



RTCEBE

Homepage: <http://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rtcebe>
e-ISSN :2773-5184

Keupayaan Konkrit Campuran Polimer Polipropilena Termoplastik (PPT) Sebagai Bahan Tambah

Nur Farra Farysha Mohd Noorfiza¹, Nor Hazurina Othman^{1*},

¹Fakulti Kejuruteraan Awam dan Alam Bina,
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Batu Pahat, 86400, MALAYSIA

*Senior Lecturer, Faculty of Civil Engineering and Built Environment, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia

DOI: <https://doi.org/10.30880/rtcebe.2024.05.01.013>
Received 9 January 2022; Accepted 1 January 2024; Available online 30 June 2024

Abstrak

Penyedut minuman diperbuat daripada polimer polimerr polipropilena termoplastik merupakan salah satu bahan sisa buangan yang dijadikan sebagai bahan tambahan dalam konkrit. Kajian ini dijalankan untuk mengkaji kekuatan mampatan konkrit campuran polipropilena polimer termoplastik (PPT). Objektif kajian ini adalah untuk menentukan nilai peratus optimum polipropilena polimer termoplastik (PPT) dalam konkrit. Selain itu, mengkaji kekuatan mampatan konkrit campuran polipropilena polimer termoplastik (PPT). Kajian ini dilaksanakan dengan bancuhan konkrit campuran bahan tambah yang digunakan iaitu sebanyak 0% (sampel kawalan), 0.5%, 1% dan 1.5%. Sejumlah 48 sampel konkrit telah dihasilkan di dalam kiub bersaiz 100mm x 100mm x 100mm. Ujian-ujian yang telah dijalankan adalah ujian analisis ayakan, ujian graviti tentu, ujian runtuhan konkrit, pengawetan, ujian ketumpatan dan ujian mampatan. Setelah semua ujian dijalankan, di dapati peratusan bahan campuran polipropilena polimer termoplastik (PPT) yang optimum adalah 0.5% (KPPT0.5).

Abstract:

Thermoplastic polymers polypropylene, which are utilized as an addition in concrete, are used to make beverage dispensers. This study was conducted to study the compressive strength of thermoplastic polymer polypropylene (PPT) mixed concrete. The objective of this study was to determine the optimum percentage value of thermoplastic polymer polypropylene (PPT) in concrete. In addition, study the compressive strength of concrete thermoplastic polymer polypropylene (PPT) mixtures. This study was carried out with a concrete mix of used that is 0% (control sample), 0.5%, 1% and 1.5%. A total of 48 concrete samples were produced in cubes measuring 100mm x 100mm x 100mm. The tests that have been carried out are sieve analysis test, specific gravity test, slump test, curing, density test and compression test. As the result, it was found that the optimal percentage of polypropylene polymer thermoplastic (PPT) mixture was 0.5% (KPPT0.5).

Keywords: Thermoplastic Polymer Polypropylene, Optimum Percentage Compressive Strength, Mixed Concrete

1. Pengenalan

Dalam industri pembinaan, konkrit merupakan bahan utama yang digunakan. Konkrit diperbuat daripada campuran simen, pasir dan agregat di adun bersama air mengikut kuantiti yang ditetapkan. Rekabentuk, bahan mentah yang digunakan, nisbah campuran, keadaan rekabentuk acuan dan kaedah menguji serta bahan tambahan mempengaruhi kualiti konkrit [1]. Bahan tambah yang ditambah ke dalam konkrit adalah bertujuan untuk mengawal dan mengubahsuai kepada campuran konkrit bagi kegunaan pada struktur-struktur tertentu bergantung kepada keadaan dan keperluan yang dikehendaki [2]. Penggunaan plastik telah menjadi sebahagian penting dalam kehidupan kita. Terdapat banyak pembuangan plastik sampah yang terdapat di Malaysia dan juga mana-mana negara di dunia sekarang. Di Malaysia, kadar pembuangan sampah plastik berada pada kedudukan kedua tertinggi iaitu 24% daripada jumlah sisa buangan. Plastik digunakan secara meluas dalam pelbagai produk kerana sifatnya yang berguna seperti ketumpatan rendah, ketahanan tinggi, dan nisbah kekuatan berat, kemudahan reka bentuk, dan kos rendah. Bagaimanapun, pengguna plastik pasca tidak terbiodegradasi dan boleh berterusan selama beberapa dekad sehingga menyebabkannya serius kesan persekitaran [3].

Campuran bahan tambahan plastik dalam konkrit merupakan kaedah yang bagus untuk menguji kualiti dan prestasi konkrit. Walaubagaimanapun, sudah ada kajian yang menggunakan bahan plastik seperti paip plastik polietilena (PE), botol mineral polietilena terephthalate (PET), dan penutup botol bahan polipropilena (PP). Namun begitu, penggunaan penyedut minuman yang mempunyai bahan polipropilena polimer termoplastik (PPT) adalah salah idea yang baik untuk menguji prestasi konkrit. Kajian ini untuk mengenalpasti keupayaan konkrit campuran bahan tambahan polipropilena polimer termoplastik (PPT) di dalam konkrit [3]. Tujuan kajian ini adalah untuk melihat sejauh mana produk baru, konkrit campuran dengan polipropilena polimer termoplastik (PPT). Matlamat penyelidikan ini juga adalah untuk mengkaji graviti tentu polipropilena polimer termoplastik (PPT). Selain itu, menentukan kekuatan mampatan polipropilena campuran polimer termoplastik konkrit (PPT) Akhir sekali, matlamat penyelidikan ini adalah untuk mengetahui berapa peratus optimum polimer termoplastik polipropilena (PPT) dalam konkrit.

2. Kajian Literatur

Kajian ini membincangkan teori-teori penggunaan bahan tambahan dalam konkrit. Berdasarkan kajian literatur daripada pelbagai sumber, termasuk buku, jurnal, serta penyelidikan terdahulu. Selain itu, membincangkan hasil kajian terdahulu menggunakan plastik sisa yang lain dengan penyedut minuman sebagai bahan tambahan konkrit. Pengkaji telah mula menggunakan bahan buangan sebagai bahan dalam adunan konkrit bagi menangani isu pelupusan bahan buangan dalam menghadapi pencemaran alam sekitar yang semakin meningkat. Bahan tambahan ialah komponen yang ditambahkan ke dalam konkrit untuk memberikannya ciri-ciri tertentu yang boleh digunakan pada struktur tertentu berdasarkan keadaan dan keperluan. Sebagai contoh, bahan tambah boleh digunakan untuk melambatkan atau mempercepatkan pengerasan konkrit dan dapat meningkatkan kualiti konkrit [2].

2.1 Konkrit

Konkrit adalah salah satu bahan yang kerap digunakan dalam pembinaan bangunan untuk kejuruteraan awam. Konkrit terdiri daripada campuran agregat kasar, agregat halus dan simen serta digaulkan dengan air bagi menghasilkan konkrit [4]. Konkrit yang berkualiti bergantung kepada rekabentuk, bahan mentah yang digunakan, nisbah campuran, keadaan rekabentuk acuan dan kaedah menguji serta bahan tambahan [1].

Simen adalah bahan yang diperbuat daripada hasil membakar campuran batu kapur dan tanah liat. Terdapat dua jenis simen iaitu simen Portland dan simen bukan Portland. Kebanyakan simen Portland

terdiri daripada simen Portland biasa, simen Portland mudah kering, simen Portland putih dan lain-lain. Manakala, simen bukan Portland yang terdiri daripada simen beralumina tinggi dan simen yang berkhas yang lain [4].

Agregat merupakan bahan tambah untuk menjadikan konkrit bertambah kuat. Terdapat dua jenis agregat iaitu agregat halus dan agregat kasar. Agregat kasar memainkan peranan yang penting dalam proses membancuh konkrit. Agregat kasar boleh didapati dari lombong dan batu besar dihancurkan dengan mesin dan digredkan mengikut kegunaannya yang tertentu. Jenis batu ini biasanya berbentuk bulat dan permukaan yang licin. Agregat kasar adalah batu besar yang bersaiz lebih daripada 5mm tetapi tidak lebih saiz daripada 19mm [5]. Agregat halus adalah pasir yang merupakan komponen dalam mortar dan juga komponen kedua terpenting dalam pembuatan konkrit. Hal ini adalah untuk meningkatkan mutu pembinaan sesebuah bangunan itu sendiri. Saiz agregat halus adalah antara 4.74 mm hingga 75 μ m [5]. Air merupakan sumber yang penting dalam bancuhan konkrit. Faktor utama menentukan kekuatan konkrit adalah nisbah air berbanding simen. Kelenturan atau kelikatannya ditentukan oleh kandungan air, jumlah kandungan pes simen dalam campuran keseluruhan dan ciri-ciri fizikal agregat [6].

2.2 Penyedut Minuman

Bahan tambahan ialah komponen yang ditambahkan ke dalam konkrit untuk memberikannya ciri-ciri tertentu yang boleh digunakan pada struktur tertentu berdasarkan keadaan dan keperluan. Sebagai contoh, bahan tambah boleh digunakan untuk melambatkan atau mempercepatkan pengerasan konkrit dan dapat meningkatkan kualiti konkrit [2]. Terdapat dua jenis bahan tambah iaitu bahan-bahan boleh larut dalam air dan bahan tambah mineral iaitu bahan-bahan tidak boleh larut dalam air. Dalam kajian ini, jenis bahan tambah yang digunakan adalah jenis bahan tambah mineral iaitu penyedut minuman. Penyedut minuman plastik biasa dibuat daripada polimer polipropilena termoplastik (PPT). Bahan plastik ini dikenali dengan ketahanan, ringan, dan kemampuannya untuk dihasilkan dengan kos yang rendah. Selain itu, terdapat juga bahan yang lain seperti polietilena (PE) dan polivinil klorida (PVC) [7]. Selain itu, penyedut minuman juga dibuat dari campuran resin plastik, pewarna, dan bahan tambahan lain yang diformulasikan. Pewarna dapat ditambahkan ke dalam plastik untuk memberi penampilan yang menyenangkan secara estetik dan bahan tambahan ditambahkan pada formula plastik untuk mengawal sifat fizikal penyedut minuman seperti pemplastik untuk mengelakkan keretakan resin, antioksidan digunakan untuk mengurangkan interaksi berbahaya antara plastik dan oksigen di udara [8]. Rajah 1 menunjukkan penyedut minuman sebagai PPT.



Rajah 1: Penyedut Minuman (PPT)

2.3 Kajian Penggunaan Penyedut Minuman dan Bahan – Bahan Plastik di dalam Konkrit

Terdapat kajian-kajian yang lepas yang menggunakan beberapa jenis bahan penyedut minuman dan bahan plastik yang lain. Penambahan plastik dalam konkrit dapat meningkatkan beberapa sifat konkrit dengan ketara kerana plastik mempunyai daya tahan tinggi, tingkah laku lelasan yang baik, kekonduksian terma rendah dan kapasiti haba yang tinggi. Oleh itu, para penyelidikan menggunakan pelbagai jenis penyedut minuman dan plastik seperti botol polietilena terephthalate (PET), penutup botol bahan polipropilena (PP), jerami gandum dan jerami padi telah digunakan sama ada sebagai

agregat, pengisi atau bahan tambahan [9]. Jadual 1 menunjukkan kajian awal tentang penggunaan jenis plastik yang lain dan bahan penyedut minuman.

Jadual 1: Kajian Awal Penggunaan Bahan – Bahan Plastik di dalam Konkrit

Penyelidik/Tahun	Hasil kajian
(Mohd & Yunus, 2016)	Menggunakan sisa polietilena terephthalate (PET) mengikut isipadu sebanyak 0.5%, 1.0% dan 1.5% sebagai bahan tambah. Hasil daripada kajian didapati peratus optimum adalah sebanyak 1.0%.
(Borg <i>et al.</i> , 2016)	Konkrit tertulang yang menggunakan bahan kitar polietilena terephthalate (PET) mengikut isipadu sebanyak 0.5%, 1.0% dan 1.5% sebagai bahan tambah semula. Hasil daripada kajian didapati peratus optimum adalah sebanyak 1.0%.
(Sadrumontazi <i>et al.</i> , 2009)	Konkrit polistirena (EPS) menggunakan polipropilena (PP) mengikut isipadu sebanyak 0.1%, 0.3%, 0.5% dan 1% sebagai bahan tambah. Hasil daripada kajian didapati peratus optimum adalah sebanyak 0.1%.
(Sohaib <i>et al.</i> , 2018)	Menggunakan bahan polipropilena (PP) mengikut isipadu sebanyak 0.5%, 1.5%, 2.5%, 3.5% dan 4.5% sebagai bahan tambah. Hasil daripada kajian didapati peratus optimum adalah sebanyak 1.5%.
(Passoth & Sandgren, 2019)	Menggunakan penyedut minuman daripada sumber asli iaitu gandum jerami mengikut isipadu sebanyak 1%, 2% dan 3% sebagai bahan tambah. Hasil daripada kajian didapati peratus optimum adalah sebanyak 1%.
(Jahami <i>et al.</i> , 2019)	Menggunakan sisa penyedut minuman mengikut isipadu sebanyak 0.5%, 1.5% dan 3% sebagai bahan tambah. Hasil daripada kajian didapati peratus optimum adalah sebanyak 1.5%.

Berdasarkan Jadual 1, kesimpulan yang dapat dibuat bahawa terdapat kajian beberapa jenis bahan yang lain seperti gentian polietilena terephthalate PET dan polipropilena PP dalam campuran konkrit telah dijalankan oleh penyelidik awal Berdasarkan kajian lepas, kajian ini akan dijalankan dengan menambahkan bahan polimer polipropilena termoplastik (PPT) pada peratusan 0.5%, 1.0% dan 1.5% sebagai bahan tambah. Untuk tujuan kawalan, campuran konkrit biasa tanpa bahan tambah digunakan dalam kajian ini. Penyelidikan ini melibatkan ujian makmal iaitu ujian graviti tentu, ketumpatan dan ujian kekuatan mampatan.

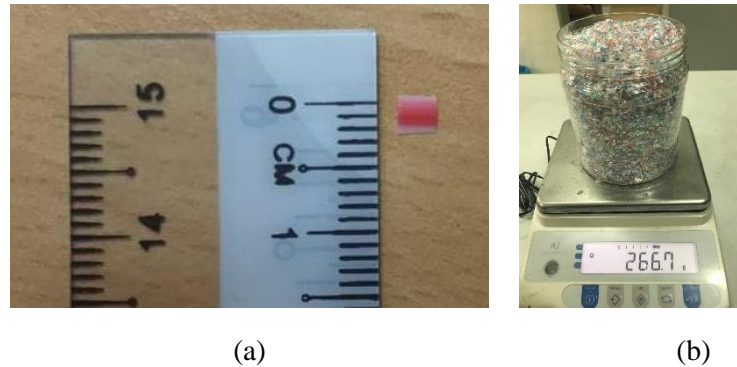
3. Metodologi Kajian

Dalam kajian ini menerangkan proses ujian yang dijalankan bermula dengan penyediaan bahan, rekabentuk konkrit campuran, penyediaan sampel dan ujian-ujian makmal yang dijalankan. Seterusnya, prosedur ujian makmal dijalankan mengikut piawaian yang telah ditetapkan dalam Piawaian British (BS EN) dan merujuk kajian terdahulu untuk memastikan setiap ujian yang dibuat mengikut prosedur yang betul.

3.1 Penyediaan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam kajian ini adalah simen, agregat kasar, agregat halus, air dan penyedut minuman. Simen yang digunakan adalah simen Portland biasa keluaran jenama Tasek Cement. Saiz maksimum agregat kasar dari jenis yang ialah 20 mm. Manakala agregat halus yang mempunyai nilai melebihi 600 μm sebanyak 38%. Bancuhan konkrit adalah berpadukan Rekabentuk Bancuhan Konkrit Normal [10].

Penyedut minuman yang diambil adalah daripada sisa buangan dan dijadikan bahan tambahan dalam campuran konkrit. Penyedut minuman yang diambil telah dibasuh terlebih dahulu dengan bersih supaya tiada kotoran pada penyedut minuman. Selepas dibersihkan, penyedut minuman ini dipotong dengan menggunakan gunting mengikut ukuran yang ditetapkan. Penyedut yang dipotong berukuran 2mm x 2mm sebagai bahan tambah dalam konkrit campuran dengai nilai peratusan yang telah ditetapkan seperti dalam penyediaan sampel. Ujikaji graviti tentu bagi PPT dilakukan berpadukan BS EN 1097-6:2013 [16]. Rajah 2 menunjukkan penyedut minuman yang dipotong dan ditimbang untuk dibancuh di dalam konkrit.



Rajah 2: Penyediaan PPT: (a) Saiz PPT, (b) Sebahagian kuantiti PPT yang digunakan dalam kajian

3.2 Rekabentuk Konkrit

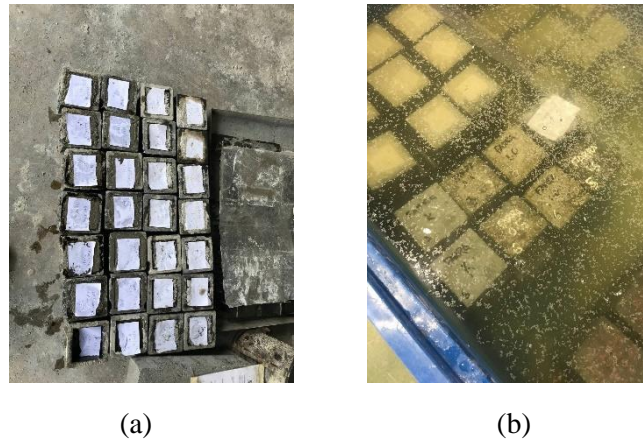
Rekabentuk konkrit campuran ini hendaklah berpandukan pada buku Design of Normal Concrete Mixes [10]. Gred konkrit yang ditetapkan adalah 30 N/mm² pada usia 28 hari. Untuk membentuk sampel konkrit, semua bahan diadun bersama. Sebanyak 24 sampel disediakan untuk mencapai objektif kajian ini. Jadual 2 menunjukkan kuantiti bahan bancuhan konkrit bagi isipadu 0.001 m³. Setiap sampel telah dibahagikan peratusan berlainan seperti konkrit kawalan (KN), konkrit campuran 0.5% (KPPT0.5), konkrit campuran 1.0% (KPPT1.0) dan konkrit campuran 1.5% (KPPT1.5).

Jadual 2: Kuantiti bahan bancuhan konkrit bagi isipadu per m³

Sampel	PPT		Simen (kg/m ³)	Air (kg/m ³)	Agregat kasar (kg/m ³)	Agregat halus (kg/m ³)
	%	kg				
KN (kawalan)	0	0	340	170	1209	710
KPPT0.5	0.5	0.072	340	170	1209	710
KPPT1.0	1.0	0.144	340	170	1209	710
KPPT1.5	1.5	0.216	340	170	1209	710

3.3 Penyediaan Sampel

Sebanyak 24 sampel bancuhan konkrit yang telah disediakan bagi mencapai objektif kajian ini dengan melaksanakan ujian yang dilakukan iaitu ujian graviti, ujian ketumpatan dan ujian mampatan. Sampel konkrit ini berukuran 100mm x 100mm x 100mm dan saiz kiub. Setiap sampel telah ditetapkan peratus PPT dalam konkrit. Semua sampel diawetkan dalam tangki pengawetan sehingga usia 7 hari dan 28 hari. Seterusnya, semua sampel kiub diuji selama 7 hari dan 28 hari. Rajah 3 memaparkan penyediaan sampel.



Rajah 3: Penyediaan Sampel: (a) Bancuhan konkrit dimasukkan dalam acuan, (b) Sampel diawetkan selama 7 hari dan 28 hari.

3.5 Ujikaji Terhadap Konkrit

Setiap ujian yang telah dijalankan adalah penting untuk mendapat nilai peratusan optimum dan kekuatan konkrit campuran. Ujian yang dijalankan adalah seperti dalam Jadual 3.

Jadual 3: Ujikaji Terhadap Bancuhan Konkrit

Ujikaji	Piawaian
Ujian Runtuhan Konkrit	BS EN 12350-2:2009 [17]
Ujian Ketumpatan	BS EN 12390-7:2000 [18]
Ujian Mampatan	BS EN 12390-3:2001 [19]

4. Keputusan dan Perbincangan

Kajian ini membincang dan menunjukkan keputusan serta analisis data yang diperolehi hasil dari dapatan kajian yang telah dijalankan. Setiap ujian yang telah dijalankan adalah berdasarkan dengan objektif dan matlamat inovasi bagi kajian ini. Sampel kawalan konkrit biasa KN menjadi penunjuk aras kepada konkrit campuran bahan tambahan polipropilena polimer termoplastik (PPT).

4.1 Nilai graviti tentu

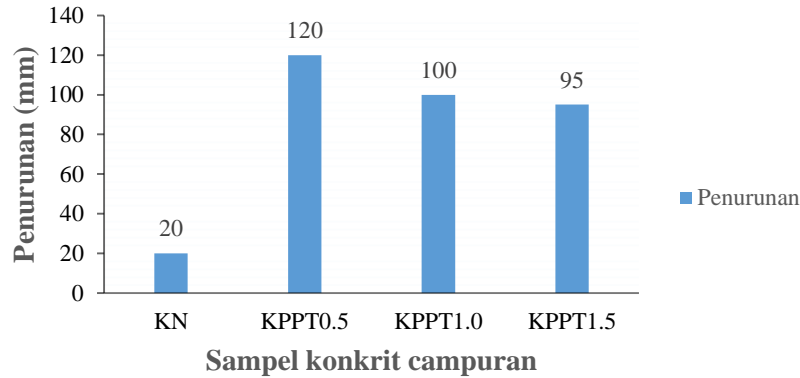
Ujian ini telah dijalankan untuk mendapatkan nilai graviti tentu bagi bahan yang digunakan dalam kajian ini. Bahan yang digunakan adalah penyedut minuman yang dipotong halus. Jadual 3 menunjukkan nilai graviti tentu bagi penyedut minuman adalah 1.41. Ujian ini dijalankan mengikut piawaian BS EN 1097-6:2013 [16]. Nilai graviti tentu bagi simen Portland biasa ialah 3.14. Oleh sebab itu, penyedut minuman mempunyai nilai graviti yang rendah berbanding simen Portland biasa [6].

Jadual 3: Nilai graviti tentu bagi penyedut minuman

Bahan	Nilai Graviti Tentu
Penyedut minuman	1.41

4.2 Ujian keboleherjaan konkrit

Sasaran runtuhan bagi ujian keboleherjaan konkrit ialah 60 mm hingga 180 mm bagi kesemua sampel berdasarkan rekabentuk campuran konkrit. Hasil daripada data yang diperolehi, penurunan yang paling rendah ialah 20 mm bagi sampel KN dan penurunan paling tinggi ialah 120 mm bagi sampel KPPT0.5. Rajah 4 menunjukkan nilai penurunan purata konkrit.



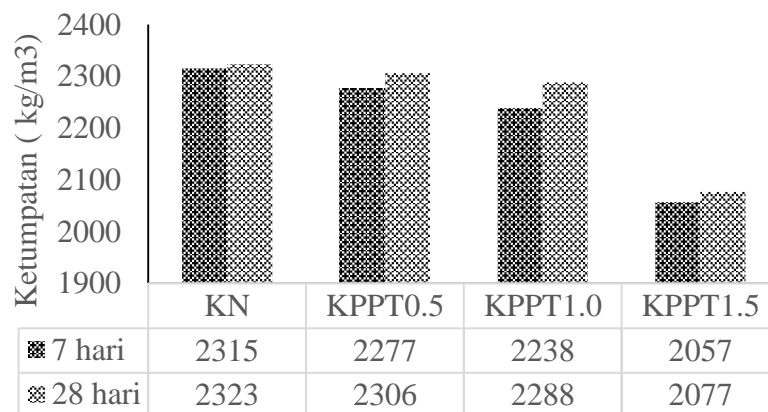
Rajah 4: Nilai penurunan purata konkrit

Berdasarkan Rajah 4, penurunan runtuh semakin berkurangan apabila peratusan bahan campuran PPT meningkat pada campuran konkrit. Sasaran runtuh bagi konkrit campuran tercapai dengan nilai keputusan bagi sampel adalah antara 95 mm hingga 120 mm. Jenis penurunan yang berlaku pada sampel KN adalah penurunan sebenar di mana telah mencapai kebolehterjaya bagi sesuatu campuran konkrit. Jenis penurunan yang berlaku keatas sampel KPPT0.5, KPPT1.0 dan KPPT1.5 adalah penurunan ricih. Hal ini menunjukkan campuran bahan PPT kurang lekatan kerana permukaan geseran penyedut minuman yang licin dan rendah. Walaubagaimapun apabila peratusan campuran bahan PPT bertambah, kebolehterjaya tinggi kerana sifat fizikal penyedut minuman berfungsi sebagai bahan tambah dalam konkrit [5].

Secara amnya, penggunaan bahan PPT meningkatkan kebolehterjaya konkrit kerana PPT mempunyai saiz zarah yang kecil berbanding dengan agregat. Di samping itu, permukaan PPT yang licin dan penyerapan pes simen dengan lambat, mengurangkan kelikatan campuran konkrit. Akibatnya, apabila jumlah PPT meningkat, kekuatan konkrit berkurangan [6].

4.3 Ujian ketumpatan

Ujian ketumpatan ini dijalankan bagi mendapatkan nilai ketumpatan konkrit daripada hasil nisbah antara jisim dan isipadu sampel konkrit. Rajah 5 menunjukkan ketumpatan bagi 7 hari dan 28 hari, ujian ini dijalankan mengikut piawaian BS EN 12390-7: 2000 [18].



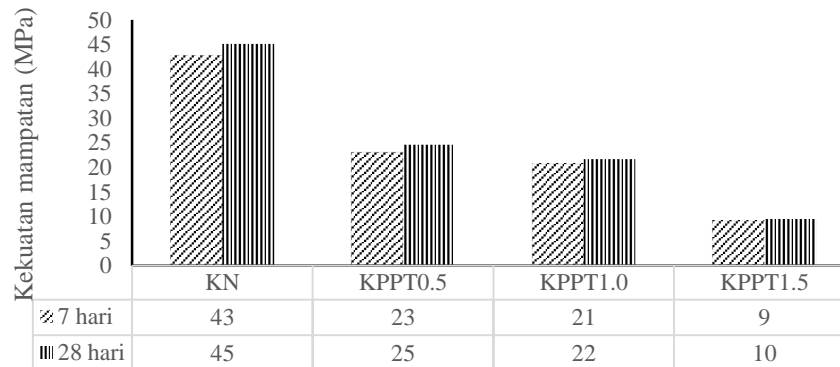
Rajah 5: Nilai ketumpatan bagi konkrit dengan pengawetan 7 hari dan 28 hari.

Hasil daripada Rajah 5, bacaan ketumpatan adalah tinggi bagi sampel 28 hari berbanding sampel yang diawetkan 7 hari. Sampel konkrit KPPT0.5 memiliki nilai ketumpatan yang tinggi berbanding sampel yang lain bagi 7 hari iaitu 2277 kg/m³ dan 28 hari pengawetan iaitu 2306 kg/m³. Seterusnya, nilai ketumpatan paling rendah ialah sampel KPPT1.5 bagi 7 hari dan 28 hari pengawetan iaitu 2057

kg/m³ dan 2077 kg/m³ . Hal ini berlaku disebabkan oleh bahan tambahan, penyedut minuman menjadikan sampel konkrit rapuh [5].

4.4 Ujian Kekuatan Mampatan

Konkrit diuji selepas tempoh pengawetan selama 7 hari dan 28 hari bagi setiap peratusan bahan yang digunakan mengikut piawaian BS EN 12390-3:2001 [19]. Jadual 6 menunjukkan kekuatan mampatan konkrit.



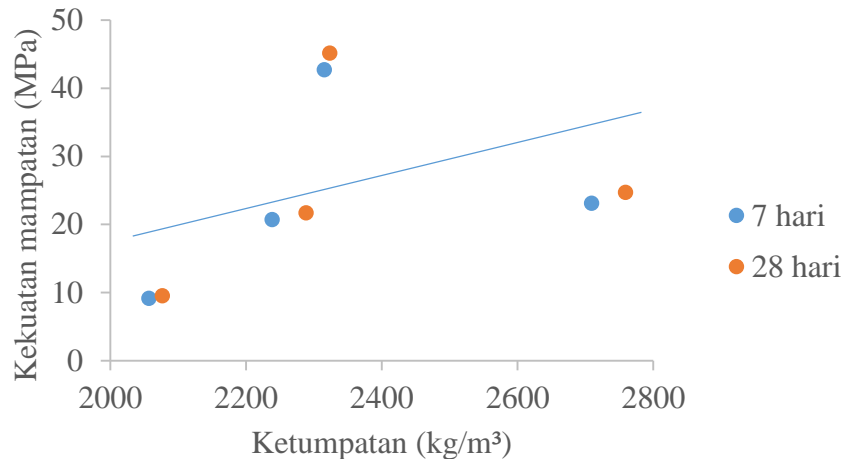
Rajah 6: Nilai kekuatan mampatan bagi konkrit dengan pengawetan selama 7 hari dan 28 hari.

Berdasarkan Rajah 6, kekuatan mampatan konkrit pada 7 hari dan 28 hari iaitu 42.7 MPa dan 45.2 MPa , kekuatan mampatan ini berada pada takat kekuatan mampatan seperti ditetapkan dalam rekabentuk campuran konkrit iaitu 30MPa - 46MPa. Berdasarkan data ujian mampatan, konkrit telah mencapai kekuatan maksimum pada umur pengawetan 28 hari. Hal ini kerana semasa proses pengawetan berlakunya tindak balas hidrasi di dalam konkrit. Didapati kekuatan konkrit sampel KPPT0.5 yang seakan sama nilai dengan sampel konkrit kawalan iaitu pada 7 hari dan 28 hari iaitu 23.1 MPa dan 24.7 MPa. Selain itu, konkrit campuran KPPT1.5 mendapat bacaan kekuatan mampatan terendah pada 7 hari dan 28 hari iaitu 9.2 MPa dan 9.6 MPa.

Dengan menambahkan bahan PPT ke dalam konkrit, dapat mengurangkan kekuatan mampatan konkrit. Daripada keputusan ujian yang diperolehi untuk hari ke7 dan hari ke-28, penurunan kekuatan telah ditunjukkan berlaku dalam konkrit dengan penambahan bahan PPT. Ini boleh dijelaskan dengan mengambil kira bahawa bahan PPT adalah bahan gantian yang baik dalam ketegangan tetapi lemah dalam mampatan [6].

4.5 Hubungkait di Antara Kekuatan Mampatan dan Ketumpatan Konkrit

Berdasarkan analisis data, diperhatikan bahawa graf adalah bersifat linear iaitu nilai kekuatan mampatan pada konkrit meningkat apabila nilai ketumpatan konkrit juga meningkat. Hal ini dapat menjelaskan bahawa ketumpatan mempengaruhi kekuatan ketumpatan sesuatu bancuhan konkrit. Rajah 7 menunjukkan graf hubungan antara kekuatan mampatan dan ketumpatan konkrit bagi tempoh pengawetan 7 hari dan 28 hari. Selain itu, pertambahan peratusan bahan tambahan iaitu penyedut minuman juga mempengaruhi polar kekuatan mampatan dan ketumpatan konkrit. Sampel konkrit KPPT1.5 dapat dilihat memiliki ketumpatan paling rendah iaitu bagi 7 hari dan 28 hari pengawetan iaitu 2057 kg/m³ dan 2077 kg/m³ akan tetapi kekuatan mampatan adalah kedua terendah pada 7 hari dan 28 hari iaitu 18.7 MPa dan 20 MPa. Seterusnya, bancuhan KPPT0.5 dapat dilihat memiliki ketumpatan paling tinggi antara kesemua konkrit campuran iaitu bagi 7 hari dan 28 hari pengawetan iaitu 2709 kg/m³ dan 2759 kg/m³ dan kekuatan mampatannya juga adalah yang tertinggi pada 7 hari dan 28 hari iaitu 23.1 MPa dan 24.7 MPa kerana berlakunya tindak balas antara bahan campuran.



Rajah 7: Hubungan antara kekuatan mampatan dengan ketumpatan.

5. Kesimpulan

Kesimpulan bagi kajian ini berdasarkan objektif yang telah ditetapkan seperti:

- i. Berdasarkan ujian yang telah dijalankan sifat fizikal bagi penyedut minuman telah direkodkan. Ujian graviti tentu yang telah dijalankan mendapati bahawa nilai graviti tentu bagi penyedut minuman adalah rendah iaitu 1.41. Sifat penyedut minuman ini berfungsi sebagai bahan tambah konkrit serta menutup sebahagian rongga-rongga konkrit dengan lebih baik.
- ii. Berdasarkan nilai runtuh konkrit, setiap bancuhan konkrit memiliki perbezaan penurunan. Konkrit campuran bahan PPT memiliki nilai penurunan yang rendah berbanding kawalan. Hal ini berlaku demikian kerana, tindak balas antara agregat kasar dan penyedut minuman. Permukaan penyedut minuman yang licin menyebabkan kurang berlakunya geseran serta campuran konkrit tersebut menyebabkan kurang lekatan antara permukaan agregat kasar dan penyedut minuman. Apabila peratusan bahan PPT meningkat, nilai penurunan semakin rendah dan bahan PPT tersebut berperanan menutup sebahagian liang udara di dalam konkrit.
- iii. Keputusan ujian ketumpatan dan kekuatan mampatan, dapat dilihat bahawa nilai kekuatan mampatan pada konkrit meningkat apabila nilai ketumpatan konkrit pada tempoh pengawetan 7 hari dan 28 hari juga meningkat.
- iv. Bancuhan campuran bahan tambahan penyedut minuman dilihat mampu mencapai kekuatan yang ditetapkan tetapi dengan penambahbaikan terhadap rekabentuk campuran konkrit dan tempoh masa pengawetan. Penyedut minuman juga memainkan peranan dimana menutup rongga-rongga konkrit dan bertindak sebagai bahan tambah dalam bancuhan konkrit.
- v. Peratusan bahan campuran yang optimum bagi konkrit campuran bahan tambahan polipropilena polimer termoplastik (PPT) ialah sampel konkrit campuran polipropilena polimer termoplastik (PPT) sebanyak 0.5 % dengan kekuatan mampatan 24.7 MPa pada tempoh pengawetan 28 hari.

Penghargaan

Penulis ini merakamkan ucapan terima kasih kepada Fakulti Kejuruteraan Awam dan Alam Bina, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia di atas sokongan khidmat staf teknikal dan kemudahan makmal yang disediakan.

References

- [1] Heijnen, J. H. "Kajian Abu Kelapa Sawit sebagai Bahan Pengganti Simen dalam Konkrit." Building construction. 2006. [Akses dalam talian] Diakses daripada: <http://eprints.usm.my/29787/1> [Diakses pada Jun 2021]

- [2] Husain, R. “Kajian Terhadap Daya Keapungan Dan Ketahanan Konkrit”. Penyelidikan Matematik Sains Dan Komputer. 2014.
- [3] Zéhil, G. P., & Assaad, J. J. “Feasibility of Concrete Mixtures Containing Cross-Linked Polyethylene Waste Materials”. *Construction and Building Materials*, vol 226, ms: 1–10. 2019. doi:10.1016/j.conbuildmat.2019.07.28.
- [4] Shetty, M. S. “Concrete Technology Theory and Practice”. Multicolour Illustrative Edition. Book. ms: 55. 2000. [E-book] Diakses daripada: <https://www.amieindia.in/downloads/ebooks/concrete-tech.pdf>.
- [5] Neville, J. B. “Concrete Technology Second Edition”. In *JNCCN Journal of the National Comprehensive Cancer Network* .Vol. 13, ms: 676–678. 2015. doi: 10.6004/jnccn.2015.0201.
- [6] Zakaria Mat Lazim. “Bahan dan Binaan”. Dewan Bahasa dan Pustaka. 2010.
- [7] Lanzoni, L., Nobili, A., & Tarantino, A. M. “Performance Evaluation of a Polypropylene-Based Draw-Wired Fibre for Concrete Structures”. *Construction and Building Materials*, vol 28(1), ms: 798–806. 2012. doi:10.1016/j.conbuildmat.2011.10.017.
- [8] Goff, J., & Whelan, T. “Introduction to Extrusion”. *The Dynisco Extrusion Processors Handbook*, 1(508). 2000.
- [9] Saikia, N., & De Brito, J.”Mechanical Properties and Abrasion Behaviour of Concrete Containing Shredded PET Bottle Waste as a Partial Substitution of Natural Aggregate”. *Construction and Building Materials*, vol 52(2014), ms: 236–244. 2014. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2013.11.049.
- [10] Teychenné, D. C., Franklin, R. E., & Erntroy, H. C. “Design of Normal Concrete Mixes”. *Building Research Establishment Ltd*, 331(1). 2010.
- [11] Mohd, & Yunus, M. I. “A Study on Utilization of Waste Polyethylene Terephthalate (PET)”. *Environmental Engineering*. Universiti Teknologi Malaysia. Mac. 2016.
- [11] Borg, R. P., Baldacchino, O., & Ferrara, L. “Early Age Performance and Mechanical Characteristics of Recycled PET Fibre Reinforced Concrete”. *Construction and Building Materials*, vol 108, ms: 29–47. 2016. doi:10.1016/j.conbuildmat.2016.01.029.
- [12] A.Sadrmomtazi, M. L., A.Fasihi, & A, K. H. “An Investigation on Effect of Using PP Fibers and Different Cementitious Materials on Mechanical Properties of EPS Concrete”. *Concrete & Development At: Tehran, Iran*. April. 2009.
- [13] Sohaib, N. & F, S. “Using Polypropylene Fibers in Concrete to Achieve Maximum Strength”. *Civil and Structural Engineering*. ms: 37–42. 2018. doi:10.15224/978-1-63248-145-0-36.
- [14] Passoth, V., & Sandgren, M. “Biofuel Production from Straw Hydrolysates: Current Achievements and Perspectives”. *Microbiology and Biotechnology*, vol 103. ms:5105–5116. 2019. doi: 10.1007/s00253-019-09863-3.
- [15] Jahami, A., Khatib, J., & Firat, S. “Load Deflection Characteristics of Reinforced Concrete Beams Incorporating Fibers Made of Waste Plastic Straw”. *Second International Turkish World Engineering and Science Congress*, ms: 326–332. 2019.
- [16] British Standard. “Test for Mechanical and Physcial Properties of Aggregates: Determination of Particle Density and Water Absorption”. *BSI Standards Publication*. ms:1–54. 2013.

- [17] British Standard. (2009). “Testing Fresh Concrete - Part 2: Slump Test”. BSI Standards Publication. ms: 5–8. 2009.
- [18] British Standards. “Testing Hardened Concrete - Part 7: Density of Hardened Concrete”. BSI Standards Publication, 3(1). ms: 13. 2000.
- [19] British Standard. “Testing Hardened Concrete - Part 3: Compressive Strength of Test Specimens”. BSI Standards Publication. ms: 4 –10. 2001.