

## Kesan Penggunaan Sisa Precious Slag Ball Pada Sifat Konkrit

Mazly Mohd Nor  
Politeknik Sultan Azlan Shah  
mazly@psas.edu.my

Haslinda Ab Aziz  
Politeknik Sultan Azlan Shah  
haslinda@psas.edu.my

### Abstract

Concrete is one of the most used structures in building construction due to its durability and strength. This research is to study the effects of Precious Slag Ball (PS Ball) to the characteristics of concrete. PS Ball is a waste product from the metal surface cleaning activity. The main objective of this research is to obtain the maximum compression for concrete as well as the density and water absorption rate. Concrete cube sample is 100mm x 100mm x 100mm is produced using concrete mixture without coarse aggregate meanwhile the fine aggregate for the concrete mixture is replaced with PS Ball at pre determined percentage of 0%, 10%, 20%, 30%, 40% and 50%. In conclusion, the maximum compressive strength achieved is 29.2 Mpa with 5% water absorption and density 2191.3 kg/m<sup>3</sup> is for concrete mixture with 20% PS Balls. Therefore, the use of PS Ball as a substitute for aggregates in concrete mixture strengthens the concrete even more.

**Keywords :** concrete, PS Ball, compressive strength

### Abstrak

Konkrit ialah salah satu struktur dalam binaan sesuatu bangunan kerana ianya tahan lasak di samping mempunyai kekuatan yang baik. Kajian ini adalah bertujuan untuk mengkaji kesan penggunaan sisa *Precious Slag Ball (PS Ball)* pada sifat-sifat konkrit. Sisa *PS Ball* ialah sisa buangan daripada aktiviti pembersihan permukaan bahan berbentuk metal / besi. Objektif kajian ini ialah untuk mendapatkan nilai kekuatan mampatan yang maksimum. Selain itu untuk mendapatkan nilai ketumpatan dan kadar penyerapan air. Sampel konkrit dihasilkan dalam bentuk kiub bersaiz 100 mm x 100 mm x 100 mm dan tanpa menggunakan agregat kasar. Kajian ini dijalankan dengan menggantikan pasir dalam bancuhan konkrit dengan sisa *PS Ball* pada kadar peratusan yang telah ditetapkan iaitu 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% di dalam campuran. Antara ujian yang dijalankan ialah ujian kekuatan mampatan, ketumpatan dan penyerapan air. Berdasarkan hasil dapatan kajian, nilai kekuatan mampatan maksimum ialah 29.2 Mpa, resapan air kurang daripada 5% dan ketumpatannya ialah 2191.3 kg/m<sup>3</sup> pada kadar 20% gantian sisa *PS Ball*. Dengan itu, penggunaan sisa *PS Ball* dapat meningkatkan kekuatan konkrit.

**Kata Kunci :** konkrit, *PS Ball*, ujian kekuatan mampatan

### 1.0 Pengenalan

Konkrit merupakan campuran antara simen, pasir, batu baur halus dan kasar dan dibancuh dengan air. Kadar campurannya adalah mengikut kadar yang telah ditetapkan. Ia digunakan sebagai salah satu struktur dalam sesuatu pembinaan. Konkrit dipilih kerana ia mempunyai kelebihan antaranya murah, kuat, bahan yang mudah untuk diperolehi, tahan terhadap api dan sebagainya. Dengan itu ia paling banyak digunakan di

dalam sesuatu projek pembinaan. Antara jenis-jenis konkrit ialah konkrit bertetulang, konkrit biasa, konkrit ringan dan konkrit tanpa batu baur kasar.

Kajian dan inovasi dalam teknologi konkrit sentiasa diperlukan untuk memenuhi keperluan dan permintaan sektor pembinaan di samping meningkatkan kualiti, kekuatan, mesra alam, penjimatan kos dan lain-lain lagi. Dalam kajian ini, sisa letupan pasir (*sand blasting*) dari jenis *precious slag ball (PS Ball)* akan digunakan sebagai bahan gantikan pasir dalam bancuhan konkrit. *PS Ball* ialah sisa buangan daripada aktiviti pembersihan permukaan bahan berbentuk metal / besi di mana ia untuk menghilangkan karat, debu, cat dan lain-lain kotoran. Ia berbentuk sfera dan mempunyai kekuatan tinggi.

## 2.0 Sorotan kajian

Penggunaan sisa garnet sebanyak 25% sebagai agregat halus dalam campuran asfalt telah menunjukkan keputusan bahawa sampel tersebut memerlukan kuantiti bahan pengikat yang kurang berbanding dengan sampel kawalan. Campuran asfalt yang dihasilkan ini juga lebih baik kestabilannya berbanding campuran dengan menggunakan agregat granit 100%. Kestabilan yang tinggi boleh mengurangkan potensi campuran untuk berubah secara kekal apabila dikenakan beban (Salam R. Aletba et.al, 2018).

Menurut Daniela Laura Buruiana et.al (2011), hasil daripada teori dan kajian eksperimen yang dijalankan telah menunjukkan bahawa kepentingan mengitar semula sisa buangan grit (*sand blasting*). Ia juga mencadangkan penggunaan sisa grit di dalam campuran bahan pengikat dalam pembinaan jalan asfalt dan seterusnya dapat mengurangkan kos pelupusan sisa tersebut dari segi kutipan, pengangkutan dan pelupusan.

Rawatan permukaan struktur dengan letupan tekanan tinggi menggunakan medium yang kasar menyebabkan pengeluaran sisa pepejal. Sisa pepejal ini mengandungi bahan kasar dan bahan yang ada pada permukaan struktur. Letupan kasar biasanya digunakan untuk menghilangkan cat dan primer dan bahan-bahan ini sering mengandungi bahan kimia yang mungkin menimbulkan risiko kepada kesihatan manusia dan alam sekitar. Oleh itu, adalah penting untuk menguruskan sisa letupan kasar dengan mematuhi semua peraturan yang dikenakan dan dengan cara untuk melindungi kesihatan manusia dan alam sekitar. Projek penyelidikan telah dijalankan untuk mengkaji amalan pengurusan semasa dan isu pengawalseliaan mengenai pengurusan sisa letupan kasar. Kajian semula kawal selia Florida mendedahkan bahawa sebahagian besar sisa letupan kasar adalah tidak berbahaya, tetapi masih mengandungi tahap logam berat. Antara kitar semula bahan buangan ini adalah digunakan sebagai bahan mentah dalam pengeluaran simen portland (J. R. J. Carlson dan T. G. Townsend, 1998).

Menurut Mohd Asnawi Bin Abd Wahab (2017) pula, kualiti turapan adalah elemen penting dalam memastikan kepuasan pengguna. Lapisan turapan yang berkualiti akan meningkatkan jangka hayat jalan raya. Oleh itu, ia melibatkan lapisan *sub base* dengan menggantikan dengan garnet sebagai bahan pengganti untuk lapisan *sub base* pasir. Kajian ini menangani penggunaan pasir sebagai lapisan asas oleh sisa garnet sebagai lapisan *sub base* sehingga penggantian mencapai 100%. Penggantian garnet untuk

lapisan *sub base* akan mengurangkan sisa garnet yang berlebihan. Hasil kajian menunjukkan pekali nilai CBR kebolehtelapan adalah mencapai nilai CBR *sub base* 20% dan julat bagi pekali kebolehtelapan 0.001-1.000 cm/s. Kesimpulannya, campuran 70% pasir dan 30% garnet adalah campuran maksimum bahagian yang boleh digunakan dalam lapisan pembinaan *sub base*.

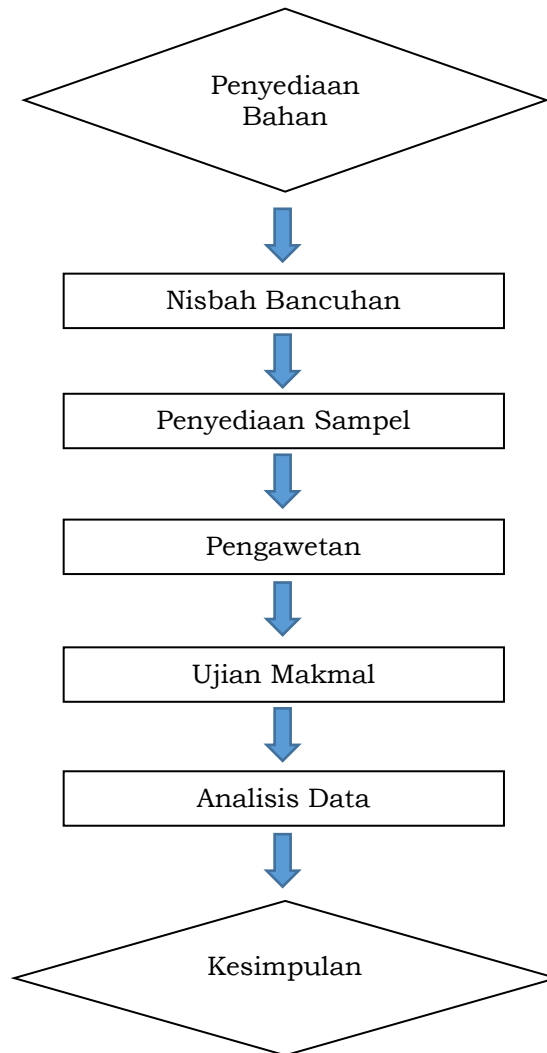
Kajian ini membentangkan keputusan mengenai ciri-ciri penstabilan tanah bersama campuran sisa garnet sebagai bahu jalan. Bahu jalan di jalan tempatan kini dilihat mempunyai keupayaan mampatan yang lemah akibat daripada pemendapan semasa dan pemendapan daripada kenderaan yang memakir di bahu jalan. Sisa garnet merupakan salah satu sisa industri yang semakin banyak lambakan dan tercetus idea untuk mengurangkan dan menggunakan semula sisa ini. Tujuan utama kajian ini adalah untuk mengenalpasti ciri-ciri tanah dan sisa garnet, untuk mengenalpasti kandungan lembapan dan darjah pepadatan bahan campuran sebagai bahu jalan dan juga untuk mengenalpasti kandungan maksimum bahan campuran terhadap ujian Nisbah Galas California (NGC). Ciri-ciri bahan kajian ditentukan menggunakan ujian ayakan, ujian had Atterberg dan ujian komposisi kimia. Ujian mampatan bagi bahan campuran terdiri daripada 100% tanah, 100% sisa garnet, 2S8G, 4S6G, 6S4G dan 8S2G dimana kandungan lembapan optimum adalah 8-20% dan ketumpatan kering maksimum antara 1.74-2.56 Mg/m<sup>3</sup>. Daripada nilai kandungan lembapan optimum, ujian NGC dijalankan dan hasil dapatan menunjukkan 40% campuran peratusan sisa garnet adalah sesuai digunakan sebagai pembinaan bahu jalan. Pertambahan nilai peratusan sisa garnet menunjukkan peningkatan dalam ketumpatan kering maksimum dan nilai modulus kehalusan antara faktor yang mempengaruhi darjah pepadatan. Hasil kajian menunjukkan sisa garnet mempunyai potensi untuk digunakan sebagai campuran dalam pembinaan bahu jalan bermula dengan campuran 40% ke atas peratus sisa garnet dengan tanah. Nilai regresi, R<sup>2</sup> adalah 0.86 dan 0.96 untuk nisbah gelas California dan ketumpatan kering maksimum, masing-masing diperolehi menjangkakan nilai sebenar NGC dan ketumpatan kering maksimum semasa pembinaan jalan menggunakan kandungan peratus sisa garnet. (Wan Noor Hin Binti Mior Sani, 2017)

Menurut Kushagra Jhamad et.al (2017) bahawa debu keluli boleh digunakan sebagai bahan pengganti untuk simen dan penggantian debu keluli sebanyak 5% telah meningkatkan kekuatan dan kualiti berbanding dengan konkrit kawalan. Ia berdasarkan ujian-ujian yang telah dijalankan. Oleh yang demikian, penggunaan sisa industri boleh meningkatkan kekuatan konkrit dan boleh digunakan dalam konkrit biasa. Penggunaan peratus sisa industri yang berbeza dalam bancuhan dapat menunjukkan variasi keputusannya.

### **3.0 Metodologi kajian**

Dalam kajian ini, sampel dihasilkan dalam bentuk kiub bersaiz 100 mm x 100 mm x 100 mm dan tanpa menggunakan agregat kasar. Antara bahan yang digunakan ialah simen, air, pasir dan sisa *PS Ball*. Sisa *PS Ball* yang telus saiz 5mm digunakan untuk menggantikan bahagian pasir pada kadar 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%. Nisbah bancuhan yang digunakan ialah 1:2 tanpa menggunakan agregat kasar dengan nisbah air simen 0.4.

Antara ujian yang dijalankan ialah kekuatan mampatan (BS EN 772-1) dan penyerapan air (BS EN 772-21) pada usia 7 dan 28 hari. Kajian yang dijalankan adalah berdasarkan carta alir di bawah. Rajah 1 : Carta Alir Kajian.



**Rajah 1 :** Carta alir kajian



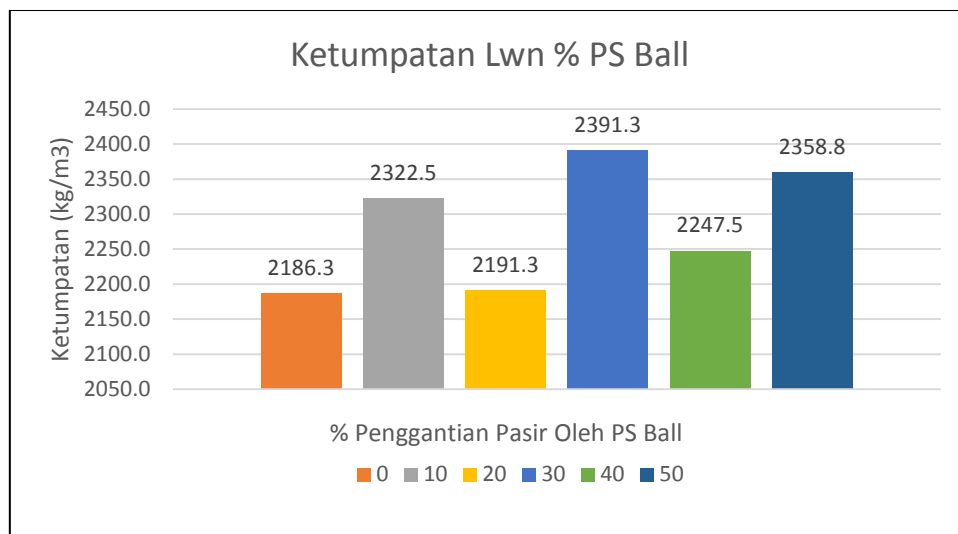
**Rajah 2 :** *Precious slag (PS) ball*  
**Jadual 1 :** Ciri-ciribahan *PS ball*

Actual Specific Gravity	3.45
Mohs Hardness	7.5
Rockwell Hardness	43
Brightness (quality grade)	Very good
Reusability	1-3 times

#### 4.0 Analisis dan keputusan

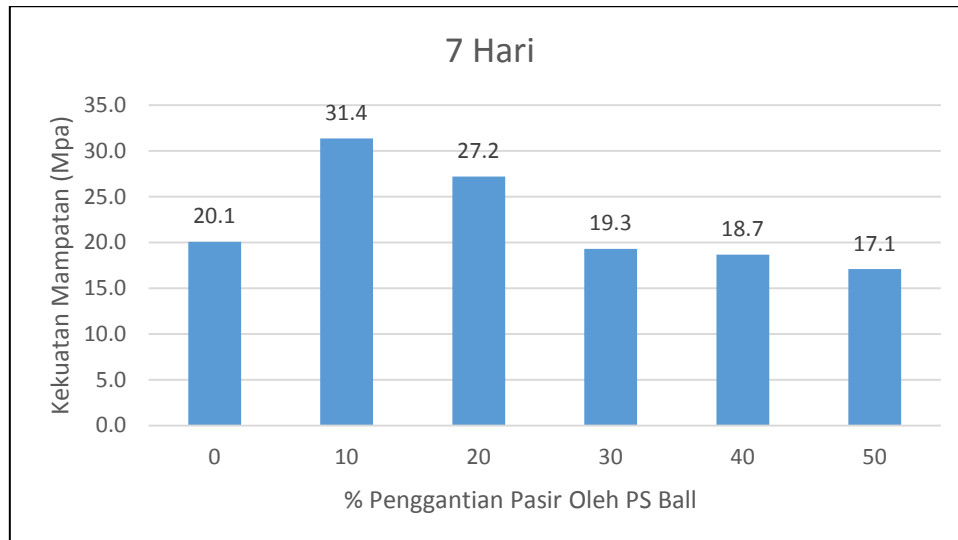
**Jadual 2 :** Keputusan ujian

% PS Ball	Ketumpatan (kg/m <sup>3</sup> )	Kekuatan mampatan (MPa)		Penyerapan air (%)	
		7 Hari	28 Hari	7 Hari	28 Hari
0	2186.3	20.1	24.5	2.3	2.3
10	2322.5	31.4	25.1	1.5	2.4
20	2191.3	27.2	29.2	1.9	2.5
30	2391.3	19.3	21.5	1.8	2.8
40	2247.5	18.7	26.3	1.8	2.7
50	2358.8	17.1	23.0	4.0	3.4



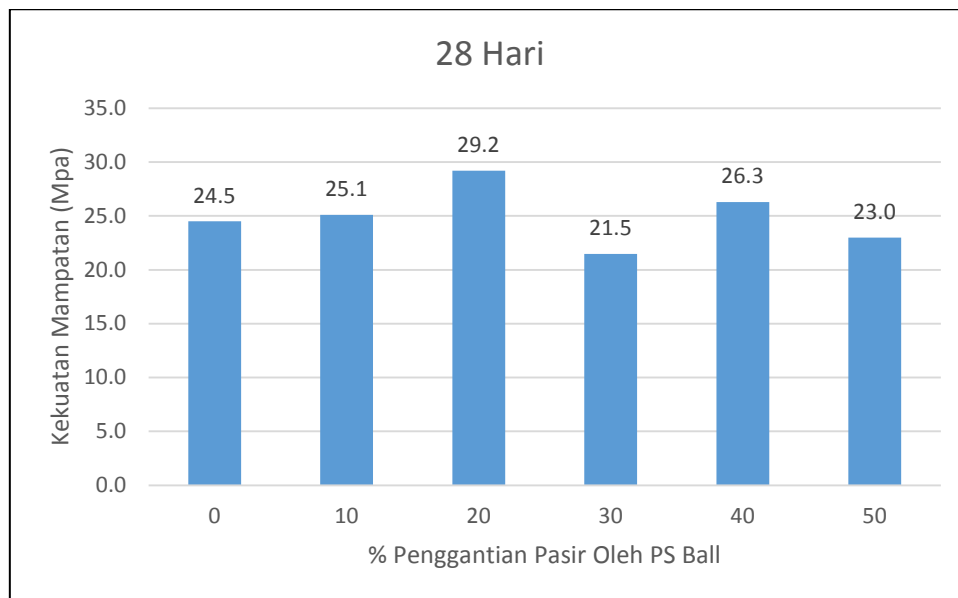
**Rajah 3 :** Graf ketumpatan lwn % PS ball

Berdasarkan Rajah 3 di atas, penggantian pasir dengan *PS Ball* pada kadar 30% telah memperolehi nilai ketumpatan yang paling tinggi iaitu 2391.3 kg/m<sup>3</sup>. Manakala tanpa penggantian *PS Ball* dalam bancuhan iaitu 100% pasir, nilai ketumpatannya ialah 2186.3 kg/m<sup>3</sup> iaitu nilai yang paling rendah. Ini menunjukkan nilai ketumpatan sampel akan meningkat apabila menggunakan *PS Ball* sebagai bahan ganti pasir dalam bancuhan konkrit.



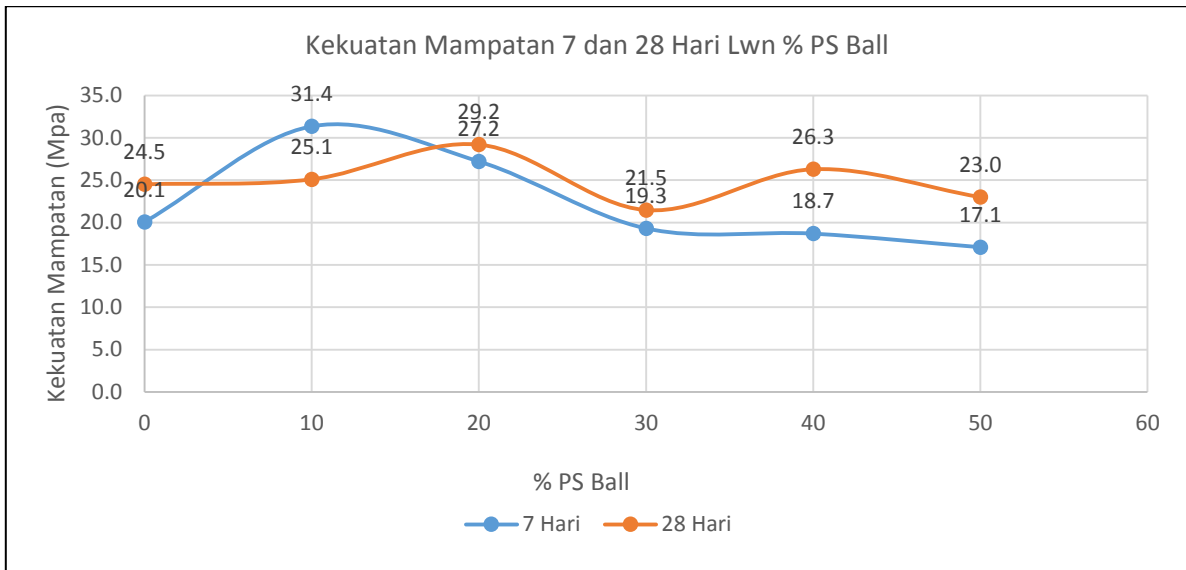
**Rajah 4 :** Graf kekuatan mampatan usia 7 hari

Merujuk Rajah 4 di atas, pada usia 7 hari sampel nilai kekuatan mampatan yang paling maksimum ialah 31.4 Mpa iaitu pada kadar 10% penggantian pasir dengan *PS Ball*. Pada kadar 50% penggantian pasir dengan *PS Ball* pula menunjukkan nilai yang paling minimum iaitu 17.1 MPa. Ini menunjukkan bahawa peningkatan penggunaan sisa *PS Ball* sebagai bahan ganti akan mengurangkan kekuatan sampel.



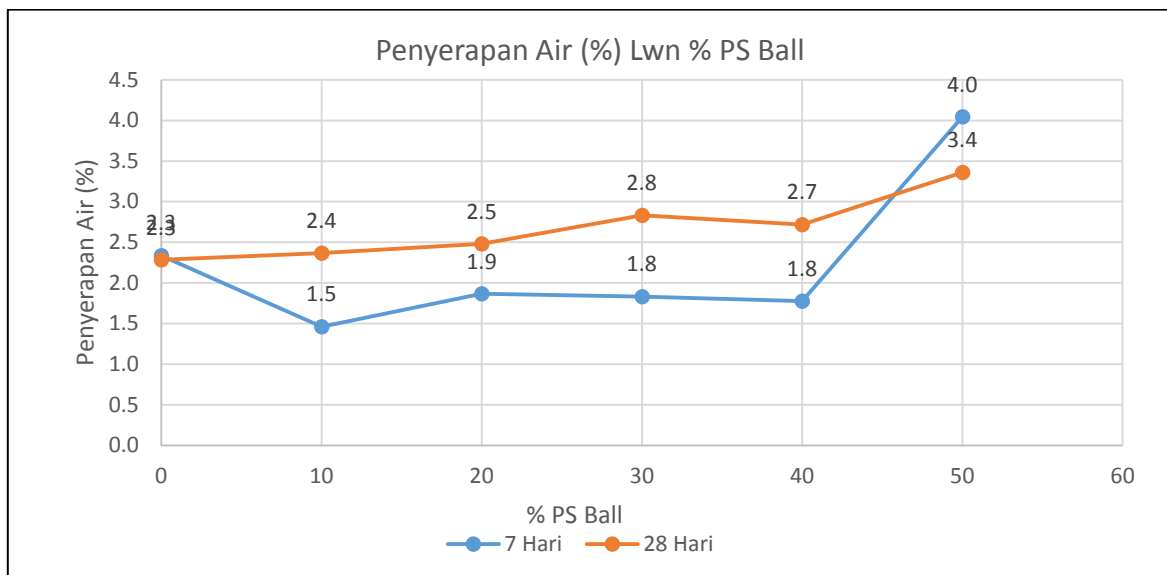
**Rajah 5 :** Graf kekuatan mampatan usia 28 hari

Pada usia 28 hari pula (Rajah 5), penggunaan sebanyak 20% sisa *PS Ball* sebagai bahan ganti kepada pasir telah memperolehi nilai kekuatan mampatan yang paling tinggi iaitu 29.2 MPa. Manakala yang paling rendah ialah 21.5 MPa pada penggunaan sebanyak 30% sisa *PS Ball* sebagai bahan ganti pasir.



**Rajah 6 :** Graf perbandingan kekuatan mampatan pada usia 7 dan 28 hari

Merujuk Rajah 6 di atas, keputusan ujian kekuatan mampatan pada usia 28 hari telah memperolehi nilai yang paling tinggi untuk kadar penggunaan 20% - 50% sisa *PS Ball* sebagai bahan ganti pasir dalam bancuhan berbanding dengan usia 7 hari. Pada penggunaan 10% sisa *PS Ball* sebagai bahan ganti pasir kekuatan mampatan pada usia 7 hari lebih tinggi berbanding dengan 28 hari iaitu 31.4 Mpa.



**Rajah 7 :** Graf kadar penyerapan air pada usia 7 dan 28 hari

Untuk ujian penyerapan air (Rajah 7), pada usia 7 hari peratus tertinggi kadar penyerapannya ialah 4% pada penggantian pasir dengan sisa *PS Ball* sebanyak 50%. Manakala peratus terendah ialah 1.5% pada 10% penggantian pasir dalam bancuhan. Pada usia 28 hari pula, peratus tertinggi penyerapan air ialah 3.4% (50% bahan ganti), manakala peratus penyerapan air yang terendah ialah 2.4% (10% bahan ganti).

## 5.0 Perbincangan

Berdasarkan kajian yang telah dijalankan, kekuatan mampatan maksima yang diperolehi ialah 31.4 MPa pada usia sampel 7 hari iaitu pada kadar 10% penggunaan sisa *PS Ball* sebagai bahan gantian pasir. Manakala pada usia sampel 28 hari pula kekuatan mampatannya ialah 29.2 MPa pada kadar 20% penggunaan sisa *PS Ball* sebagai bahan gantian pasir. Kadar resapan air untuk kedua-dua sampel tersebut ialah di bawah 5%. Selain itu, daripada keputusan ujian menunjukkan bahawa penggunaan sisa *PS Ball* telah meningkatkan kekuatan mampatan sampel berbanding dengan sampel kawalan iaitu 0% penggunaan sisa *PS Ball*, dari segi penyerapan air pula masih di bawah 5%. Dari segi ketumpatan pula, ia menunjukkan peningkatan apabila bahan gantian pasir iaitu sisa *PS Ball* ditambah dalam bancuhan berbanding dengan sampel kawalan (0% sisa *SP Ball*).

## 6.0 Kesimpulan

Dari kajian yang telah dijalankan didapati bahawa penggunaan sisa *PS Ball* iaitu salah satu sisa buangan daripada aktiviti letupan pasir (*sand blasting*) sebagai bahan ganti telah meningkatkan kekuatan konkrit. Ia adalah bertepatan dengan kajian-kajian terdahulu yang dinyatakan di bahagian sorotan kajian. Di samping itu ia juga dapat mengurangkan longgokan sisa-sisa tersebut dan seterusnya dapat mengurangkan pencemaran alam sekitar. Kajian-kajian selanjutnya boleh dilakukan untuk menghasilkan sesuatu yang baharu yang boleh menggantikan bahan-bahan yang sediaada.

## Rujukan

British Standard Institution. (2011), *Methods of test for masonry units*, in BS EN 772 Part 1: Determination of Compressive Strength, ed: British Standard Institution, 2011.

Daniela Laura Buruiana, Marian Bordei, Ioana Diaconescu dan Aurel Ciurea, (2011). Recycling Options For Used Sandblasting Grit Into Road Construction. *Recent Researches in energy, environment and landscape architecture*, ISBN: 978-1-61804-052-7.

J. R. J. Carlson dan T. G. Townsend, (1998). *Management of solid waste from abrasive blasting*. American Society of Civil Engineers.

Kushagra Jhamad, Tushar Gandhi, Yash Gupta, Sanju Raghuvanshi, Shivam Mishra, Utkarsh Chouksey (2017). Partial replacement of cement in concrete by steel shot dust. *International Journal Of Engineering Sciences & Research Technology*, ISSN: 2277-9655.

Mohd Asnawi Bin Abd Wahab, (2017). *Garnet waste as sand replacement for sub base layer*. Tesis Master of Engineering (Civil), Universiti Teknologi Malaysia.



Salam R. Aletba1, Norhidayah Abdul Hassan1, Eeydzah Aminudin, Ramadhansyah Putra Jaya dan Ahmed Abdulameer Hussein (2018). Marshall Properties of asphalt mixture containing garnet waste. *Journal of Advanced Research in Materials Science* 43, Issue 1 (2018) 22-27, ISSN: 2289-7992.

Wan Noor Hin Binti Mior Sani, (2017). *Characterization of soil mixed with garnet waste for road shoulder*. Tesis Master of Engineering (Civil), Universiti Teknologi Malaysia.