

Kesan Campuran Blasting Waste Terhadap Penstabilan Lapisan Subgred Jalan

Saiful Hazman Mokhtar* dan Ernie Kulian

Politeknik Sultan Haji Ahmad Shah, Kuantan, Pahang.

ABSTRAK

Kajian ini dilaksanakan bertujuan untuk melihat potensi bahan blasting waste terhadap penstabilan tanah. Bahan blasting waste ini merupakan sisa industri yang diperolehi dari pelabuhan Kuantan. Sebanyak enam sampel kajian disediakan dengan kadar campuran blasting waste sebanyak 0%, 6%, 12%, 18%, 24% dan 30%. Ujikaji yang terlibat adalah ujian pepadatan, ujian analisa ayakan, ujian had Atterberg dan ujian nisbah galas California (CBR). Sampel kajian diawet selama tujuh hari sebelum ujian CBR dilaksanakan. Setelah analisa dilaksanakan didapati sampel tanah adalah bergred baik dengan kadar keplastikan tinggi. Melalui ujian CBR didapati campuran blasting waste sebanyak 24% menunjukkan nisbah galas tertinggi iaitu 94% berbanding sampel kawalan 31.5%. Jumlah peningkatan kekuatan tanah adalah sebanyak 66.5%. Manakala melalui ujian had Atterberg, didapati nilai had cecair (LL), had plastik (PL) dan indeks keplastikan (IP) telah berkurangan. Ini menunjukkan sampel tanah tersebut menjadi lebih stabil dengan pertambahan blasting waste. Oleh demikian, dapat disimpulkan sisa industri blasting waste ini berpotensi besar dijadikan sebagai agen penstabilan tanah terhadap lapisan subgred jalan.

PENGENALAN

Letupan grit kasar (abrasive grit blasting) atau dikenali juga pembersihan letupan pasir (sand blast cleaning) merupakan salah satu kaedah rawatan permukaan di mana ia banyak digunakan dalam pelbagai industri. Antara tujuan kegunaan kaedah ini adalah untuk membersihkan permukaan sesuatu komponen samada besi, bahan komposit atau plastik daripada karat, kotoran maupun cat. Selain daripada itu ia digunakan juga bagi tujuan penyediaan permukaan sebelum kerja-kerja coating dilaksanakan. Proses pembersihan ini menggunakan udara termampat dimana grit tersebut akan disembur melalui nozel. Grit atau pelelas yang digunakan mempunyai perbagai jenis dan saiz bergantung kepada rawatan permukaan yang diperlukan. Antara bahan yang menjadi pilihan bagi proses pembersihan ini adalah steel shot, steel grit, glass bead, crushed glass, aluminum oxide, silicon carbide, garnet dan pelbagai lagi. Rajah 1 menunjukkan salah satu proses letupan (pembersihan) yang menggunakan grit kasar pada komponen mesin. Proses pembersihan menggunakan bahan grit kasar ini akan menghasilkan sisa letupan industri atau dikenali sebagai 'blasting abrasive waste'. Kebanyakan sisa industri daripada blasting waste ini tidak berbahaya. Walaubagaimanapun sisa industri ini memerlukan pengurusan yang teliti seperti proses pembersihan, pengumpulan, penyimpanan, pengangkutan dan pelupusan bagi mengelakkan sisa ini mencemarkan persekitan kerana proses ini melibatkan kos yang tinggi.

Kerosakan jalan sering berlaku disebabkan oleh beberapa faktor antaranya adalah disebabkan kenderaan yang melebihi muatan, pertambahan jumlah kenderaan, faktor cuaca dan lain-lain (Asri Hasan, 1991). Selain daripada itu masalah resapan air samada dari permukaan jalan atau bawah bumi akan mengakibatkan struktur jalan menjadi lemah. Walaupun kerja-kerja

*Koresponden: norazilah@utar.edu.my

pembaikpulihan telah dilakukan, masalah ini terus berulang. Keadaan ini boleh mengakibatkan jalan semakin mendap dan retak dari hari ke hari. Bagi mengatasi masalah ini, penstabilan tanah perlu dilakukan terlebih dahulu ke atas tanah yang berkemungkinan berisiko mengalami kegagalan seperti tanah yang mengandungi tanah liat atau kelodak pada kadar yang tinggi. Terdapat tiga kaedah penstabilan jalan iaitu kaedah fizikal, kaedah mekanikal dan kaedah kimia. Penstabilan tanah melalui kaedah kimia adalah dengan mencampurkan tanah dengan bahan seperti kapur (lime), bitumen, simen atau sebagainya. Selain daripada itu, banyak kajian telah dilaksanakan dengan menggunakan bahan daripada sisa industri seperti abu terbang (fly ash), abu dasar arang batu (coal bottom ash), klinker (clinker) dan pelbagai lagi. Namun begitu, baru-baru ini telah ditemui sisa industri daripada pembersihan permukaan komponen samada besi, bahan komposit atau plastik daripada karat, kotoran maupun cat iaitu bahan sisa letupan (blasting waste material) yang terdiri daripada steel shot dan steel grit. Melalui kajian yang telah dijalankan oleh pengkaji lepas didapati bahan blasting waste tersebut seperti pasir halus (fine sand) serta mengandungi bahan kimia seperti silika dan lime dimana bahan ini sama sifatkan seperti simen (W.J. Patton, 1976). Bahan blasting waste juga merupakan sisa yang terbuang. Oleh demikian bahan blasting waste ini seharusnya diurus dengan baik seperti dimanfaatkan menjadi agen penstabilan subgred jalan.

Antara tujuan atau objektif utama kajian ini adalah menentukan ciri-ciri fizikal tanah dengan melaksanakan ujian analisa ayakan, had-had Atterberg dan pemadatan. Kedua, mengkaji kesan campuran bahan blasting waste pada nisbah tertentu ke atas sampel tanah dengan melaksanakan ujian nisbah gelas California (CBR).

Sisa industri seperti blasting waste semakin bertambah akibat daripada aktiviti pemprosesan. Oleh demikian, kajian ini penting bagi melihat potensi bahan tersebut digunapakai dalam bidang kejuruteraan geoteknikal seperti penstabilan tanah. Sisa industri biasanya memerlukan pengurusan sisa pepejal berjadual dimana ia akan melibatkan kos yang tinggi. Penggunaan semula sisa industri tersebut dalam bidang kejuruteraan dan pembinaan akan mengurangkan kos terbabit. Penggunaan sisa industri seperti blasting waste ini dapat mengurangkan penggunaan bahan semulajadi seperti pasir dan batu baur. Keadaan ini secara tidak langsung akan memastikan alam sekitar terpelihara daripada kerosakan.

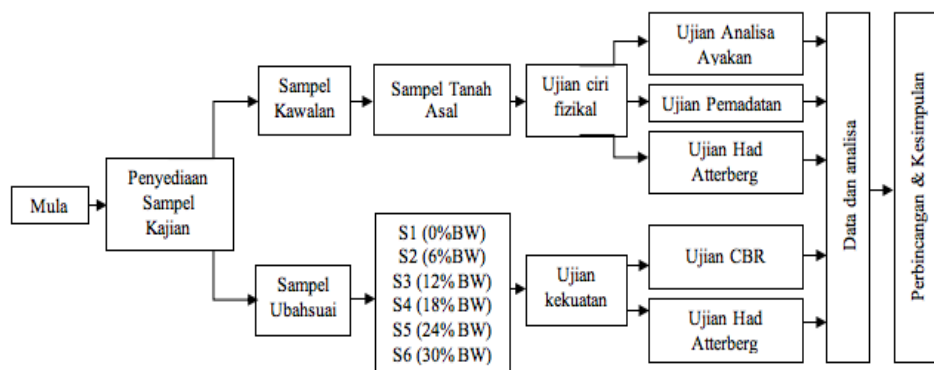
Novel menjadi satu instrumen dalam membangunkan perkembangan dunia sastera yang tidak boleh dinafikan. Sesebuah karya sastera terhasil daripada adunan pengetahuan, pengalaman, penelitian dan juga penyelidikan dengan kreativiti, imaginasi dan wawasan seseorang pengarang (Che Abdullah Che Ya, 2018). Penulisan novel merupakan plot cerita yang berkait rapat dengan situasi dan menyerlahkan warna-warni kehidupan dunia sebenar, sementelahan inti sarinya adalah fenomena kehidupan yang berkait dengan manusia, haiwan dan makhluk ghaib. Novel merupakan karya sastera yang dapat menjelaskan secara terperinci tentang persoalan atau fenomena sosial sesebuah masyarakat. Hassan Shadily (1984) mendefinisikan fenomena sosial sebagai kenyataan mengenai masyarakat yang merangkumi ikatan-ikatan adat, kebiasaan, kepercayaan atau agamanya, tingkah laku serta keseniannya atau yang disebut kebudayaan yang meliputi segala segi kehidupannya. Di dalam sesebuah masyarakat, setiap kumpulan etnik adalah berpegang kepada ajaran agama, kebudayaan dan bahasa masing-masing yang pastinya wujud warisan budaya yang dianuti. Warisan budaya adalah harta atau pusaka kehidupan sesebuah masyarakat dan bangsa yang diwarisi turun-temurun dalam bentuk kebendaan (*material culture*) atau bukan kebendaan (*non-material culture*) (A. Aziz Deraman, 2012). Kedua-dua bentuk tersebut sememangnya ada dalam warisan budaya sesuatu bangsa, masyarakat dan etnik.

Perbincangan tentang amalan atau budaya tentu sahaja akan melibatkan tingkah laku yang dilakukan oleh anggota sesebuah masyarakat sama ada secara individu atau berkumpulan pada sesuatu masa tertentu. Segala bentuk amalan yang dilakukan secara berterusan dalam kehidupan akhirnya akan menjadi budaya. Kehidupan sosial dan budaya dalam sesebuah

masyarakat adalah segala fenomena yang berkaitan dengan amalan serta kepercayaan yang bersifat keagamaan dan juga kepercayaan-kepercayaan khurafat atau tahyul yang masih menjadi amalan hingga hari ini (Ramli, 1997). Walaubagaimana pun, kepercayaan dan amalan khurafat ini ternyata bertentangan dengan ajaran Islam yang suci. Budaya juga menyentuh semua tingkah laku manusia yang bermula dengan penggunaan simbol seni, kepercayaan dan agama yang mempunyai pengertian tertentu yang sering berubah dari masa ke semasa sesuai dengan keperluan masyarakat dan persekitarannya.

METADOLOGI

Rajah 1 menunjukkan carta alir kerja yang telah dilaksanakan. Sampel kajian terdiri daripada tanah dan bahan blasting waste. Blasting waste diperolehi daripada Bredero Shaw Sdn Bhd di Pelabuhan Kuantan. Jadual 1 menunjukkan rekabentuk campuran dalam kajian ini.



Rajah 1. Carta alir kajian.



Rajah 2(a). Sampel kajian.

Rajah 2(b). Ujian CBR.

DAPATAN DAN ANALISIS

Setelah ujikaji dilaksanakan, hasil dapatan dianalisa dengan menggunakan Microsoft Excel bagi menjawab objektif kajian. Objektif pertama adalah berkaitan penentuan sifat-sifat semulajadi sampel tanah. Manakala objektif kedua merujuk kepada penentuan kekuatan ricih dan indeks keplastikan (IP) terhadap sampel tanah yang telah dicampur dengan bahan blasting waste.

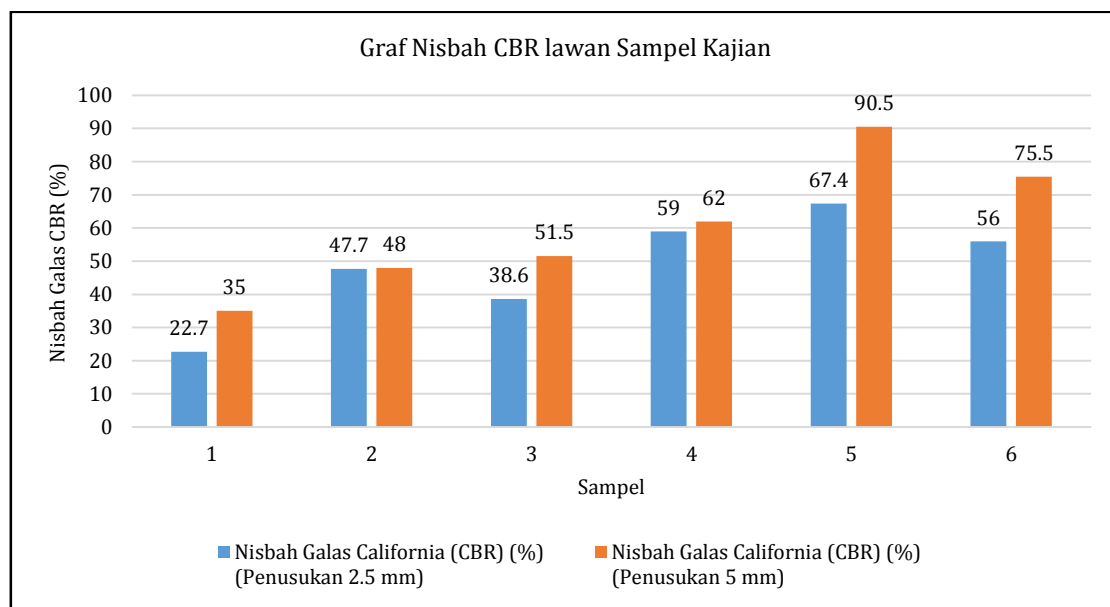
Dapatan Analisa Ciri Fizikal Tanah

Jadual 2 menunjukkan nisbah gelas California (CBR) pada bahagian atas mould setelah analisis dilaksanakan. Daripada Rajah 3, didapati nisbah gelas California tertinggi merujuk kepada sampel 5 pada kadar campuran bahan blasting waste sebanyak 24%. Nilai CBR pada penusukan 2.5mm dan 5mm masing-masing adalah 67.4% dan 90.5%. Berbanding sampel kawalan, nisbah gelas CBR untuk sampel 5 telah meningkat sebanyak 61.3%.

Manakala Jadual 3-pula menunjukkan nilai-nilai gelas California (CBR) pada bahagian bawah mould. Daripada Rajah 4, didapati nisbah gelas California tertinggi juga merujuk kepada sampel 5. Nilai CBR pada penusukan 2.5mm dan 5mm masing-masing adalah 75% dan 94%, Berbanding sampel kawalan, nilai CBR untuk sampel 5 telah meningkat sebanyak 66.5%. Peningkatan nilai CBR ini adalah disebabkan ruang-ruang kosong dalam zarah tanah telah diisi oleh bahan blasting waste kerana sifat semulajadi sisa industri tersebut adalah halus.

Jadual 2 Nilai CBR bagi penusukan 2.5mm dan 5mm pada bahagian atas mould

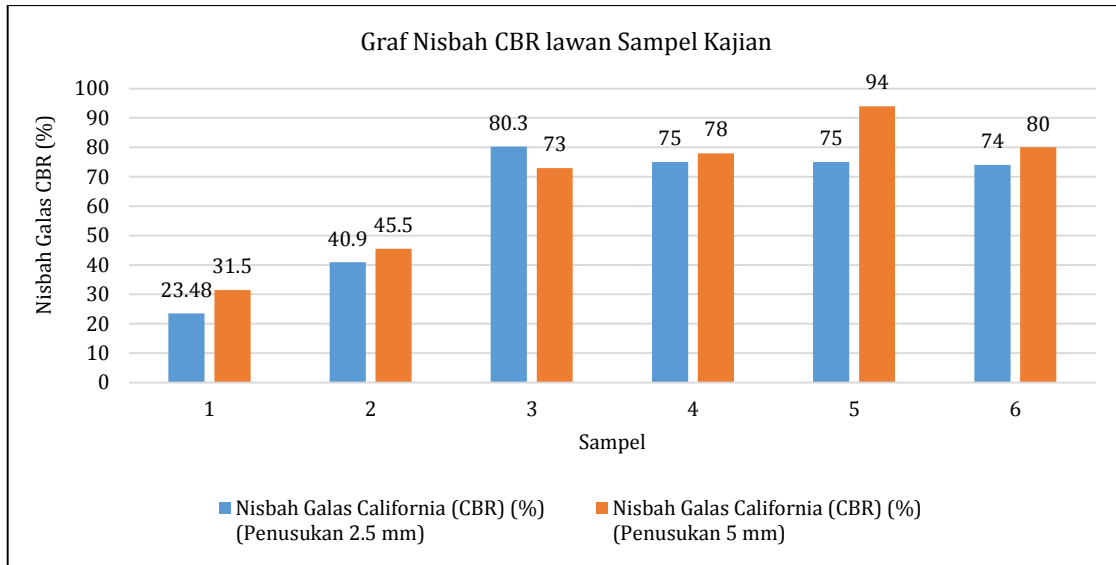
Sampel	Blasting Waste (%)	Nisbah Galas California (CBR) (%) (Penusukan 2.5 mm)	Nisbah Galas California (CBR) (%) (Penusukan 5 mm)
S1	0	22.7	35
S2	6	47.7	48
S3	12	38.6	51.5
S4	18	59	62
S5	24	67.4	90.5
S6	30	56	75.5



Rajah 3. Carta bar hubungan antara nisbah gelas CBR dan sampel kajian pada bahagian atas mould.

Jadual 3 Nilai CBR bagi penusukan 2.5mm dan 5mm pada bahagian bawah mould

Sampel	Blasting Waste (%)	Nisbah Galas California (CBR) (%) (Penusukan 2.5 mm)	Nisbah Galas California (CBR) (%) (Penusukan 5 mm)
S1	0	23.48	31.5
S2	6	40.9	45.5
S3	12	80.3	73
S4	18	75	78
S5	24	75	94
S6	30	74	80



Rajah 4. Carta bar hubungan antara nisbah galas CBR dan sampel kajian bahagian bawah mould.

Analisa Ujian Had Atterberg

Jadual 4 menunjukkan analisis data daripada ujian had cecair (LL), had plastik (PL) dan indeks keplastikan (IP) terhadap sampel-sampel kajian. Didapati nilai had-had tersebut telah menurun dengan pertambahan bahan blasting waste. Peratusan penurunan bagi nilai LL, PL dan IP masing-masing adalah 53.2%, 65% dan 66%. Didapati pertambahan bahan blasting waste telah menyebabkan perubahan tahap keplastikan tanah daripada keadaan berkeplastikan tinggi kepada keadaan berkeplastikan rendah. Ini menunjukkan bahan blasting waste mampu memperbaiki sifat tanah yang berkeplastikan tinggi.

Jadual 4 Keputusan analisis had cecair, had plastik dan indeks keplastikan sampel kajian

Sampel	Blasting Waste (%)	Had Cecair LL (%)	Had Plastik PL (%)	Indeks keplastikan IP	Description
S1	0	63.0	33.3	29.7	High plasticity
S2	6	46.0	30.5	15.5	Medium plasticity
S3	12	38.4	21.0	17.4	Medium plasticity
S4	18	33.0	19.5	13.5	Medium plasticity
S5	24	30.0	20.0	10.0	Low plasticity
S6	30	29.5	11.6	17.9	Medium plasticity

KESIMPULAN

- i. Merujuk kepada analisa ujian pemadatan didapati sampel tanah kajian mempunyai nilai ketumpatan kering maksimum 1820kg/m³ pada kandungan air optimum 16.5%.
- ii. Daripada ujian analisa ayakan, nilai pekali keseragaman dan pekali kelengkungan masing-masing 12.3 dan 1.2. Ini menunjukkan taburan butiran tanah berada dalam keadaan bergred baik.
- iii. Ujian had Atterberg dijalankan bertujuan untuk menilai tahap keplastikan sampel tanah kajian. Nilai had cecair dan had plastik masing-masing adalah 64.4% dan 26.74%. Manakala indeks keplastikan adalah 29.74%. Merujuk kepada carta keplastikan, jenis tanah yang digunakan adalah berkeplastikan tinggi.
- iv. Melalui ujian gelas California didapati nisbah gelas tertinggi berlaku pada sampel 5 iaitu pada campuran blasting waste sebanyak 24%. Kekuatan nisbah gelas California telah bertambah sebanyak 66.5%. Peningkatan nilai ini disebabkan bahan blasting waste telah mengisi rongga-rongga halus dalam tanah tersebut. Ini menunjukkan sisa industri tersebut mampu menambah keupayaan gelas dan berpotensi menjadi agen penstabilan tanah. Keputusan ini bertepatan dengan hasil kajian yang telah dijalankan oleh Yadu & Tripathi (2013).
- v. Melalui analisa ujian had-had Atterberg didapati nilai had cecair telah berkurangan daripada 63% kepada 29.5%. Nilai plastik pula berkurangan daripada 33.3% kepada 11.6%. Manakala nilai indeks keplastikan berkurang daripada 29.7 kepada 10. Ini menunjukkan pertambahan bahan blasting waste telah mengurangkan kadar keplastikan tanah, secara tidak langsung sifat tanah kajian berubah menjadi lebih stabil. Keputusan ini bertepatan dengan kajian yang telah dijalankan oleh Pathak et.al (2014). Menurut Lay M.G (1998) tanah yang mempunyai nilai indeks keplastikan yang rendah akan menjadikan nilai keupayaan gelas lebih tinggi bagi lapisan subgred jalan.

Oleh demikian, dapat disimpulkan di sini bahawa sisa blasting waste yang terhasil daripada proses semburan steel shot dan steel grit ke atas sesuatu permukaan bagi tujuan pembersihan ini mampu dijadikan agen penstabilan tanah. Walaubagaimanapun, kajian lanjutan berkaitan kesan bahan ini kepada alam sekitar harus diteliti sebelum digunapakai dalam industri pembinaan. Ujian penentuan komposisi kimia perlu dilaksanakan bagi tujuan tersebut. Selain daripada itu, sisa industri ini mempunyai pelbagai saiz. Kajian perbezaan saiz zarah terhadap penstabilan tanah turut boleh dilaksanakan bagi mengetahui kesannya apabila digunapakai sebagai agen penstabilan.

RUJUKAN

- Pathak et. al. Soil Stabilisation Using Granulated Blast Furnace Slag. *Journal of Engineering Research and Application*. Vol.4 Issue 5(version 2) Page 164-171 (2014)
- Lay M.G. *Handbook of Road Technology Third Edition Volume 1 Planning & Pavement*. Gordon and Breach Science Publishers, Amsterdam. (1998)
- Yadu. L & Tripathi. R.K. Effect of Granulated Blast Furnace Slag in the Engineering Behaviour of Stabilization Soft Soil. *Procedia Engineering* 51, Elsevier Page 125-131. (2013)
- Asri Hasan. *Pengenalan Pembinaan Jalan Raya Berbitumen*. Edisi Pertama. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka. (1991)
- Al sayed M.H Madany I.M. Use of copper blasting grit waste in asphalt mixes in Bahrain *Construction and Building Materials*, Vol 6, Issue 2, pp.113-116. (1992)
- D. Negoita (Buruiana). *Contribution to the reduction of waste generated by shipyards* Phd thesis. (2007)
- Henley, N, Spash C. *Cost –Benefit Analysis and the environment*, UK, Edward Elgar Publishing Ltd, Gower House Aldershot. (1993)

- Mohammad Ismail M, Madany H, Raveendran Al-Sayed. Utilization of copper blasting grit waste as a construction material, Waste Management, Volume 11, Issues 1-2, pp. 35-40 (1991)
- Mandravel C., Stanescu R., Metode fizico. Chimice aplicate la masurarea noxelor in mediul profesional, Ed. Academiei Romane, Bucuresti, 2033, pp. 139-158. (1996)

