

## **Kesan Penggunaan Konkrit Campuran Serbuk Kulit Kupang Terhadap Pengawetan di Dalam Larutan Sodium Klorida**

**Muhammad Shariz Haiqal Sahran<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, Batu Pahat, Johor, 86400,  
MALAYSIA

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

\*Corresponding Author Designation

DOI: <https://doi.org/10.30880/rtcebe.2022.03.01.124>

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

**Abstrak:** Penggunaan bahan tambah dalam konkrit seperti kulit kupang merupakan salah satu inovasi dalam mengaitkan penggunaan sumber dari alam semula jadi dalam bidang pembinaan. Tujuan kulit kupang digunakan adalah untuk mengkaji keupayaan mampatan dan tegangan konkrit campuran serbuk kulit kupang di dalam pengawetan larutan sodium klorida. Peratus optimum campuran serbuk kulit kupang juga dikenal pasti di dalam konkrit terhadap larutan sodium klorida. Antara ujikaji yang dijalankan termasuklah ujian graviti tentu, ujian penurunan, ujian tegangan, ujian mampatan dan ujian ketumpatan. Bagi penyediaan ujikaji, dua bentuk sampel digunakan iaitu bentuk kiub bersaiz 100mm x 100mm x 100mm dan silinder bersaiz 100mm diameter dan 200mm tinggi. Bagi ujian mampatan, kadar peratusan serbuk kulit kupang yang optimum berada pada 1% dan diawet selama 28 hari manakala bagi ujian tegangan pula, nilai optimum kekuatan tegangan berada pada konkrit yang mempunyai 2% serbuk kulit kupang yang diawet selama 28 hari. Peratusan 2% serbuk kulit kupang (KK2) merupakan peratus optimum kerana KK2 mempunyai kekuatan tegangan yang paling tinggi jika dibandingkan dengan konkrit normal (KN) dan peratusan 1% serbuk kulit kupang (KK1) serta jumlah nilai perbezaan kekuatan mampatan antara KK2 dan KK1 adalah rendah.

**Kata Kunci:** Serbuk Kulit Kupang, Sodium Klorida, Ujian Mampatan, Ujian Tegangan

**Abstract:** The use of admixture in concrete such as mussel shell is the best method in relating the use of nature in the field of construction. The purpose of mussel shell is used to determine the chemical and physical properties of mussel shell powder as admixture and to studying the compressive strength and tensile strength of mussel powder mixture that undergo curing in sodium chloride solution. The optimal percentage of mussel shell powder mixture is also identified in the concrete against sodium chloride solution. Among the tests conducted include specific gravity test, slump test, tensile strength test, compressive strength test and density test. For the preparation of the experiment, two types of samples were used, namely the cube with 100mm x 100mm x 100mm of size and the cylindrical with 100mm in diameter and 200mm high. For the compression test, the optimum percentage of mussel shell powder was 1% and cured for 28 days while for the tensile test, the optimum value of tensile strength was on concrete with 2% mussel shell powder cured for 28 days. The percentage of 2% mussel skin powder (KK2) is the optimum percentage because KK2 has the highest tensile strength when compared to normal concrete (KN) and the percentage of 1% mussel skin powder (KK1) and the total value of the difference in compressive strength between KK2 and KK1 is low.

**Keywords:** Mussel Shell Powder, Sodium Chloride, Compressive Strength Test, Tensile Strength Test

## 1. Pengenalan

Kajian dalam sektor pembangunan sering mendapat tumpuan dalam menghasilkan bahan baru yang mesra alam sekitar atau dipanggil pembangunan hijau. Bahan tambah adalah alternatif yang sering digunakan dalam sektor pembinaan. Bahan sisa dan kitar semula terus menjadi pilihan bagi penyelidikan untuk digunakan sebagai bahan tambah dalam penghasilan konkrit. Bahan sisa dan kitar semula yang diguna pakai ini mampu mengurangkan kesan negatif terutama kepada alam sekitar.

Industri akuakultur di Malaysia dilihat semakin mendapat sambutan oleh masyarakat di negara kita khususnya penternakan kupang. Terdapat dua buah negeri yang menjadi kawasan ternakan kupang di Malaysia iaitu di muara Sungai Indragajah, Tawau, Sabah berkeluasan 50 hektar dan di Kampung Sebatu, Melaku berkeluasan 550 hektar. Alternatif untuk menggunakan kulit kupang sebagai bahan tambah dalam sektor pembinaan berjaya memanfaatkan sebaiknya sisa kulit kupang dan bukan hanya sekadar melupuskan.

Semakin tinggi peratus serbuk kulit kupang digunakan, semakin rendah kekuatan mampatan yang akan diperolehi pada akhir proses pembuatannya. Hal ini boleh dibuktikan dengan kajian yang dilakukan oleh Martinez-Garcia *et al.*, [1] kadar penggantian 75% dan 100% dengan pasir kulit kupang telah menghasilkan konkrit dengan kekuatan mampatan lebih rendah daripada 10 MPa pada 28 hari. Bentuk zarah agregat cengkerang laut (dengan kawasan permukaan licin yang besar dan tepian yang tajam) adalah ciri utama yang mempengaruhi kekuatan mampatan konkrit [2].

Penggunaan konkrit sangat memudahkan kerana campuran yang terdapat dalam konkrit boleh ditambah dengan bahan tambah seperti serbuk kulit kupang dan juga agregat yang sedia ada boleh digantikan dengan bahan kitar semula contohnya kulit kerang. Simen yang sedia ada juga mudah untuk dihasilkan sendiri. Simen boleh dihasilkan menggunakan agregat halus dan agregat kasar didapati secara tempatan [3].

Dalam kajian ini, keupayaan mampatan dan tegangan konkrit campuran serbuk kulit kupang yang diawet dengan larutan sodium klorida dikaji dan peratus optimum campuran serbuk kulit kupang di dalam konkrit terhadap larutan sodium klorida peratus optimum campuran serbuk kulit kupang di dalam konkrit terhadap larutan sodium klorida dikenalpasti.

## 2. Bahan dan Kaedah

Penghasilan konkrit memerlukan perancangan yang teliti bagi menghasilkan konkrit yang berkualiti. Metodologi kajian ini menerangkan tentang peralatan dan prosedur yang digunakan sepanjang proses pembuatan konkrit.

### 2.1 Bahan

Penggunaan bahan tambah iaitu serbuk kulit kupang dalam penghasilan konkrit adalah perkara utama yang dinilai. Cara-cara menghasilkan konkrit adalah dengan menyukat kuantiti bahan-bahan seperti simen Portland, air, agregat kasar (batu baur kasar), agregat halus (pasir) dan bahan tambah (serbuk kulit kupang) sebelum proses percampuran berlaku.

Konkrit merupakan bahan yang selalu digunakan dalam sektor pembinaan. Konkrit terdiri daripadacampuran simen, agregat kasar, agregat halus, air serta bahan tambah yang sesuai. Kekuatan konkrit berbeza mengikut jenis bahan tambah yang digunakan. Kunci untuk menghasilkan konkrit yang kuat, tahan lama dan seragam adalah dengan mengawal komponen asas konkrit dengan berhati-hati [4].

Kewujudan bahan pengisi akan meningkatkan ketahanan konkrit. Konkrit sememangnya mempunyai kekuatan mampatan yang tinggi tetapi mempunyai kekuatan tegangan yang rendah. Ini adalah disebabkan plastik dan pengecutan hidraulik dengan wujudnya pembentukan retakan mikro dan makro yang tidak diingini [5]. Jadual 1 menunjukkan komposisi bahan-bahan bancuhan konkrit (kiub) manakala Jadual 2 menunjukkan komposisi bahan-bahan bancuhan konkrit (silinder).

**Jadual 1 : Komposisi bahan-bahan bancuhan konkrit (kiub)**

Sampel	Simen (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)	Air (kg)	Serbuk Kulit Kupang (kg)
KN	6.84	12.60	20.52	3.42	0
KK1	6.84	12.60	20.52	3.42	0.43
KK2	6.84	12.60	20.52	3.42	0.86

**Jadual 2 : Komposisi bahan-bahan bancuhan konkrit (silinder)**

Sampel	Simen (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)	Air (kg)	Serbuk kulit kupang (kg)
KN	13.68	25.02	40.86	6.84	0
KK1	13.68	25.02	40.86	6.84	0.86
KK2	13.68	25.02	40.86	6.84	1.73

### 2.2 Analisis ayakan

Analisis ayakan dilakukan terhadap agregat kasar dan halus. Tujuan ayakan ini dilakukan adalah untuk mengasingkan zarah mengikut julat saiz zarah yang dispesifikasikan dengan berpandukan BS EN12620:2013 [6].

### 2.3 Ujian penurunan

Ujian penurunan dilakukan bagi mengenalpasti keboleherjaan konkrit. Ujian ini juga penting dalam mengetahui kuantiti air yang perlu ditambah ke dalam campuran konkrit. Ujian ini dijalankan mengikut BS EN 12350-2:2019 [7], menguji konkrit segar Bahagian 2: ujian penurunan.

Ujian ini bermula dengan kon keluli penurunan diletakkan di atas bekas pejal dan penambahan konkrit segar dilakukan dengan 3 lapisan. Kemudian konkrit segar tersebut dimampatkan menggunakan rod keluli sebanyak 25 kali bagi setiap lapisan. Setelah ketiga-tiga lapisan sudah dimampatkan, lalu kon akan diangkat dan penurunan konkrit akan berlaku seurus kon diangkat ke atas. Kon yang diangkat tadi diletakkan bersebelahan dengan konkrit yang telah dimampatkan serta penurunan yang berlaku akan diukur dengan melihat kepada perbezaan ketinggian antara konkrit dan kon tersebut. Hasil penurunan direkodkan.

## 2.4 Ujian graviti tentu

Ujian graviti tentu dijalankan dengan mengeringkan serbuk kulit kupang dan dibiarkan sejuk padasuhu bilik. Kemudian, bekas beserta penutup ditimbang dan 10g sampel serbuk kulit kupang diletakkan dalam bekas serta ditimbang. Selepas itu, air suling diisi separuh bekas tersebut dan dikeringkan menggunakan alat pengering udara selama 1 jam. Setelah buih udara dalam bekas tersebut terhapus, maka bekas tersebut ditimbang bersama kandungannya. Langkah terakhir adalah kandungan dalam bekas tersebut dibersihkan dan digantikan dengan air suling lalu dibiarkan selama 1 jam. Berat bekas bersama-sama air suling tadi ditimbang. Kesemua berat yang dicatatkan digunakan dalam persamaan ujian graviti tentu.

## 2.5 Pengawetan konkrit

Konkrit yang telah mengalami proses pengerasan perlu diawet bagi selama 7 hari dan 28 hari. Dalam kajian ini, larutan sodium klorida digunakan sebagai larutan pengawet. Cara penyediaan sodium klorida adalah dengan mencampurkan sebatian sodium klorida dengan air biasa yang telah disukat isi padunya. Hal ini dilakukan bagi mengawal kepekatan sodium klorida sebelum digunakan terhadap sampel konkrit.

## 2.6 Ujian kekuatan mampatan

Ujian kekuatan mampatan boleh dijalankan dengan merujuk kepada BS 12390-3:2019 [8]. Ujian ini boleh dijalankan di makmal bahan Fakulti Kejuruteraan Awam dan Alam Bina yang berada di dalam kampus UTHM. Kekuatan mampatan sampel konkrit boleh didapati dengan mengenakan beban maksima terhadap sampel konkrit sehingga menyebabkan kegagalan pada konkrit. Walau bagaimanapun, dimensi sampel konkrit perlu diambil sebelum ujian kekuatan mampatan dilakukan. Kekuatan mampatan boleh dikira dengan menggunakan persamaan tersebut:

## 2.7 Ujian kekuatan tegangan

Kekuatan tegangan ialah sifat penting konkrit kerana konkrit selalu terdedah kepada retakan tegangan disebabkan berbagai jenis kesan dan beban yang dikenakan. Ujian kekuatan tegangan dijalankan berdasarkan BS EN 12390-6:2009 [9]. Mesin yang digunakan dalam ujian ini adalah sama dengan mesin yang digunakan dalam ujian kekuatan mampatan. Perbezaan bagi kedua-dua ujian ini adalah saiz sampel yang digunakan. Ujian kekuatan mampatan menggunakan sampel kiub konkrit manakala ujian kekuatan tegangan menggunakan sampel silinder konkrit. Kekuatan tegangan dikira dengan menggunakan persamaan tersebut:

## 3. Keputusan dan Perbincangan

### 3.1 Ujian graviti tentu bagi serbuk kulit kupang

Ujian graviti bagi serbuk kulit kupang dilakukan bagi menentukan sifat fizikal serbuk kulit kupang dan data ini dibandingkan dengan ujian graviti tentu bagi simen Portland biasa. Keputusan ujian graviti tentu bagi serbuk kulit kupang adalah 2.52 [6]. Jadual 3 menunjukkan nilai purata graviti tentu serbuk kulit kupang dan simen Portland biasa.

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

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

Berdasarkan Jadual 3.1, nilai graviti tentu bagi serbuk kulit kupang ialah 2.52 iaitu lebih rendah berbanding nilai graviti tentu bagi simen Portland biasa dengan nilai 2.84. Justeru, serbuk kulit kupang adalah lebih ringan daripada simen Portland biasa dan hal ini menunjukkan yang serbuk kulit kupang lebih bagus untuk dijadikan sebagai bahan tambah kerana sifatnya yang ringan memberi kelebihan keupayaan dari segi keboleherjaan.

### 3.2 Ujian penurunan

Jadual 4 menunjukkan hasil ujian penurunan yang telah dilakukan terhadap konkrit basah berdasarkan peratusan serbuk kulit kupang. Nilai penurunan konkrit akan meningkat sekiranya nilai peratusan kulit kupang yang digunakan meningkat.

**Jadual 4 : Nilai penurunan konkrit segar**

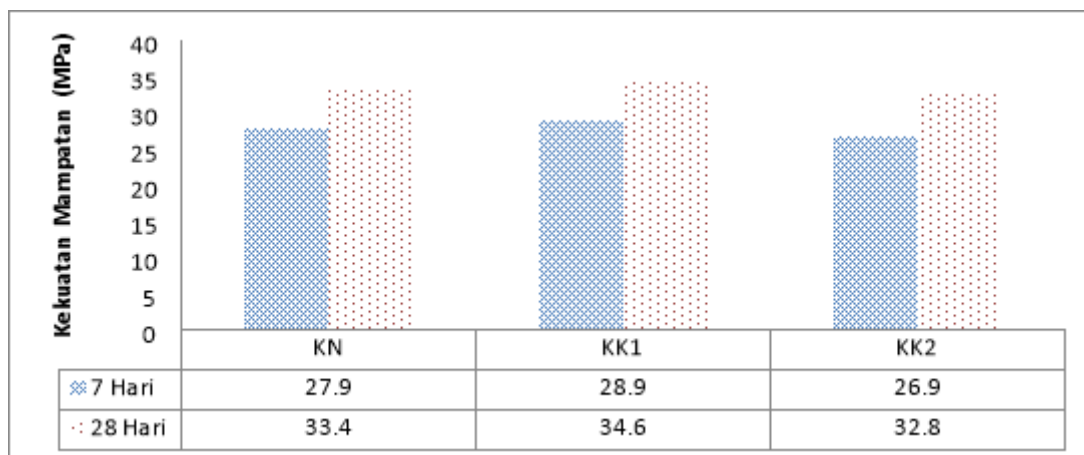
Sampel	Peratusan serbuk kulit kupang(%)	Nilai penurunan (mm)
KN	0	30
KK1	1	35
KK2	2	42

Berdasarkan Jadual 4, nilai runtuh yang tertinggi adalah pada konkrit yang mengandungi 2% serbuk kulit kupang dengan nilai runtuh 42mm. Bagi konkrit yang mengandungi 1% serbuk kulit kupang, nilai runtuh berada pada 35mm manakala bagi konkrit normal pula, nilai runtuh adalah pada nilai 30mm. Hal ini menunjukkan bahawa semakin tinggi peningkatan peratusan serbuk kulit kupang yang digunakan dalam konkrit maka semakin meningkat nilai penurunan yang dialami.

Hasil daripada data yang diperoleh, jelas diperlihatkan bahawa keboleherjaan konkrit menurun apabila peratusan serbuk kulit kupang meningkat. Nilai peratusan serbuk kulit kupang yang terlalu tinggi adalah tidak baik kerana akan mengurangkan kekuatan konkrit. 2% serbuk kulit kupang yang digunakan masih boleh diterima pakai kerana nilai runtuh konkrit tersebut tidak melebihi julat penurunan yang ditetapkan dalam kajian ini.

### 3.3 Ujian kekuatan mampatan

Sebanyak 18 sampel kiub konkrit digunakan dalam ujian ini. Sebanyak 9 sampel kiub yang diawet 7 hari di dalam larutan sodium klorida manakala 9 lagi kiub adalah yang diawet selama 28 hari di dalam larutan sodium klorida. Purata data ujian mampatan diambil bagi setiap peratusan serbuk kulit kupang yang sama. Hasil ujian ditunjukkan dalam Rajah 1.



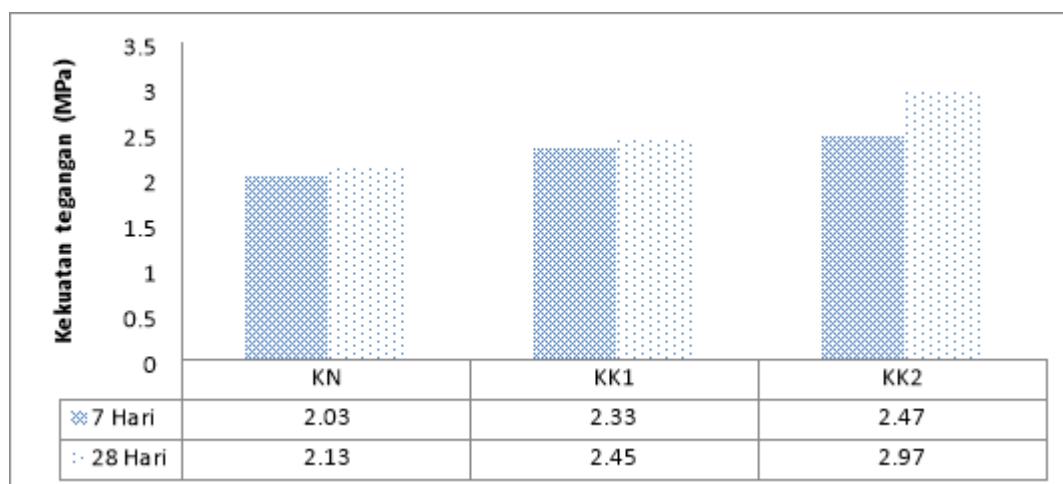
**Rajah 1: Graf kekuatan mampatan melawan tempoh pengawetan 7 hari dan 28 hari**

Berdasarkan Rajah 1, konkrit yang mengandungi peratusan serbuk kulit kupang sebanyak 1% yang diawet selama 28 hari dalam larutan sodium klorida mempunyai kekuatan mampatan tertinggi dengan kadar 34.6MPa. Penambahan jumlah kecil sodium klorida menyebabkan kekuatan mampatan meningkat kerana pepejal di dalam simen akan menghidrat untuk membentuk kalsium hidroksida yang bertanggungjawab ke atas kekuatan simen. Namun penggunaan sodium klorida yang tinggi menyebabkan pepejal pembina kekuatan yang terbentuk bertukar menjadi larutan lalu menurunkan kekuatan mampatan konkrit. Jelaslah bahawa kadar peratusan serbuk kulit kupang yang optimum berada pada 1% dan diawet

selama 28 hari.

### 3.4 Ujian kekuatan tegangan

Sebanyak 18 sampel kiub konkrit digunakan dalam ujian ini. Sebanyak 9 sampel kiub yang diawet 7 hari di dalam larutan sodium klorida manakala 9 lagi kiub adalah yang diawet selama 28 hari di dalam larutan sodium klorida. Purata data ujian tegangan diambil bagi setiap peratusan serbuk kulit kupang yang sama. Hasil ujian ditunjukkan dalam Rajah 2.



**Rajah 2: Graf kekuatan tegangan melawan tempoh pengawetan 7 hari dan 28 hari**

Berdasarkan Rajah 2, konkrit yang mengandungi peratusan serbuk kulit kupang sebanyak 2% yang diawet selama 28 hari di dalam larutan sodium klorida mempunyai kekuatan tegangan tertinggi dengan kadar 2.97MPa. Larutan sodium klorida bertindak sebagai agen pemecut konkrit kerana pengawetan konkrit dalam larutan sodium klorida mempercepatkan proses penghidratan konkrit. 2% sodium klorida yang digunakan menyebabkan hidrasi berlaku lebih pantas di dalam konkrit berbanding penggunaan 1% sodium klorida lantas menguatkan kekuatan tegangan konkrit. Nilai optimum kekuatan tegangan adalah pada konkrit yang mempunyai 2% serbuk kulit kupang yang diawet selama 28 hari.

## 4. Kesimpulan

Hasil daripada kajian ini mendapati penggunaan serbuk kulit kupang sebagai bahan tambah boleh diterima pakai kerana jelas dilihat bahawa penggunaan serbuk kulit kupang menambahkan lagi kekuatan mampatan dan tegangan konkrit. Namun, terdapat nilai optimum yang perlu dipatuhi bagi mengelakkan konkrit menjadi lemah.

Penggunaan 1% serbuk kulit kupang dalam konkrit memberi nilai mampatan yang tinggi melebihi nilai mampatan konkrit normal. Ini disebabkan sifat fizikal kulit kupang yang menjadi penyumbang kepada kekuatan konkrit. Kadar peratusan serbuk kulit kupang yang optimum berada pada 1% dan diawet selama 28 hari.

Bagi ujian tegangan pula, nilai optimum kekuatan tegangan berada pada konkrit yang mempunyai 2% serbuk kulit kupang yang diawet selama 28 hari. Kesan pengawetan dalam larutan sodium klorida juga menjadi faktor penyumbang kepada peningkatan kekuatan tegangan konkrit. Berdasarkan kajian yang dijalankan, pengawetan konkrit di dalam larutan sodium klorida selama 28 hari memberi keputusan nilai kekuatan mampatan dan tegangan yang lebih tinggi daripada pengawetan selama 7 hari.

Secara keseluruhannya, peratusan 2% serbuk kulit kupang (KK2) merupakan peratus optimum. Hal ini kerana KK2 mempunyai kekuatan tegangan yang paling tinggi jika dibandingkan dengan KN dan KK1. Walaupun kekuatan mampatan bagi KK2 bukan lah yang tertinggi namun jumlah nilai perbezaan kekuatan mampatan antara KK2 dan KK1 adalah rendah. Oleh itu, KK2 merupakan peratus optimum yang digunakan dalam kajian ini.

## Penghargaan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakulti Kejuruteraan Awam dan Alam Bina, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas sokongannya dan dorongan dalam menyiapkan projek ini dengan jayanya..

## Rujukan

- [1] Martínez-García, C., González-Fontebo, B., Martínez-Abella, F., & Carro- López, D. (2017). Performance of mussel shell as aggregate in plain concrete. *Construction and Building Materials*, 139, 570–583.
- [2] Martínez-García, C., González-Fontebo, B., Carro-López, D., & Martínez-Abella, F. (2019). Design and properties of cement coating with mussel shell fine aggregate. *Construction and Building Materials*, 215, 494–507.
- [3] Sunip, N. (2008). *Properties of concrete mixed with plastic waste*. Universiti Teknologi Malaysia: Bachelor of Degree's Thesis.
- [4] Somayaji, S. (2001). *Civil Engineering Materials*. 2<sup>nd</sup>. ed. United States of America: Prentice Hall.
- [5] Foti, D. (2013). Use of recycled waste pet bottles fibers for the reinforcement of concrete. *Composite Structures*, 96, pp. 396-404.
- [6] British Standard Institution (2013). *Aggregates for concrete*. London: BS EN 12620:2013.
- [7] British Standard Institution (2019). *Testing fresh concrete. Slump test*. London: BS EN 12350-2:2019.
- [8] British Standard Institution (2019). *Testing hardened concrete. Compressive strength of test specimens*. London: BS EN 12390-3:2019.
- [9] British Standard Institution (2009). *Testing hardened concrete. Tensile strength of test specimens*. London: BS EN 12390-6:2009.