

Penggunaan Kulit Etak Dalam Bancuhan Konkrit Pengganti Simen

**Mohamad Zulfakry Aiman Zulkifli¹, Abdul Halim Abdul
Ghani^{1*}**

¹Fakulti Kejuruteraan Awam Dan Alam Bina,
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Johor, 86400, MALAYSIA

*Corresponding Author Designation

DOI: <https://doi.org/10.30880/rtcebe.2022.03.01.178>

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

Abstrak: Kelemahan pengurusan dan pihak berwajib terhadap mengurus alam sekitar memberi kesan terutamanya kepada generasi yang akan datang. Kerisauan ini telah memberi impak kepada masyarakat, antaranya penyelidik untuk mengkaji penggunaan bahan buangan yang boleh dikitar semula untuk digunakan dalam pembinaan. Jadi, kajian ini dijalankan berkenaan keupayaan konkrit melalui menggunakan abu kulit etak sebagai pengganti simen di dalam konkrit. Objektif kajian ini adalah untuk memperincikan keboleherjaan dan kekuatan konkrit campuran abu kulit etak pengganti simen pada pengawetan konkrit 7 hari. Selain itu, objektif kajian ini juga adalah mengkaji sorotan literatur dilakukan terhadap penggunaan kulit kerang-kerangan sebagai bahan gantian simen di dalam konkrit untuk mengenalpasti peratusan optimum kegunaannya untuk ketumpatan dan kekuatan mampanan pada tempoh pengawetan konkrit 28 hari. Untuk kajian abu kulit etak pengganti simen ini dijalankan dengan penggunaan abu kulit etak dengan peratusan 5%, 10%, dan 15%. Sebanyak 24 sampel konkrit dihasilkan bagi setiap ujian yang dijalankan dalam tempoh pengawetan selama 7 hari. Berdasarkan keputusan yang diperolehi, keboleherjaan yang paling tinggi adalah pada peratusan kulit etak 15%. Hasil keputusan untuk ujian ketumpatan, nilai ketumpatan yang paling tinggi adalah pada peratusan kulit etak 0% diikuti peratusan kulit etak 5%, 10% dan 15%. Untuk ujian kekuatan mampanan konkrit normal adalah yang paling tinggi diikuti konkrit dengan peratusan kulit etak 5%, 10% dan 15%. Berdasarkan keputusan dan perbincangan yang telah dilakukan menunjukkan peratusan optimum kulit etak sebagai bahan pengganti simen bagi konkrit adalah sebanyak 5%. Dalam sorotan literatur yang dilakukan, terdapat 9 artikel yang telah dirujuk untuk mendapatkan peratusan optimum untuk campuran kulit kerang-kerangan. Berdasarkan keputusan dan perbincangan yang telah dilakukan menunjukkan kebanyakan peratusan optimum bagi sorotan literatur sebagai bahan pengganti simen bagi konkrit kebanyakannya adalah sebanyak 5%. Hasil kajian ini kegunaan kulit etak dan hasil sorotan literatur penggunaan abu kulit kerang-kerangan ini berpotensi sebagai bahan campuran di dalam konkrit untuk meningkatkan kekuatan mampanan yang lebih baik dan pelupusan kulit kerang-kerangan dapat dikurangkan.

*Corresponding author: abdulhalim@uthm.edu.my

Keywords: Kulit Etak, Keboleherjaan, Ketumpatan, Kekuatan mampatan, Konkrit.

Abstract: The weakness of management and the authorities in managing the environment affects mainly future generations. These concerns have had an impact on the community, among them researchers to study the use of recyclable waste for use in construction. So, this study was conducted on the ability of concrete by using etak shell as a substitute for cement in concrete. The objective of this study was to detail the workability and strength of concrete of etak shell replacement cement. In addition, the objective is also the study highlights the use of shells as a replacement cement in concrete to identify the optimal percentage of its use for density and sustainable strength during the 28 day concrete curing period. The study of etak shell ash as a replacment of cement was conducted with the use of 5%, 10%, and 15%. A total of 24 concrete samples were produced for each test conducted over a curing period of 7 days. Based on the results obtained, the highest workability is at the 15% of replacement of etak shell ash. For the density test, the highest density values were at 0% etok shell percentage followed by 5%, 10% and 15% etak shell ash percentages. For the compressive strength test of normal pervious concrete is the highest followed by pervious concrete with etok shell percentages of 10%, 20% and 30%. Based on the results and discussions that have been done shows that the optimum percentage of etak shell as a replacement for cement concrete is 5%. In the literature of the study conducted, there are 9 articles that have been referenced to obtain the optimal percentage seashells ash mixture which this percentage can be used in subsequent studies. Based on the results and discussions that have been done shows that most of the optimal percentage of literature as a replacement for cement for concrete is mostly as much as 5%. The results of this study on the use of shells and the results of the study highlights the use of shells powder has the potential as a mixing material in concrete to improve the compressive strength and better disposal of shells can be reduced.

Keywords: Etak Shell, Workability, Density test, Compressive strength, Concrete.

1. Pengenalan

Penggunaan konkrit semakin bertambah dari masa ke semasa disebabkan aktiviti oleh pembangunan yang semakin pesat dan canggih. Disebabkan penggunaan konkrit yang semakin meluas, teknologi berkaitan ini semakin berkembang apabila terdapat pelbagai kajian yang dilakukan untuk meningkatkan ciri-ciri yang ada pada konkrit. Konkrit hendaklah mempunyai keboleherjaan yang tinggi, kalis kepada tindakbalas kimia dan rendah kebolehtelapan. Kepentingan konkrit tidak boleh di pandang ringan kerana konkrit memainkan peranan utama di dalam pembinaan infrastruktur sesebuah negara di mana kebanyakan struktur tersebut di bina dengan menggunakan konkrit. Kekuatan dan ciri-ciri konkrit yang lain bergantung kepada nisbah dan kaedah campuran air, simen, agregat kasar dan agregat halus. Walaubagaimanapun, kerajaan juga telah melaksanakan kempen kitar semula bagi mengurangkan penggunaan sumber- sumber semula jadi [1]. Hal tersebut bertujuan untuk memberi kesedaran kepada pengguna berkenaan dengan melaksanakan aktiviti kitar semula bahan-bahan yang boleh dikitar semula. Oleh itu, ianya mungkin dapat mengurangkan bahan buangan yang boleh diproses semula dan dapat dimanfaatkan sebelum dibuang ke tapak pelupusan sampah. Sebahagian bahan buangan boleh diproses untuk digunakan semula seperti kulit etak yang berpotensi menjadi bahan campuran dalam pembuatan konkrit ini. Dalam kajian ini, kulit etak dijangkakan akan dapat menambah kekuatan simen atau paling tidak mendapat nilai ujian kekuatan mampatan yang sama dengan kekuatan konkrit biasa. Kulit etak khususnya kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) yang terdapat dalam kulit etak adalah melebihi 90% iaitu 95.3% [2]. Manakala kandungan kalsium yang ada di dalam batu kapur hanya melebihi 75% kalsium oksida (CaCO_3). Oleh yang demikian, ciri dan persamaan bahan buangan kulit etak tersebut dilihat berpotensi untuk menjadikannya sebagai bahan untuk pengganti simen. Oleh itu, kajian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui kesan konkrit terhadap kulit etak sebagai pengganti

simen melalui ujian makmal serta analisis hasil sorotan kajian-kajian mengenai kulit kerang-kerangan pengganti simen melalui kajian-kajian terdahulu.

2. Sorotan Kajian

Konkrit merupakan satu bahan utama yang banyak diaplikasikan di dalam bidang pembinaan seperti pembinaan jambatan, empangan, jalanraya, terusan, dan juga bangunan. Kebanyakan bangunan yang telah dibina dengan menggunakan konkrit sama ada sebagai sebahagian atau keseluruhan bahan dalam pembinaan tersebut. Konkrit merupakan sebatian antaranya campuran simen, batu baur halus dan batu baur kasar dan air. Simen yang terdiri daripada bahan pengikat yang kebiasaannya menggunakan simen Portland dan air yang menjadi mengikat agregat halus dan agregat kasar iaitu apabila ia mengeras. Konkrit dibezakan berdasarkan gred yang digunakan mengikut kepada kekuatan konkrit mengikut keperluan penggunaan di tapak bina. Nisbah air dan simen juga menjadi salah satu faktor utama yang mengawal kekuatan konkrit. Selain nisbah air-simen, kekuatan konkrit juga bergantung kepada proses penyediaannya seperti dalam proses penyediaan konkrit, sekiranya terdapat berlaku perubahan kualiti bahan-bahan campuran atau perubahan kadar campuran semasa menyukat, maka ianya akan mengakibatkan berlakunya perubahan kekuatan konkrit yang dihasikan. Bahan campuran dalam pengganti simen iaitu etak atau etok dalam bahasa saintifik dipanggil '*corbicula fluminea*' adalah salah satu spesies kerang yang biasanya dinamakan sebagai kerang asia [3]. Etak merupakan haiwan '*bivalve molusca*' iaitu haiwan yang mempunyai dua cengkerang berengsel. Menurut dewan bahasa dan pustaka moluska sejenis haiwan yang tidak bertulang belakang lagi lembik badannya dan badan selalu keras. Etak tak mempunyai mempunyai ciri-ciri berbentuk bujur dan tidak memanjang. Etak juga sejenis cengkerang yang pemakan menapis '*filter feeder*' [4]. Etak umumnya terdapat di sungai air tawar atau di dasar sungai atau terusan dan dikatakan lebih banyak ke kawasan sungai yang agak rendah daripada muara berhampiran laut. Spesies ini boleh ditemui di Mediterranean timuran, Asia Tenggara, Afrika dan beberapa tempat di Australia timur. Ini juga dapat ditemukan di dasar berpasir sungai air tawar utama terutamanya kawasan sungai di bahagian pantai timur Malaysia seperti Kelantan, Terengganu dan Pahang. Etak juga mempunyai kalsium karbonat (CaCO_3) sebanyak 95.3%. Ini cenderung meningkatkan kekuatan konkrit. Selain itu, graviti tertentu terhadap simen portland biasa dan haiwan moluska seperti etak dan kerang-kerangan yang lain mendapati bahawa mempunyai nilai yang hampir sama.

3. Metodologi Kajian

3.1 Rekabentuk campuran konkrit

Kaedah yang digunakan dalam kajian ini secara terperinci mengenai proses sepanjang kajian ini dijalankan. Ujian makmal yang dijalankan untuk kajian ini akan dilakukan di makmal-makmal Fakulti Kejuruteraan Awam dan Alam Bina (FKAAB), UTHM. Selain itu, untuk memastikan setiap ujian yang dibuat adalah mengikut prosedur yang betul, prosedur ujian makmal akan dijalankan mengikut piawaian dan spesifikasi seperti yang telah ditetapkan dalam British Standard (BS), Piawaian Malaysia (MS), serta merujuk kepada kajian-kajian terdahulu sebagai sumber rujukan. Bagi kaedah penyelidikan bagi sorotan kajian, terdapat pelbagai prosedur yang digunakan dalam penyelidikan. Kaedah penyelidikan yang digunakan dalam kajian ini untuk membantu mengumpulkan keputusan data di dalam rujukan terdahulu. Merekabentuk bancuhan konkrit merupakan satu proses memilih bahan tambah yang sesuai konkrit supaya bancuhan itu boleh menghasilkan konkrit yang kuat, lasak, mempunyai keboleherjaan yang tinggi dan ekonomik [5]. Bagi kajian ini, campuran rekabentuk digunakan kerana untuk menghasilkan konkrit dengan kekuatan dan kelasakan yang dikehendaki. Simen yang akan digunakan dalam bancuhan ini adalah Simen Portland biasa. Bagi agregat kasar, akan digunakan ialah menggunakan saiz maksimum 20mm dan agregat halus yang digunakan ialah pasir sungai. Seterusnya, sasaran runtunan bagi ujian keboleherjaan konkrit ialah sampel kajian ini. Jadual 3.1 menunjukkan rekabentuk campuran konkrit untuk kajian ini. Rekabentuk bancuhan konkrit ini ialah 0.001 m^3 .

Jadual 3.1: Rekabentuk campuran konkrit (0.001 m³)

Sampel	Peratusan kulit etak (%)	Air (kg)	Simen (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)	Abu kulit etak(kg)
A	0	0.21	0.38	0.75	1.51	-
B	5	0.21	0.36	0.75	1.51	0.02
C	10	0.21	0.34	0.75	1.51	0.04
D	15	0.21	0.32	0.75	1.51	0.06

3.2 Penyediaan sampel

Bagi mencapai objektif kajian ini, sebanyak 24 sampel diperlukan untuk ketiga-tiga ujian yang dilakukan iaitu ujian mampatan dan ujian ketumpatan. Jadual 3.2 menunjukkan pecahan bilangan sampel untuk kajian ini dan Rajah 3.2 menunjukkan contoh ukuran saiz sampel konkrit.

Jadual 3.2: Bilangan sampel untuk kajian

Sampel	Abu kulit kupang (%)	Bilangan sampel	
		7 hari	Jumlah
A	0	6	6
B	5	6	6
C	10	6	6
D	15	6	6
Jumlah keseluruhan sampel			24

3.3 Bahan konkrit

Konkrit merupakan campuran bahan-bahan yang terdiri daripada simen, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah air dalam kadar yang dikawal bagi mendapatkan kualiti campuran yang sesuai [6]. Untuk mendapatkan bancuhan konkrit yang berkualiti, bahan-bahan ini mestilah bebas dari segala bahan tercemar yang boleh merosakkan kualiti konkrit.

Simen Portland biasa adalah simen yang paling biasa digunakan dalam pembinaan kerana mempunyai bahan ikatan yang mempunyai sifat padu dan perekat yang menjadikannya mampu menyatukan pelbagai bahan binaan. Proses ini boleh bergantung pada campuran yang digunakan dan keadaan penyembuhan produk. Konkrit khas ditetapkan dalam masa kira-kira 6 jam dan mengembangkan kekuatan mampatan $\geq 16 \text{ N / mm}^2$ pada 1 minggu dan $32.5\text{-}52.5 \text{ N / mm}^2$ pada 4 minggu (BS EN 197-1: 2000).

Agregat halus atau pasir adalah salah satu bahan penting yang diperlukan untuk membuat konkrit. Pasir digunakan untuk mencapai kekuatan yang diinginkan. Dalam analisis saringan, pasir agregat halus biasanya lebih kecil daripada 4.75 mm (disimpan pada ayakan No.4) dan ditahan pada No. 200 (75 μm). Sebelum pasir digunakan untuk tujuan pencampuran, pasir telah melalui proses penyaringan. Pasir perlu dikeringkan untuk mencapai keadaan kering untuk memastikan air di pasir tidak akan mempengaruhi nisbah air-simen.

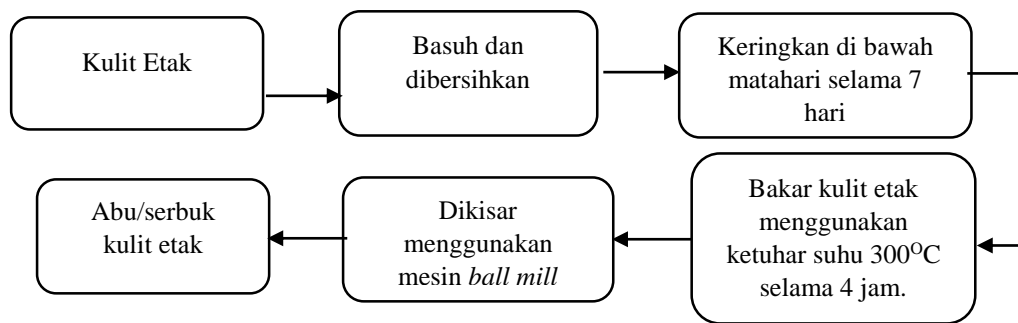
Agregat kasar adalah zarah yang lebih besar daripada 0.19 inci, tetapi umumnya berkisar antara 3/8 hingga 1.5 inci. Kerikil adalah sebilangan besar agregat kasar yang digunakan dalam konkrit dengan batu hancur membentuk sebahagian besar yang lain. Agregat kasar biasanya lebih besar daripada 4.75 mm (disimpan pada ayakan No.4). Agregat kasar mestilah keras dan tidak mengandungi bahan-bahan yang boleh menukarkan isipadunya apabila terdedah kepada cuaca dan bahan yang boleh merosakkan bar tetulang. Sebelum dicampurkan, batu baur mestilah bersih dan bebas daripada kekotoran bahan-

bahan organik.

Air digunakan untuk tujuan pencampuran yang akan bertindak balas dengan simen yang menyebabkannya mengeras untuk mencapai kekuatan yang diinginkan. Air paip adalah yang paling biasa digunakan kerana mudah diperolehi tetapi air mesti bebas dari sebarang zarah atau bahan yang akan mempengaruhi proses pencampuran. Kualiti air yang digunakan di dalam pembinaan struktur bersimen mestilah kualiti air yang bersih. Hal ini kerana, untuk memastikan air yang digunakan adalah bebas dari benda asing seperti bahan organik, zarah-zarah terapung dan garam terlarut.

3.4 Proses Penyediaan Kulit Etak

Etak diperolehi di gerai-gerai di tepi jalan di sekitar Kota Bharu, Kelantan, ini dijadikan sebagai bahan tambah dalam campuran konkrit. Terdapat beberapa proses yang perlu dilakukan sebelum kulit etak ini dijadikan abu. Kulit etak yang diambil harus dicuci dengan bersih supaya kotoran di dalamnya dapat dibersihkan sepenuhnya seperti selut dan sisa isi etak. Setelah dibersihkan, kulit etak akan dijemur di bawah matahari selama 7 hari dan seterusnya dibakar menggunakan ketuhar dibakar menggunakan suhu 300°C selama 4 jam, seterusnya kulit etak yang telah dibakar ini akan dihancurkan menggunakan penukul menjadi serpihan kecil sebelum dikisar menggunakan mesin *ball mill*.



Rajah 3.1: Proses abu/serbuk kulit etak.

3.5 Ujian konkrit

Bagi kajian ini, setiap sampel akan diuji dengan berapa ujikaji. Ujian yang dijalankan adalah sangat penting untuk mendapatkan nilai campuran yang optimum dan mengetahui kekuatan konkrit campuran ini. Antara ujian yang akan dijalankan ialah ujian keboleherjaan iaitu ujian runtuh kon atau *slump test*, ujian ketumpatan dan ujian mampatan.

Ujian keboleherjaan konkrit dijalankan untuk memastikan ketekalan bancuhan konkrit disamping mengawal kekuatannya. Ini merupakan satu ujian yang dilakukan pada sampel bancuhan konkrit bagi menentukan bahawa bancuhan itu mengandungi jumlah air yang lebih kurang sama, tidak terlalu cair atau terlalu kering. Disamping itu, secara tidak langsung dapat mengetahui nilai optimum air yang diperlukan untuk bancuhan. Bancuhan konkrit yang baik akan mengalami runtuh menunjukkan konkrit itu kekurangan dari sifat lekit. Ujian ini dijalankan berdasarkan BS EN 12350-2:2019.

Ujian ketumpatan pula dijalankan bagi mendapatkan nilai ketumpatan konkrit. Ujian ketumpatan ialah nisbah antara jisim basah dan isipadu sampel konkrit. Ujian ini dijalankan berdasarkan BS EN 12390-7:2019. Setiap sampel akan ditimbang terlebih dahulu, sebelum proses pengawetan. Seterusnya, selepas tempoh itu sampel akan ditimbang bagi mendapatkan berat selepas pengawetan.

Ujian mampatan ini sangat penting kerana menentukan kekuatan bagi konkrit. Bagi kajian ini, acuan saiz sampel konkrit yang digunakan untuk ujian mampatan iaitu bersaiz 100mm x 100mm x 100mm. Ujian ini dijalankan berdasarkan BS EN 12390-3:2019. Setiap sampel akan diawetkan dalam air sebelum pengujian dapat dijalankan.

3.6 Hasil sorotan kajian

Kajian ini memfokuskan pada penyelidikan terkini mengenai penggunaan kulit kerang-kerangan sebagai bahan penggantian simen di dalam konkrit. Sorotan kajian yang menggunakan kulit kerang-kerangan sebagai bahan penggantian simen adalah untuk mengkaji nilai ketumpatan dan kekuatan mampatan. Analisis telah dilakukan dengan menggunakan kulit kerang-kerangan sebagai bahan penggantian untuk simen di dalam konkrit. Untuk proses pengumpulan data, sebanyak 16 sorotan kajian iaitu 9 penyelidik telah dilakukan untuk mengkaji menilai ketumpatan dan kekuatan mampatan yang mengandungi kulit kerang- kerangan dikumpulkan dan dianalisis. Data yang diambil untuk peratusan optimum untuk penggantian kulit kerang-kerangan adalah diambil untuk tempoh 28 hari pengawetan. Kertas kerja dianalisis antara tahun 2006 hingga 2020 untuk memastikan hasil saintifik tetap sentiasa relevan dan terkini. Oleh yang demikian, peratusan penambahan kulit kerang-kerangan optimum diperoleh dari setiap data sorotan kajian sebelumnya.

4. Keputusan dan pembincangan

4.1 Ujian keboleherjaan konkrit

Ujian keboleherjaan konkrit dijalankan untuk memastikan konsistensi bancuhan konkrit disamping mengawal kekuatannya. Keboleherjaan bancuhan konkrit boleh ditentukan dengan menjalankan ujian rutuhan kon. Jadual 4.1 menunjukkan jumlah penurunan runtuh bagi setiap bancuhan ujian ini dijalankan mengikut piawaian BS EN 12350-2:2019. Berdasarkan campuran konkrit, sasaran runtuh bagi ujian keboleherjaan konkrit ialah 60 mm-180 mm bagi kesemua sampel.

Jadual 4.1: Jumlah penurunan runtuh bagi setiap bancuhan

Sampel	Abu kulit etak (%)	Keputusan ujian keboleherjaan atau penurunan (mm)
A	0	100
B	5	85
C	10	76
D	15	73

Berdasarkan jadual 4.1 menunjukkan nilai penurunan yang paling rendah adalah pada peratusan kulit etak 15% iaitu sebanyak 73 mm. Ini menunjukkan peratusan kulit etak 15% mempunyai nilai keboleherjaan yang paling tinggi. Jenis penurunan ini adalah penurunan ricih.

4.2 Ujian Ketumpatan

Ujian ini dijalankan bagi mendapatkan nilai ketumpatan konkrit. Ujian ketumpatan ialah nisbah antara jisim basah dan isipadu sampel konkrit. Jadual 4.2 menunjukkan keputusan ujian ketumpatan bagi 7 hari, ujian ini dijalankan mengikut piawaian BS EN 12390-7:2019.

Jadual 4.2 : Keputusan ujian ketumpatan

Sampel	Abu kulit etak (%)	Keputusan ujian ketumpatan pada 7 Hari pengawetan (kg/m ³)
A	0	2350
B	5	2347
C	10	2341
D	15	2337

Jadual 4.2 menunjukkan terdapat sedikit penurunan pada nilai ketumpatan apabila sampel diawet 7 hari. Sampel kawalan menunjukkan nilai ketumpatan yang paling tinggi. Manakala untuk gantian kulit etak menunjukkan peratusan 5% mempunyai nilai yang paling tinggi.

4.3 Ujian Mampatan

Ujian ini dijalankan agar dapat menentukan kekuatan sesuatu bancuhan konkrit. Konkrit diuji selepas tempoh pengawetan selama 7 hari setiap peratusan bahan yang digunakan. Jadual 4.3 menunjukkan kekuatan mampatan konkrit pada 7 hari pengawetan.

Jadual 4.3 : Keputusan ujian kekuatan mampatan

Sampel	Abu kulit etak (%)	Kekuatan mampatan (Mpa) 7 hari pengawetan
A	0	18.00
B	5	17.10
C	10	15.50
D	15	14.30

Jadual 4.3 menunjukkan keputusan ujian kekuatan mampatan menurun mengikut peningkatan peratusan kulit etak. Dimana kekuatan mampatan yang paling tinggi adalah konkrit normal yang mempunyai peratusan kulit etak 0% diikuti konkrit dengan peratusan kulit etak 5%, 10% dan 15%. Jadi, kekuatan mampatan konkrit dengan peratusan kulit etak 5% adalah yang paling optimum berbanding 10% dan 15%.

4.4 Keputusan Dari Sorotan Literatur Penggunaan Kulit Kerang-kerangan Pengganti Simen Di Dalam Konkrit

Hasil dari sorotan literatur yang dijalankan, sebanyak 9 penyelidik yang dijumpai iaitu terdapat 16 sorotan literatur untuk menilai kekuatan mampatan yang mengandungi kulit kerang- kerangan dan daripada 16 sorotan literatur, hanya 3 sorotan literatur didapati bagi menilai ketumpatan. Jadual 4.4 merujuk kepada hasil data yang diambil untuk peratusan optimum untuk penggantian kulit kerang-kerangan adalah diambil untuk tempoh 28 hari pengawetan kerana konkrit telah mencapai kematangan sebenar meliputi penyelidik, tajuk penyelidik, jenis cengkerang, peratusan campuran setiap kajian dilakukan dan peratusan optimum bagi setiap jenis cengkerang. Kertas kerja diambil antara tahun 2006 hingga 2020 untuk memastikan hasil saintifik tetap sentiasa relevan dan terkini.

Jadual 4.4: Keputusan dari sorotan kajian untuk kekuatan mampatan danketumpatan bagi konkrit kulit kerang-kerangan

No	Penyelidik	Jenis Cengkerang	Tempoh Pengawetan	Peratusan Campuran (%)	Peratusan Optimum(%)	Ketumpatan (kg/m ³)	Kekuatan Mampatan (MPa)
1	(Wan Mohammd <i>etal.</i> , 2017)[7]	Serbuk kulit tiram Cengkerang Periwinkle Kulit kerang	28	15	4	-	16.5
				10	5		19.0
				4			36.0
				5			36.0
				4			39.8
2	(Azmi and Johar 2013)[8]	Kulit kerang	28	0	5		45.0
				5			37.0
				10			31.0
				15			36.0
				25			28.0
				50			13.0
3	(Ong and Kassim, 2019)[9]	Cengkerang Lala "clam shell"	28	0	6	2390	45.0
				4		2370	38.6
				6		2400	47.8
				8		2350	32.6

4	(Olivia <i>et al.</i> , 2015)[10]	Cangkerang laut	28	2	4	-	30.84		
				4			32.24		
				6			28.86		
				8			30.56		
5	(Umoh and Ujene, 2015)[11]	Cangkerang periwinkle	28	0	0	-	24.86		
				30			20.86		
6	(Sainudin <i>et al.</i> , 2019)[12]	Kulit kupang	28	0	5	-	43.0		
				3			38.0		
				5			39.0		
				7			35.0		
7	(Garad, 2019) [13]	Cangkerang tiram	28	0	10	-	31.22		
				5			33.34		
				10			37.21		
				15			32.52		
8	(Olivia <i>et al.</i> , 2017)[14]	Kulit kerang	28	4	4	2380	36.00		
				4			40.00		
9	(Lertwatt anaruk <i>et al.</i> , 2012)[15]	Cangkerang Lala (<i>clam shell</i>)	28	0	5	-	15.00		
				5			12.50		
				10			12.00		
				15			11.30		
				20			7.10		
				Cangkerang tiram			0	5	14.80
							5		13.00
							10		11.50
		15	11.10						
		Kulit kerang	20	5	8.10				
			0		15.00				
			5		12.50				
			10		11.00				
		Kulit kupang	15	5	10.00				
			20		7.50				
			0		17.10				
5	13.00								
				10			10.00		
				15			8.10		
				20			6.00		

4.5 Hasil Bilangan Sorotan Literatur dan Peratusan Optimum

4.5.1 Bilangan Sorotan Literatur dan Peratusan Optimum Bagi Ketumpatan

Merujuk dari Jadual 4.4, peratusan optimum untuk penggantian kulit kerang-kerangan adalah diambil untuk tempoh 28 hari pengawetan. Hasil bilangan sorotan literatur bagi ujian ketumpatan dapat dilihat pada dapat dilihat pada Jadual 4.5 dan hasil peratusan optimum bagi ketumpatan untuk gantian kulit kerang- kerangan di dalam konkrit dapat dilihat pada Jadual 4.6.

Jadual 4.5 : Jumlah sorotan kajian gantian simen di dalam konkrit bagi ujian ketumpatan

Jenis – Jenis Cangkerang/Kulit	Jumlah
Kulit Kerang	1
Cangkerang Lala	2

Berdasarkan Jadual 4.5 iaitu bilangan sorotan literatur bagi ketumpatan untuk gantian untuk simen, dilihat bahawa gantian cangkerang kulit kerang, terdapat 1 kajian mengenai gantian di dalam simen. Bagi bilangan sorotan kajian cangkerang lala “clam shell”, terdapat 2 kajian mengenai gantian di dalam simen.

Jadual 4.6 : Peratusan optimum gantian simen kulit kerang-kerangan di dalam konkrit untuk ketumpatan.

Jenis – Jenis Cangkerang/Kulit	Peratusan optimum gantian Simen (%)
Kulit Kerang	4
Cangkerang Lala	4 - 6

Berdasarkan Jadual 4.6 iaitu peratusan optimum yang diperoleh untuk gantian simen ialah peratusan optimum bagi campuran kulit kerang pula mempunyai 4%. Untuk gantian cangkerang lala “clam shell” memperoleh 4% - 6% gantian di dalam simen.

4.5.2 Bilangan Sorotan Kajian dan Peratusan Optimum Bagi Kekuatan Mampatan

Merujuk Jadual 4.7 merupakan bilangan sorotan literatur bagi kekuatan mampatan untuk penggantian kulit kerang-kerangan adalah diambil untuk tempoh 28 hari pengawetan dan jadual 4.8 merujuk kepada hasil peratusan optimum gantian simen kulit kerang-kerangan di dalam konkrit bagi ujian kekuatan mampatan.

Jadual 4.7: Jumlah bilangan sorotan literatur gantian simen di dalam konkrit bagi ujian kekuatan mampatan

Jenis - Jenis Cangkerang/Kulit	Jumlah Sorotan Gantian Simen
Cangkerang laut	1
Cengkerang periwinkle	2
Cengkerang kupang	2
Cangkerang tiram	3
Cangkerang kerang	4
Cangkerang lala (clam shell)	4

Berdasarkan Jadual 4.7, bagi penggantian cangkerang moluska dan cengkerang laut hanya terdapat masing-masing 1 sahaja yang dijumpai, manakala untuk sorotan kajian penggantian cangkerang periwinkle dan cengkerang kupang mendapati mempunyai masing-masing dengan 2 kajian. Bagi penggantian cangkerang tiram yang menjumpai iaitu 3 kajian. Untuk penggantian cangkerang kerang dan cangkerang lala (clam shell), sorotan kajian mendapati bahawa untuk kedua-dua jenis cangkerang tersebut didapati didalam sorotan kajian bagi penggantian simen ialah masing-masing dengan 4 kajian.

Jadual 4.8 : Peratusan optimum gantian simen kulit kerang-kerangan di dalam konkrit bagi ujian kekuatan mampatan

Jenis - Jenis Cangkerang/Kulit	Gantian Simen (%)
Cangkerang laut	4
Cengkerang periwinkle	4
Cengkerang kupang	5
Cangkerang tiram	5
Cangkerang kerang	5
Cangkerang lala (clam shell)	4 - 6

Bagi peratusan optimum, purata bagi cengkerang laut dan cengkerang periwinkle masing-masing 4%, untuk cengkerang kupang, tiram dan kerang masing-masing purata peratusan optimum yang diperolehi

iaitu 5% mamakala bagi cengkerang lala (clam shell) purata peratusan optimum yang diperolehi di antara 4%-6%.

5. Kesimpulan

Berdasarkan keputusan yang perbincangan daripada data yang diperolehi, beberapa kesimpulan yang dapat disimpulkan berdasarkan objektif kajian ini. Bagi keboleherjaan konkrit kulit etak sebagai pengganti simen, berdasarkan data ujian ini setiap bancuhan memiliki perbezaan penurunan, yang paling tinggi adalah pada diikuti konkrit kawalan manakala diikuti konkrit abu kulit etak 5% (85mm), 10% (76mm) dan 15% (73mm). Berdasarkan perbincangan, keboleherjaan yang paling tinggi adalah pada peratusan kulit etak 15% kerana pengurangan nilai penurunan menyebabkan peningkatan pada keboleherjaan konkrit pada bancuhan konkrit.

Bagi ujian ketumpatan dan ujian kekuatan mampatan dan telah dilakukan untuk menentukan ketumpatan dan kekuatan mampatan bagi konkrit campuran kulit etak sebagai bahan pengganti simen. Bagi ujian ketumpatan, nilai ketumpatan yang paling tinggi adalah pada konkrit kawalan diikuti peratusan kulit etak 5%, 10% dan 15%. Manakala untuk ujian mampatan menunjukkan penurunan pada nilai kekuatan mampatan apabila peratusan kulit etak bertambah. Dimana kekuatan mampatan konkrit kawalan adalah yang paling tinggi diikuti konkrit dengan peratusan kulit etak 5%, 10% dan 15%.

Bagi sorotan literatur konkrit campuran kerang-kerangan pengganti simen bagi pengawetan konkrit untuk 28 hari, Untuk ketumpatan konkrit yang terdapat dalam 3 bilangan sorotan literatur yang dikaji, dilihat bahawa peratus optimum bagi penggantian kulit kerang-kerangan di dalam simen pada kebanyakannya pada peratusan 5% manakala hasil dari 16 bilangan sorotan literatur didapati bahawa peratusan optimum kekuatan mampatan menunjukkan kebanyakan kajian sorotan literatur mendapati 5% kadar peratusan.

Perakuan

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Fakulti Kejuruteraan Awam dan Alam Bina, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas sokongan yang diberikan.

Rujukan

- [1] Mdmarang. (2018) Kempen Kitar Semula, www.mdmarang.gov.my/ms/rakyat/kempen-kitar-semula.
- [2] Li YR (2007). *The feasibility research of making pearl powder with main economic shellfish's discarded shell of Taiwan*. Master dissertation, National Cheng Kung University, Taiwan.
- [3] Zalina, Che manan. 2014. "Characterization of Bacteria Coliform in Smoked and Live Asian Clam (*Corbicula Fluminea*) Sold in Kota Bharu , Kelantan." : 1–3.
- [4] Eh Rak, Aweng, Nur Fasidah Binti Ab Khalid, and Sharifah Aisyah Syed Omar. 2018. "The Distribution and Length Size of *Corbicula Fluminea* (ETAK) in Sungai Pergau at Gunung Reng." *International Journal of Engineering and Technology(UAE)* 7(2): 279–81.
- [5] Hashim, Zuraidah, Jab Kej Awam, Politeknik Sultan, and Hj Ahmad. "Kajian Ciri-Ciri Kejuruteraan Dalam Rekabentuk Konkrit Ringan Berbusa."
- [6] Greeno, R. C. R. (2006). *Building Construction Handbook* (6th ed.). Burlington, USA: ELSEVIER.
- [7] Wan Mohammad, Wan Ahmad Soffian Bin et al. 2017. "A Review on Seashells Ash as Partial Cement Replacement." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 271(1).
- [8] Azmi, Megat, and Megat Johari. 2013. "Cockle Shell Ash Replacement for Cement and Filler in Concrete." *Malaysian Journal of Civil Engineering* 25(2): 201–11.
- [9] Ong, Bee Poh, and Umar Kassim. 2019. "Performance of Concrete Incorporating of Clam Shell

- as Partially Replacement of Ordinary Portland Cement (OPC).” *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics Journal homepage* 55(1): 12–21. www.akademiabaru.com/aram.html.
- [10] Olivia, M., Mifshella, A.A., and Darmayanti, L. (2015) Mechanical properties of seashell concrete. *Procedia Engineering*, **125**, 760–764. Elsevier B.V.
- [11] Umoh, A.. and Ujene, A.. (2015) Improving the Strength Performance of High Volume Periwinkle Shell ash Blended Cement Concrete With Sodium. *Journal of Civil Engineering, Science and Technology*, **6**, 18–22.
- [12] Sainudin, M.S., Othman, N.H., Soffian, W.A., Mohammad, W., Haziman, M., Ibrahim, W., and Muthusamy, K. (2019) Properties of Concrete Containing Mussel (*Perna viridis*) Shell Ash as Partial Cement Replacement. **9**, 154–163.
- [13] Garad, B.B. (2019) Experimental Investigation on Partial Replacement of Cement by Oyster Shell in Concrete. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, **7**, 3503–3508.
- [14] Olivia, Monita, Revina Oktaviani, and Ismeddiyanto. 2017. “Properties of Concrete Containing Ground Waste Cockle and Clam Seashells.” *Procedia Engineering* 171: 658–63.
- [15] Lertwattanakul, Pusit, Natt Makul, and Chalothorn Siripattarapavat. 2012. “Utilization of Ground Waste Seashells in Cement Mortars for Masonry and Plastering.” *Journal of Environmental Management* 111: 133–41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.06.032>.