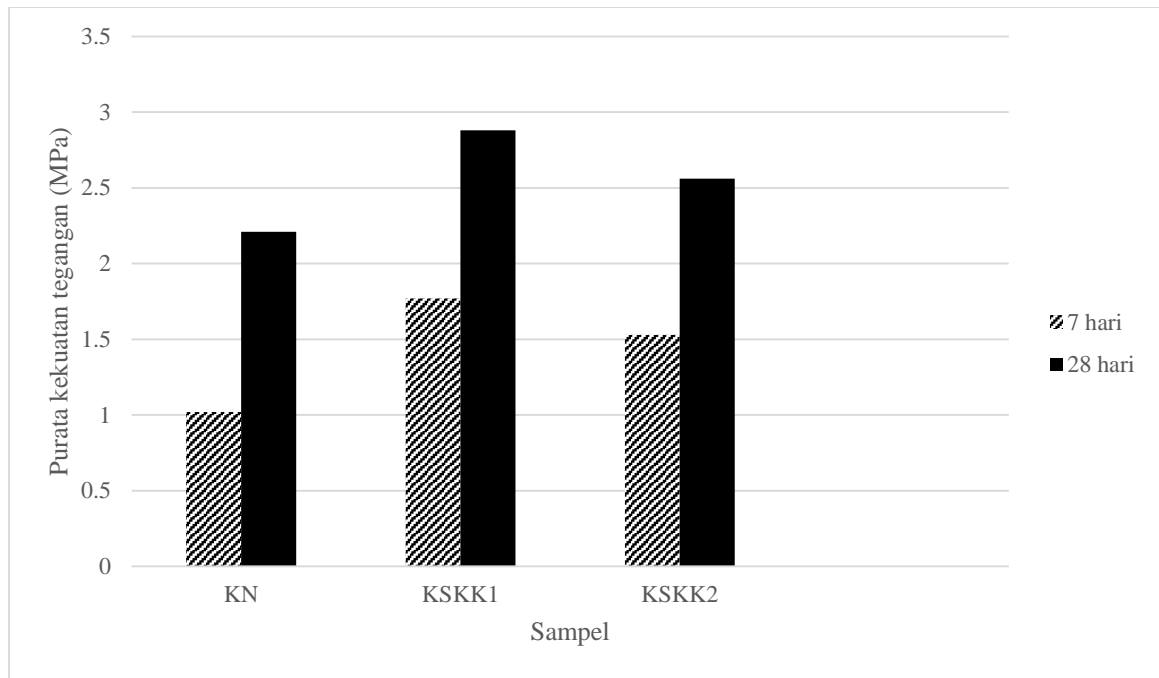


**Rajah 6: Perbandingan kekuatan mampatan konkrit diawet dalam air biasa dan air laut pada tempoh pengawetan 7 hari dan 28 hari**

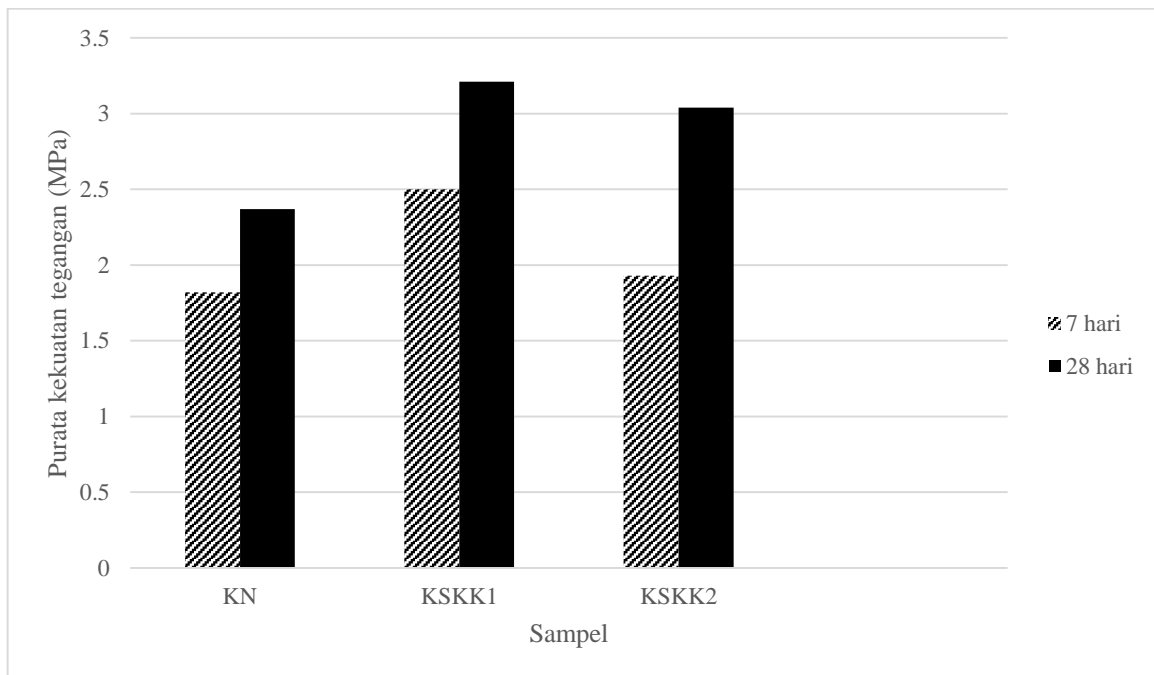
Berdasarkan Rajah 6, kekuatan mampatan bagi konkrit yang diawet di dalam air laut adalah lebih tinggi berbanding konkrit yang diawet di dalam air biasa. Secara keseluruhannya, kekuatan mampatan tertinggi ditunjukkan oleh KSKK1 pada tempoh pengawetan 28 hari di dalam air laut iaitu 35.2 MPa diikuti oleh KSKK2 pada tempoh 28 hari di dalam air laut iaitu 32.7 MPa, KSKK1 pada tempoh 28 hari di dalam air biasa iaitu 32.3 MPa dan seterusnya. KSKK2 pada tempoh pengawetan 7 hari dalam air biasa menunjukkan kekuatan mampatan paling rendah berbanding konkrit campuran serbuk kulit kupang yang lain. Oleh itu, peratusan optimum bagi serbuk kulit kupang sebagai bahan tambah di dalam konkrit adalah 1%.

### 3.2 Kekuatan tegangan

Ujian kekuatan tegangan dijalankan berdasarkan prosedur BS EN 12390-6:2009 [17]. Sampel berbentuk silinder bagi KN, KSKK1 dan KSKK2 telah diawet selama 7 hari dan 28 hari di dalam air biasa dan air laut, dan diuji untuk menentukan kekuatan tegangan konkrit. Rajah 7 menunjukkan keputusan kekuatan mampatan konkrit pada tempoh pengawetan 7 hari dan 28 hari di dalam air biasa. Rajah 8 pula menunjukkan keputusan kekuatan mampatan konkrit pada tempoh pengawetan 7 hari dan 28 hari di dalam air laut.

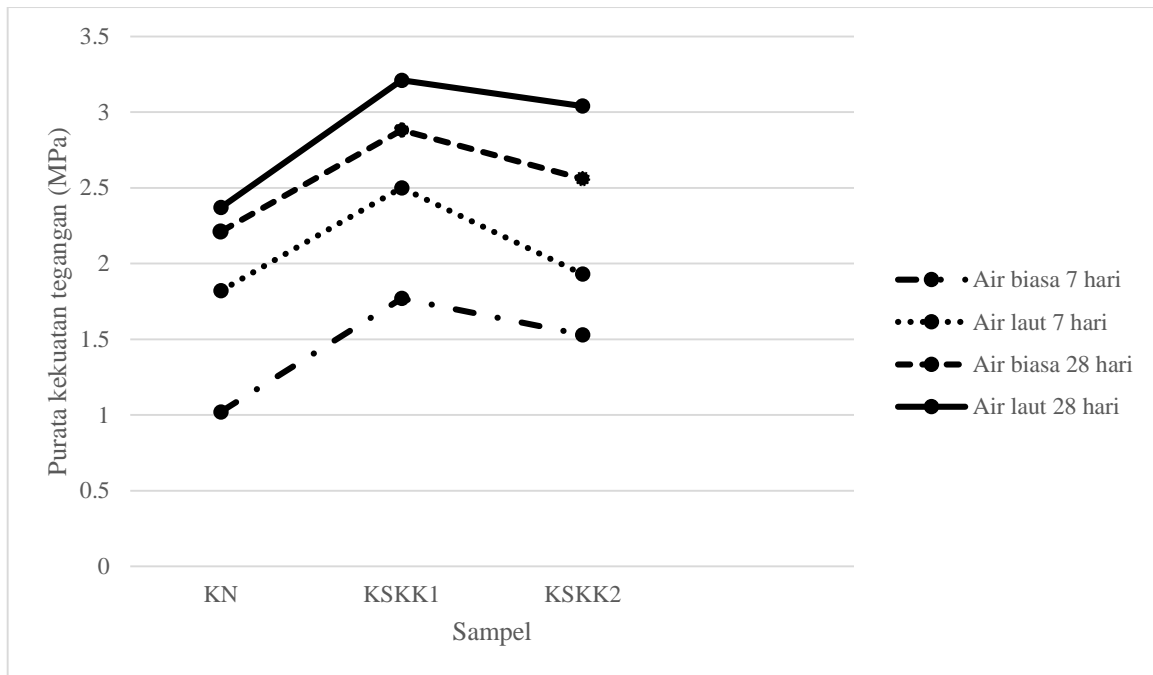


**Rajah 7: Kekuatan tegangan konkrit pada tempoh pengawetan 7 hari dan 28 hari di dalam air biasa**



**Rajah 8: Kekuatan tegangan konkrit pada tempoh pengawetan 7 hari dan 28 hari di dalam air laut**





**Rajah 9: Perbandingan kekuatan tegangan konkrit diawet dalam air biasa dan air laut pada tempoh pengawetan 7 hari dan 28 hari**

Berdasarkan Rajah 9, kekuatan tegangan bagi konkrit yang diawet di dalam air laut adalah lebih tinggi berbanding konkrit yang diawet di dalam air biasa. Secara keseluruhannya, kekuatan tegangan tertinggi ditunjukkan oleh KSKK1 pada tempoh pengawetan 28 hari di dalam air laut iaitu 3.21 MPa diikuti oleh KSKK2 pada tempoh 28 hari di dalam air laut iaitu 3.04 MPa, KSKK1 pada tempoh 28 hari di dalam air biasa iaitu 2.88 MPa dan seterusnya. KSKK2 pada tempoh pengawetan 7 hari dalam air biasa menunjukkan kekuatan tegangan paling rendah berbanding konkrit campuran serbuk kulit kupang yang lain. Oleh itu, peratusan optimum bagi serbuk kulit kupang sebagai bahan tambah di dalam konkrit adalah 1%.

#### 4. Kesimpulan

Hasil daripada ujian graviti tentu serbuk kulit kupang, nilai graviti tentu yang diperolehi menunjukkan serbuk kulit kupang sesuai digunakan sebagai bahan tambah di dalam konkrit. Hal ini demikian kerana nilai graviti tentu bagi serbuk kulit kupang adalah lebih rendah berbanding nilai graviti tentu simen Portland biasa. Bahan tambah yang bersifat ringan dan halus akan memberi kelebihan kepada konkrit dari segi keboleherjaan, pengasingan dan ketumpatan [18]. Oleh itu, serbuk kulit kupang telah menunjukkan sifatnya yang ringan dan sekaligus berpotensi dijadikan sebagai bahan tambah di dalam konkrit.

Berdasarkan ujian penurunan, penambahan peratus serbuk kulit kupang ke dalam konkrit dapat meningkatkan keboleherjaan konkrit segar dengan nilai penurunan yang lebih tinggi berbanding konkrit normal. Namun, penambahan peratus serbuk kulit kupang ke dalam konkrit menyumbang kepada pengurangan sifat-sifat mekanikalnya. Berdasarkan ujian kekuatan mampatan dan tegangan, penambahan peratus serbuk kulit kupang mengurangkan kekuatan mampatan dan kekuatan tegangan konkrit. KSKK2 yang diawet di dalam air biasa selama 7 hari dan 28 hari menunjukkan kekuatan konkrit campuran serbuk kulit kupang terendah iaitu 27.4 MPa dan 32.7 MPa bagi nilai kekuatan mampatan, dan 1.53 MPa dan 2.56 MPa bagi nilai kekuatan tegangan.

Kandungan  $\text{CaCO}_3$  yang tinggi (>95%) di dalam serbuk kulit kupang menyebabkan pembentukan thaumasite iaitu serangan sulfat terhadap konkrit yang mempunyai ion-ion karbonat [19]. Kesannya, kemerosotan pada konkrit akan berlaku dan menyebabkan konkrit mudah terhakis. Walau

bagaimanapun, serbuk kulit kupang masih boleh digunakan di dalam acuan konkrit namun terhad kepada penggunaan yang sedikit sahaja. Berdasarkan hasil kajian yang diperolehi, pengawetan di dalam air laut menghasilkan konkrit yang mempunyai kekuatan mampatan dan kekuatan tegangan tinggi berbanding konkrit yang diawet di dalam air biasa.

Secara keseluruhannya, peratusan 1% serbuk kulit kupang (KSKK1) adalah peratusan optimum dan peratusan yang sesuai dijadikan sebagai bahan tambah di dalam konkrit. Hal ini demikian kerana KSKK1 menghasilkan kekuatan mampatan dan kekuatan tegangan yang lebih tinggi berbanding KSKK2 dan KN.

### **Penghargaan**

Penulis ingin mengucapkan jutaan terima kasih kepada Fakulti Kejuruteraan Awam dan Alam Bina, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia di atas sokongan dan dorongan yang diberikan sepanjang kajian ini dijalankan.

### **Rujukan**

- [1] Rahim, R. N. R. (2020, 2 Disember). Sektor perkhidmatan penyumbang terbesar. My Metro. Diakses pada 12 November, 2020, daripada <https://www.hmetro.com.my/mutakhir/2020/12/648432/sektor-perkhidmatan-penyumbang-terbesar>
- [2] Sainudin, M. S., Othman, N. H., & Shahidan, S. (2019). Performance of concrete containing mussel shell (*Perna viridis*) ash under effect of sodium chloride curing. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 601(1).
- [3] Martínez-García, C., González-Fonteboa, B., Martínez-Abella, F., & Carro- López, D. (2017). Performance of mussel shell as aggregate in plain concrete. *Construction and Building Materials*, 139: 570–583.
- [4] Ismail, N. N., Othman, N. H., Goh, W. I., & Sainudin, M. S. (2019). Physical and Mechanical Properties of Concrete Containing Green Mussel (*Perna viridis*) Shell Ash as an Admixture. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 601(1).
- [5] Mangi, S. A., Makhija, A., Raza, M. S., Khahro, S. H., & Jhatial, A. A. (2020). A Comprehensive Review on Effects of Seawater on Engineering Properties of Concrete. *Silicon*.
- [6] Isam A. M. T., Mahgoub O. O., Haider I. O., Tarig M. R., Osman H. S., & Abdel-Hafiz, B. A. (2016). Influence of seawater in strengths of concrete mix design when used in mixing and curing. *Key Engineering Materials*, 711: 382–389.
- [7] Adeyemi, F., & Modupeola, G. (2014) The effect of sea water on compressive strength of concrete. *International Journal of Engineering Science Invention*, 3(7): 23-31.
- [8] Islam S., Islam, M., & Chandra, M. B. (2012). Deterioration of concrete in ambient marine environment. *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications*, 25(4): 289–301.
- [9] Xiao, J., Qiang, C., Nanni, A., & Zhang, K. (2017). Use of sea-sand and seawater in concrete construction: Current status and future opportunities. *Construction Building Materials*, 155: 1101–1111.
- [10] Younis, A., Ebead, U., Suraneni, P., & Nanni, A. (2018). Fresh and hardened properties of seawater-mixed concrete. *Construction Building Materials*, 190: 276–286.

- [11] Tiwari, P., Chandak, R., & Yadav, R. K. (2014). Effect of Salt Water on Compressive Strength of Concrete. *Journal of Engineering Research and Applications*, 4(4).
- [12] British Standard Institution (2000). *Testing hardened concrete. Making and curing specimens for strength tests*. London: BS EN 12390-2:2000.
- [13] American Society for Testing and Materials (2001). *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*. Pennsylvania: ASTM C128-01:2001.
- [14] British Standard Institution (2000). *Tests for mechanical and physical properties of aggregates. Determination of particle density and water absorption*. London: BS EN 1097-6:2000.
- [15] British Standard Institution (2009). *Testing fresh concrete. Slump test*. London: BS EN 12350-2:2009.
- [16] British Standard Institution (2009). *Testing hardened concrete. Compressive strength of test specimens*. London: BS EN 12390-3:2009.
- [17] British Standard Institution (2009). *Testing hardened concrete. Tensile strength of test specimens*. London: BS EN 12390-6:2009.
- [18] Neville, A. M. & Brook, J. J. (2011). *Concrete Technology*. 2nd Ed. Harlow, United Kingdom: Pearson Education Limited.
- [19] Lee, S. T., Hooton, R. D., Jung, H. S., Park, D. H., & Choi, C. S. (2008). Effect of limestone filler on the deterioration of mortars and pastes exposed to sulfate solutions at ambient temperature. *Cement and Concrete Research*, 38: 68–76.