

## Potensi Blasting Waste sebagai Bahan Tambah dalam Bitumen

Ernie Kulian\*, dan Saiful Hazman Mokhtar

*Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah, Kuantan, Pahang.*

### ABSTRAK

*Penggunaan bahan blasting waste dalam campuran turapan jalan raya merupakan salah satu daripada alternatif yang masih lagi baru di Malaysia. Oleh itu, kajian ini bertujuan melihat potensi blasting waste sebagai bahan tambah dalam campuran bitumen dalam pembinaan jalan raya melalui beberapa peratus iaitu 0%, 5%, 10%, 15% dan 17%. Nilai parameter setiap campuran ini diperolehi melalui ujian marshall. Didapati semua peratus blasting waste sebagai bahan tambah ke dalam bitumen adalah lulus dan melepasi spesifikasi JKR. Kandungan 10% blasting waste merupakan nilai optimum kerana nilai kestabilannya sebanyak 82.5kN lebih tinggi berbanding sampel kawalan sebanyak 37.7kN. Bagi nilai aliran dan nilai marshall quotient pula, masing-masing sebanyak 4mm dan 20kN/mm. Kesemua nilai mengikut ketetapan spesifikasi JKR dan ini menunjukkan ianya berpotensi besar dalam menambahkan nilai-nilai spesifikasi dalam campuran bitumen biasa.*

### PENGENALAN

Terdapat pelbagai teknik pemulihan turapan yang diamalkan di Malaysia antaranya kaedah penstoran semula dan penurapan semula. Tampalan merupakan kaedah penstoran semula yang paling meluas digunakan di Malaysia iaitu menggantikan permukaan rosak dengan campuran berbitumen yang sesuai bagi mengekalkan keadaan permukaan jalan (Jabatan Kerja Raya, 2009). Memandangkan kaedah ini popular di Malaysia, kajian haruslah dilakukan secara berterusan bagi memastikan kerja tampalan dan bahan yang digunakan menepati kehendak yang ditetapkan.

Pada kebiasaannya terdapat beberapa jenis kerosakan yang sering berlaku pada permukaan jalan. Di antaranya seperti retak, lubang, pecahan tepi, penjujukan, kegagalan tambakan, pengikisan, penanggalan dan lain-lain lagi. Terdapat dua faktor yang turut mengakibatkan jalan berlubang iaitu air dan pertambahan berat kenderaan. Air yang bertakung akan meresap ke bahagian dalam jalan menerusi retakan di permukaan atas dan tepi. Ini mengakibatkan lapisan turapan menjadi lemah. Selain itu, bilangan dan berat kenderaan yang meningkat turut menyumbang kepada kerosakan yang lebih cepat. Retakan yang ada pada permukaan akan merebak dan menyebabkan pembentukan lubang (Utusan Online, 2017).

Blasting ataupun letupan merupakan kaedah yang digunakan untuk membersihkan kotoran, kakisan, cat mahupun salutan lain dari pelbagai permukaan. Sebelum butiran letupan digunakan, ianya bersifat bersih dan tidak mengandungi sifat berbahaya. Industri umumnya menggunakan kaedah letupan bagi pembinaan kapal ataupun penyenggaraan ke atas jambatan pengangkutan dan operasi ketenteraan. Penggunaan kaedah letupan secara meluas, telah menjadikan kebimbangan sejak beberapa tahun iaitu mengenai peningkatan blasting waste (NIOSH, 1976).

Matlamat kajian ini adalah untuk mengkaji potensi blasting waste sebagai bahan tambah dalam campuran bitumen. Oleh itu objektif kajian ini adalah untuk mengkaji parameter dan

---

\*Koresponden: [nernie@polisas.edu.my](mailto:nernie@polisas.edu.my)

menentukan peratus optimum campuran bitumen yang mengandungi blasting waste sebagai bahan tambah, Kajian ini juga dijalankan dengan menggunakan bitumen sedia ada yang digunakan oleh Jabatan Kerja Raya ataupun JKR dalam kerja-kerja penyenggaraan jalan raya. Manakala blasting waste yang digunakan diperolehi daripada Bredero Shaw (Malaysia) Sdn. Berhad. Blasting waste yang digunakan adalah berperanan sebagai bahan tambah dalam campuran bitumen. Kuantiti penggunaannya sebagai bahan tambah adalah sebanyak 0%, 5%, 10%, 15% dan 17%. Jumlah bilangan sampel bitumen yang telah dihasilkan adalah sebanyak 30-unit mengikut nisbah sebagai bahan tambah. Oleh itu, parameter yang dilihat semasa kajian dilaksanakan hanya melibatkan perubahan yang berlaku terhadap nilai ketumpatan pukal, nilai kestabilan, nilai aliran dan nilai Marshall Quatient.

Secara amnya penggunaan bahan sisa ini masih kurang dilaksanakan di Malaysia kerana potensi penggunaan blasting waste masih terlalu baru ditemui. Melalui kajian ini, dapat memberikan salah satu alternatif ataupun potensi iaitu sebagai bahan tambah dalam bitumen bagi kerja-kerja penyenggaraan jalan raya kerana Blasting waste mempunyai kemampuan dalam memperbaiki ciri-ciri dalam campuran bitumen. Dalam masa yang sama ia dapat membantu menyelesaikan masalah pelupusan blasting waste melalui penggunaannya ke dalam kerja-kerja penyenggaraan jalan raya.

## METODOLOGI KAJIAN

Bagi kajian ini, bahan asas yang digunakan adalah campuran bitumen yang sedia ada yang diperolehi daripada JKR melalui kerja-kerja penyenggaraan yang dijalankan. Manakala blasting waste diperolehi daripada industri iaitu melalui syarikat Bredero Shaw (Malaysia) Sdn. Berhad. Beberapa peratus bahan tambah telah dipilih bagi menjalankan kajian ini iaitu 0%, 5%, 10%, 15% dan 17%. Sebanyak 5 set spesimen bagi ujian marshall telah disediakan dengan setiap set mengandungi 3 sampel bahan kajian. Setiap set spesimen ujian marshall akan memerlukan seberat 1300g bagi setiap set. Semua spesimen ini akan dikenakan ujian kestabilan marshall mengikut kaedah yang diberikan dalam piawaian spesifikasi kerja jalan JKR iaitu merujuk pada ASTM D 1559 (75 hentaman).

## DAPATAN DAN ANALISIS

Sebelum ujian marshall dikenakan ke atas set spesimen, ciri-ciri setiap sampel diambil terlebih dahulu. Dapatan ini penting bagi melihat kesan blasting waste sebagai bahan tambah ke atas campuran bitumen. Ciri-ciri setiap sampel digambarkan seperti dalam Jadual 1.

Melalui Jadual 1 dapat dilihat pertambahan ketumpatan pukal berlaku sehingga pada peratus 10% blasting waste manakala kandungan campuran bitumen 15% dan 17% blasting waste pula berlaku penurunan dalam ketumpatan pukal. Ini disebabkan oleh blasting waste yang bersifat seperti bahan pengisi meningkatkan kandungan bahan pengisi tetapi mengurangkan keupayaan bitumen dalam campuran tersebut.

**Jadual 1** Ciri-ciri Spesimen

| <b>% Blasting Waste</b> | <b>Berat di Udara (g)</b> | <b>Berat di Air (g)</b> | <b>Ketumpatan Pukal</b> | <b>Isipadu Pukal (cm<sup>3</sup>)</b> |
|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| <b>0</b>                | 1098                      | 583                     | 2.1                     | 515                                   |
| <b>5</b>                | 1119                      | 627                     | 2.3                     | 492                                   |
| <b>10</b>               | 1143                      | 674                     | 2.5                     | 469                                   |
| <b>15</b>               | 1149                      | 625                     | 2.2                     | 524                                   |
| <b>17</b>               | 1004                      | 484                     | 1.9                     | 520                                   |

Semasa ujian marshall dijalankan data bagi kestabilan dan aliran setiap sampel direkodkan. Ini memberikan data beban maksimum yang boleh ditanggung oleh sampel sebelum berlaku kegagalan. Lebih tinggi nilai beban yang diambil maka campuran bitumen tersebut sesuai digunakan di jalan raya yang mempunyai beban trafik yang tinggi manakala nilai aliran yang tinggi adalah tidak diinginkan kerana campuran tersebut akan mudah bergerak di bawah roda pemadat semasa menyediakan turapan. Jadual 2 di bawah merupakan purata data bagi kestabilan dan aliran pada setiap peratus penambahan blasting waste.

**Jadual 2** Data Kestabilan dan Aliran bagi Ujian Marshall

| <b>% Blasting Waste</b> | <b>Ketumpatan Pukal</b> | <b>Kestabilan (kN)</b> | <b>Aliran (mm)</b> | <b>Marshall Quotient (kN/mm)</b> |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|----------------------------------|
| <b>0</b>                | 2.1                     | 37.7                   | 5                  | 7                                |
| <b>5</b>                | 2.3                     | 66.6                   | 4                  | 27                               |
| <b>10</b>               | 2.5                     | 82.5                   | 4                  | 20                               |
| <b>15</b>               | 2.2                     | 52.6                   | 3                  | 18                               |
| <b>17</b>               | 1.9                     | 8.8                    | 3                  | 3                                |

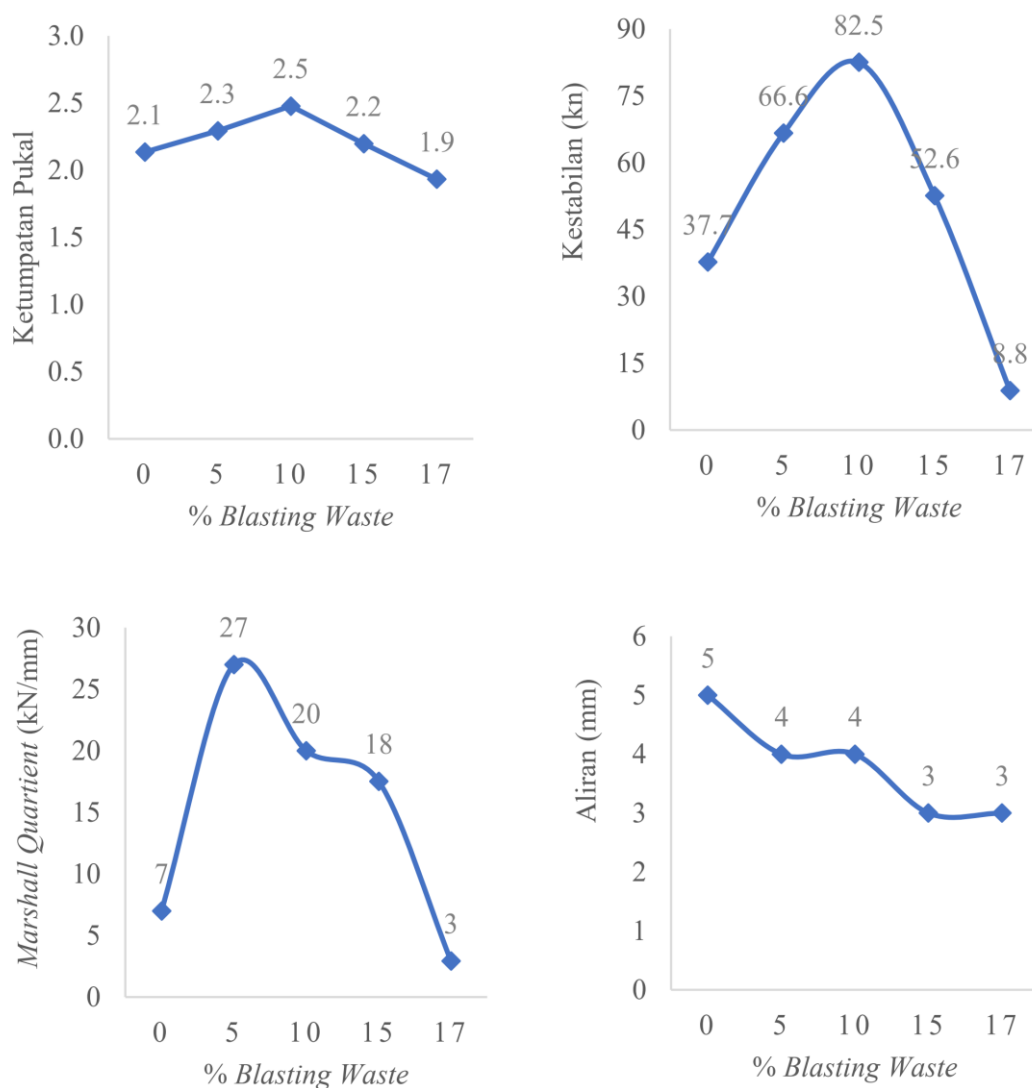
Kestabilan yang mencukupi melalui ujian marshall adalah diperlukan bagi memastikan turapan jalan raya dapat menahan beban trafik. Dalam kajian ini, hasil ujian marshall kepada semua sampel adalah digambarkan melalui Jadual 3. Dapat dilihat kestabilan marshall maksimum yang paling tinggi ialah pada sampel yang mengandungi 10% blasting waste sebanyak 82.5kN manakala yang paling kecil ialah pada sampel yang mengandungi 17% blasting waste sebanyak 8.8kN. Walaubagaimanapun kelima-lima jenis campuran bitumen ini mempunyai kestabilan yang melebihi kestabilan minimum 8kN bagi lapisan penghausan dan lapisan pengikat seperti yang dinyatakan dalam Jadual 3. Menunjukkan juga bahan tambah ini dapat membaiki nilai kestabilan kerana nilai kestabilan tertinggi hampir dua kali ganda besarnya dari sampel kawalan.

**Jadual 3** Parameter Ujian dan Analisis

| <b>Parameter</b> | <b>Lapisan Penghausan</b> | <b>Lapisan Pengikat</b> |
|------------------|---------------------------|-------------------------|
| Kestabilan, S    | >8000N                    | >8000N                  |
| Aliran, F        | 2.0 - 4.0 mm              | 2.0 - 4.0 mm            |
| Stiffness, S/F   | > 2000 N/mm               | > 2000 N/mm             |

Bagi data aliran pula, melalui ujian yang dijalankan terdapat penurunan nilai aliran bagi sampel yang mengandungi blasting waste. Nilai aliran tersebut berada dalam lingkungan parameter ujian dan analisis yang dinyatakan dalam jadual JKR iaitu 2mm hingga 4mm. Sampel kawalan mempunyai nilai tertinggi iaitu 5mm manakala sampel yang mengandungi 5%, 10%, 15% dan 17% blasting waste masing-masing mempunyai nilai aliran 4mm dan 3mm. Ini menggambarkan bahan tambah ini berpotensi membaiki aliran dalam campuran bitumen melalui Rajah 1.

Kandungan optimum blasting waste ditentukan melalui nilai maksimum kestabilan marshall yang paling tinggi. Berdasarkan dapatan kajian nilai maksimum kestabilan yang paling tinggi adalah kandungan 10% blasting waste. Iaitu boleh dilihat nilai kestabilannya sebanyak 82.5kN hampir dua kali ganda berbanding nilai kestabilan sampel kawalan iaitu 37.7kN. Nilai aliran bagi kandungan 10% blasting waste sebanyak 4mm juga berada pada julat nilai spesifikasi JKR dan lebih rendah berbanding nilai sampel kawalan sebanyak 5mm.



**Rajah 1.** Peratus Blasting Waste Melawan Kestabilan, Aliran dan Marshall Quatient.

Marshall Quartient adalah merupakan nilai nisbah kestabilan berbanding aliran. Nilai marshall quartient bagi 10% blasting waste memberikan nilai 20kN/mm yang mana turut berada dalam pada julat nilai spesifikasi JKR dan nilai ini turut berpotensi memberikan ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi kekal disebabkan nilai kestabilannya yang tinggi. Ini menunjukkan bahawa 10% blasting waste merupakan nilai optimum yang dipilih kerana kandungan peratus blasting waste ini berpotensi besar dalam menambahbaik nilai-nilai spesifikasi campuran bitumen yang ditentukan berbanding campuran bitumen biasa.

## KESIMPULAN DAN CADANGAN

Terdapat potensi terhadap parameter campuran bitumen iaitu nilai ketumpatan pukal, kestabilan, aliran dan Marshall Quartient melalui penggunaan blasting waste sebagai bahan tambah dalam campuran bitumen. Bagi kandungan optimum blasting waste pula, didapati kandungan peratus yang berpotensi sebagai bahan tambah dalam campuran bitumen adalah sebanyak 10%. Perbandingan dengan kajian Subham et al. (2017) yang telah membuat penilaian campuran bitumen dengan bahan getah dan plastik adalah seperti Jadual 4.

**Jadual 3** Perbandingan dengan Dapatan Kajian Lepas

| <b>% Bahan Optimum</b>                   | <b>Ketumpatan Pukal</b> | <b>Kestabilan (kN)</b> | <b>Aliran (mm)</b> | <b>Marshall Quartient (kN/mm)</b> |
|--|-------------------------|------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| 100% Bitumen + 10% <i>Blasting Waste</i> | 2.5                     | 82.5                   | 4                  | 20                                |
| 90% Bitumen + 10% Getah                  | 2.3                     | 13.1                   | 3.7                | 3.5                               |
| 92% Bitumen + 8% Plastik                 | 2.4                     | 10.5                   | 3.4                | 3.1                               |
| 84% Bitumen + 6% Plastik + 10% Getah     | 2.3                     | 13.9                   | 3.9                | 3.6                               |

Kesimpulan dari perbandingan tersebut menunjukkan peratus optimum potensi bahan tambah dalam kajian ini mampu memberikan prestasi yang baik dalam bitumen. Dicadangkan pada kajian akan datang, untuk membuat rekabentuk campuran bagi *blasting waste* yang bermula dari analisis agregat yang dipilih bagi mendapatkan nilai peratus lompong udara dalam campuran dan nilai peratus lompong dalam agregat yang dipenuhi dengan bitumen. Ini kerana peratus lompong yang sangat sedikit menyebabkan bitumen pada turapan meleleh, permukaan jalan licin dan membahayakan pengguna. Sebaliknya lompong yang besar pula menyebabkan bekas roda apabila menerima beban trafik.

#### **RUJUKAN**

- Ir. Adnan Bin Mohamed Hussain. Laporan Tahunan (Jabatan Kerja Raya Malaysia). Universiti Tun Hussein Onn, Batu Pahat, (2009)
- Michael S. Mamlouk dan John P. Zaniewski. *Material for Civil and Construction Engineering*. Pearson Education, (2006)
- Nicholes J. Garber dan Lester A. Hoel. *Traffic and Highway Engineering (Third Edition)*: University of Virginia, (2002)
- Theodore W. Marotta. *Basic Construction Materials (Seventh Edition)*. Pearson Prentice Hall, (2005)
- NIOSH Recommended Standard. For Occupation Exposure to Kepone. U.S. Department of Health, Education and Welfare, (1976)
- Harold N. Atkins. *Bahan Jalan Raya, Tanah dan Konkrit (Edisi Keempat)*: Pearson Education Ins, Upper Saddle River, New Jersey, (2005)
- Shubham Bansal, Anil Kumar Misra dan Purnima Bajpai. Evaluation of modified bituminous Concrete mix developed Using Rubber and Plastic Waste Material. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 442-448. (2017)

