

# Pemanfaatan Limbah Tutup Botol Air Mineral Sebagai *Filler* Pada Lapis Perkerasan Base a

Aswantu Fajri<sup>1</sup>, Sazuatmo<sup>2</sup>

Email: sazuatmo68@gmail.com

## Abstract

One of the most common plastic wastes found around us is the cap of mineral water bottles. The waste of mineral water bottle caps as a filler on the basis is expected to reduce the impact of plastic waste it self and reduce rock waste in the quarry. Tests carried out by adding fillers of mineral water bottle cap waste as much as 0%, 10%, 20%, and 30%. The ability of mineral water bottle cap waste as a filler can be tested by looking at the value of the California Bearing Ratio (CBR) generated after addition. CBR testing is carried out by the laboratory CBR test method using a CBR penetration tool. From the examiners, the results show that; base A aggregate without the addition of mineral water bottle cap waste with a CBR value of 93.38%; the addition of 10% of mineral water bottle cap waste resulted in a CBR value of 98.73%. The addition of 20% obtained a CBR value of 96.55%; and an addition of 30% resulted in a CBR value of 87.65%. The addition of 10% and 20% of mineral water bottle cap waste filler can increase the CBR base A value, because it produces a larger CBR value without addition. Meanwhile, an increase of 30% will actually reduce the strength of the base itself because the resulting CBR value is smaller. The addition of filler of mineral water bottle cap waste can increase the CBR value of base A with the right composition. Utilization of mineral water bottle cap waste at base A will reduce the amount of plastic waste and reduce environmental pollution, as well as reduce the overexploitation of rocks for base A raw material.

**Keywords:** CBR, Base A, Waste of Mineral Water Bottles Cap

## Pendahuluan

### Latar Belakang

Salah satu komponen jalan raya adalah base A. Bahan base A itu sendiri adalah agregat kelas A yang diperoleh dari alam semula jadi setelah memprosesnya secara berkala menggunakan alat penghancur batu. Explorasi yang berlebihan untuk menghasilkan agregat kelas A pastinya dapat memusnahkan alam semula. Kerana batu di sungai dan di pegunungan terus dikeruk untuk memenuhi keperluan kerja jalan.

Pada periode 2019 hingga 2024, Indonesia telah merencanakan untuk membangun jalan tol sejauh 2000 kilometer (Sidik, 2019). Sudah tentu, ia memerlukan sejumlah besar bahan base A sebagai komponen struktur jalan raya. Belum lagi pembangunan jalan lain yang terus

meningkat setiap tahun untuk menyokong kelancaran pengangkutan. ini tentu akan membawa kepada pengeksploasian yang hebat untuk memenuhi keperluan ini.

Salah satu sisa yang mungkin digunakan sebagai bahan tambahan untuk base A adalah sampah penutup botol air mineral. Pada tahun 2015 saja, terdapat 64.5 juta ton sisa plastik padat yang dihasilkan oleh manusia. Dari jumlah ini, hanya 5-10% yang dapat diproses semula (Indrawijaya, 2019). Sampah penutup botol air mineral adalah sampah yang paling biasa kita hadapi, karena orang mengambil air mineral hampir setiap hari. Salah satu sampah yang dihasilkannya adalah penutup botol air mineral.

Dalam mengatasi masalah ini, ada keperluan untuk inovasi baru. Penambahan sisa penutup botol air mineral di pangkalan A pembinaan diharapkan dapat

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu

<sup>2</sup> Dosen Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu  
Majalah Teknik Simes Vol.15 No.2 Juli 2021

mengurangkan penggunaan bahan semula jadi dan mengurangkan jumlah sampah penutup botol mineral. Oleh karena itu, konsep pembinaan hijau dalam pembinaan jalan raya perlu diterapkan, agar alam semula jadi tidak rusak dan sampah di sekitar kita dapat dikurangkan.

#### Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan daya dukung base A setelah menambahkan sampah penutup botol air mineral 0%, 10%, 20% dan 30%. Penelitian ingin mengetahui peratus penambahan yang menghasilkan nilai CBR terbesar dari pemboleh ubah yang telah ditentukan. Sehingga dapat menjadi rujukan untuk penggunaan sampah penutup botol air mineral jika ia akan dilaksanakan sebagai salah satu konsep dalam pembangunan hijau di jalan raya.

#### Metode Penelitian

Penelitian ini adalah hasil pemrosesan data dari ujian laboratorium. Penelitian yang dimaksudkan di sini adalah untuk memperoleh data primer sehingga dapat dilihat hubungan antara penambahan sampah penutup botol air mineral dan nilai CBR base A.

#### Populasi dan Sampel

Penelitian ini dalam bentuk pengujian CBR yang dihasilkan dari pada pencampuran antara agregat base A dan sisa penutup botol air mineral. Sampel yang akan diuji adalah penambahan penutup botol mineral sisa pengisi dengan tahap 0%, 10%, 20% dan 30% berat agregat base A. Oleh itu, jumlah rawatan yang dijalankan dalam penelitian ini adalah 5 perlakuan.

Menurut Supranto (2000), perlakuan eksperimental dengan rancangan acak lengkap sepenuhnya, kumpulan acak atau faktorial, dapat dirumuskan:

$$(t-1)(r-1) > 15 \dots\dots\dots (4.1)$$

dimana:

t = banyaknya kelompok perlakuan

r = jumlah replikasi

Jumlah perlakuan ada 4 buah, maka jumlah ulangan untuk tiap perlakuan dapat dihitung:

$$(4-1)(r-1) > 15$$

$$(r-1) > 15/3$$

$$r > 5 \text{ pengulangan}$$

Dari pengiraan di atas, didapati bahwa setiap percobaan diuji sebanyak 5 kali. Jumlah rawatan masing-masing 4 dilakukan 5 kali. Sehingga nombor itu sampel yang akan diujikan adalah 20 sampel.

#### Variabel Penelitian

Penelitian ini adalah pengujian di laboratorium. Sehingga dapat variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variable etkontrol. Campuran base gabungan dengan sampah penutup botol air mineral masih merujuk kepada peraturan yang ditetapkan. Dengan base A sebagai pemboleh ubah bersandar dan penambahan sampah penutup botol air mineral menjadi variabel bebasnya.

#### Bahan atau Materi

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat base A, sedangkan limbah tutup botol air mineral adalah sebagai bahan tambahan. Adapun spesifikasi bahan yang akan digunakan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 2008. Sedangkan untuk pengujian CBR menggunakan metode SNI tahun 2012.

#### Hasil Penelitian dan Pembahasan Agregat Base A dengan 10% Limbah Tutup Botol Air Mineral

Penambahan *filler* limbah tutup botol air mineral sebanyak 10% dari berat agregat base A. Maksudnya adalah bila berat awal agregat base A 100% maka setelah menjadi campuran berat base A menjadi 90% dan 10% *filler* limbah tutup botol air mineral. Hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 1.

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu  
<sup>2</sup> Dosen Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu  
Majalah Teknik Simes Vol.15 No.2 Juli 2021

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan CBR untuk Campuran 10%

Pen	Nilai CBR (%)					Rata-rata (%)
	Uji ke-1	Uji ke-2	Uji ke-3	Uji ke-4	Uji ke-5	
0,1	96.72	96.06	97.22	97.30	97.80	97.02
0,2	99.65	99.79	97.94	97.53	98.75	98.73

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium tahun 2020.

Nilai CBR yang dihasilkan dari pada penambahan 10% pengisi sampah penutup botol air mineral memenuhi spesifikasi yang diperlukan. penetrasi 0.1 menghasilkan nilai CBR rata-rata 97.02% dan penetrasi nilai 0.2 CBR 98.73%. Kedua-duanya lebih besar dari 90%, yang bermaksud bahwa mereka memenuhi syarat untuk menjadi basis A, tetapi nilai yang digunakan adalah nilai terbesar, yaitu penembusan 0. 98,73%.

#### Agregat Base A dengan 20% Limbah Tutup Botol Air Mineral

Setelah dilakukan pengujian dengan penambahan *filler* limbah tutup botol air mineral sebanyak 20% diperoleh nilai CBR rata-rata 93,95% untuk penetrasi 0,1 dan 96,55% untuk penetrasi 0,2. Nilai CBR pada penetrasi 0,1 dan 0,2 telah memenuhi spesifikasi CBR yang disyaratkan untuk base A yaitu minimum 90%. Untuk nilai CBR yang digunakan adalah CBR pada penetrasi 0,2 sebesar 96,55% karena yang diambil adalah nilai terbesar. Lebih jelasnya hasil pengujian dengan tambahan *filler* limbah tutup botol air mineral sebanyak 20% dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan CBR untuk Campuran 20%

Pen	Nilai CBR (%)					Rata-rata (%)
	Uji ke-1	Uji ke-2	Uji ke-3	Uji ke-4	Uji ke-5	
0,1	91.86	94.69	96.42	94.79	91.99	93.95
0,2	96.61	98.82	97.20	95.97	94.16	96.55

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium tahun 2020.

#### Agregat Base A dengan 30% Limbah Tutup Botol Air Mineral

Nilai CBR setelah menambahkan pengisi sisa penutup botol air mineral adalah 30% pada 0.1 penembusan rata-rata 82.80%. Pada penembusan 0.2, nilai CBR yang dihasilkan adalah 87.65%. Untuk nilai CBR yang digunakan adalah CBR pada penetrasi 0,2 pada 87,65% kerana ia adalah nilai terbesar yang diambil. Dalam campuran ini nilai CBR penetrasi 0.1 dan 0.2 tidak memenuhi spesifikasi CBR yang diperlukan untuk base A, yaitu minimum 90%. lebih terperinci mengenai hasil pengujian dengan penambahan 20% pengisi sisa penutup botol air mineral dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Keputusan Pemeriksaan CBR untuk Campuran 30%

Pen	Nilai CBR (%)					Rata-rata (%)
	Uji ke-1	Uji ke-2	Uji ke-3	Uji ke-4	Uji ke-5	
0,1	83.12	82.78	80.86	83.39	83.84	82.80
0,2	87.18	85.83	87.60	89.25	88.41	87.65

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium tahun 2020.

#### Analisis dan Pembahasan

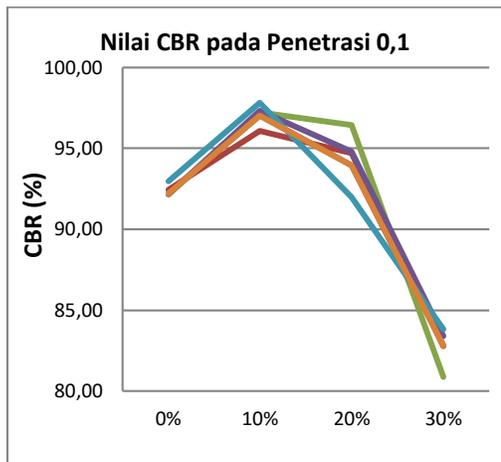
Penelitian CBR pada base A bahan dengan pengisi sampah penutup botol air mineral memperoleh hasil yang berbedabeda. Pada penetrasi 0.1, nilai CBR yang dihasilkan berubah-ubah secara relatif. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2 nilai CBR bahan tanpa penambahan penutup botol air sisa pengisi

<sup>1</sup> Mahasiswa Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu

<sup>2</sup> Dosen Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu  
Majalah Teknik Simes Vol.15 No.2 Juli 2021

adalah rata-rata 92.22%. Setelah menambahkan 10% pengisi sisa penutup botol air mineral, nilai CBR yang dihasilkan meningkat kepada purata 97.02%. Hasil ini menunjukkan bahawa penambahan 10% pengisi sisa penutup botol air mineral meningkatkan nilai CBR pada base A.

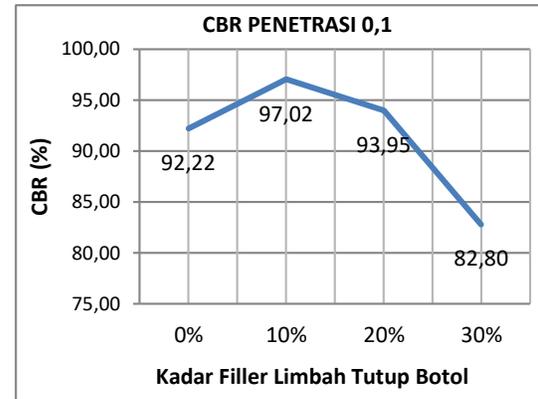
Pengisi sisa penutup botol air mineral kemudian ditambahkan sebanyak 20% daripada berat base agregat A. Dari hasil ujian, didapati bahawa CBR rata-rata adalah 93.95%, sedikit lebih tinggi dari pada asas CBR A tanpa penambahan pengisi. Ini juga menunjukkan bahawa menambahkan 20% pengisi sisa penutup botol air mineral ke berat base A dapat meningkatkan nilai CBR. Walaupun kenaikan yang dihasilkan tidak terlalu ketara, komposisi ini dapat digunakan sebagai rujukan untuk mencampurkan base A dan bekas penutup botol air mineral.



Gambar 1. Nilai CBR pada penetrasi 0,1

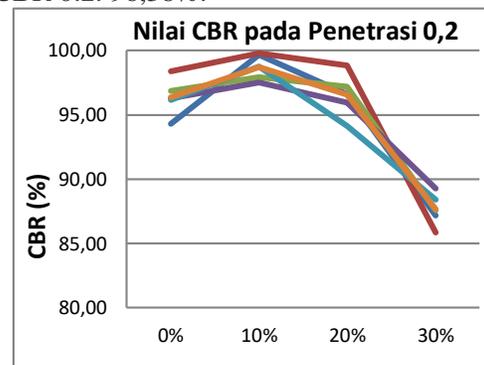
Dengan penambahan 30% pengisi sisa penutup botol air mineral kepada berat base A, nilai CBR yang dihasilkan menurun. Nilai CBR yang dihasilkan adalah 82.80%. Nilai ini lebih kecil dari pada nilai CBR yang diperlukan untuk base A, yang sekurang-kurangnya 90%. Isi pengisi yang terlalu besar telah merusakkan gradasi base A itu sendiri, sehingga CBR yang dihasilkan tidak dapat memenuhi syarat. Ini bermaksud

bahwa komposisi dengan penambahan 30% pengisi sisa penutup botol air mineral tidak boleh digunakan untuk pencampuran.



Gambar 2. Nilai CBR rata-rata pada penetrasi 0,1

Pada penetrasi 0.2, nilai CBR yang dihasilkan juga bervariasi. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4, nilai CBR yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan penetrasi 0.1. Nilai CBR bahan tanpa penetrasi penutup botol air sisa pengisi adalah 96.38%. Untuk menentukan nilai CBR yang akan digunakan adalah nilai CBR terbesar antara penetrasi 0.1 dan 0.2. Penetrasi 0.1 CBR adalah 92.22% lebih kecil daripada penetrasi CBR 0.2, yaitu 96.38%, sehingga yang digunakan adalah penetrasi CBR 0.2. 96,38%.



Gambar 3. Nilai CBR pada penetrasi 0,2

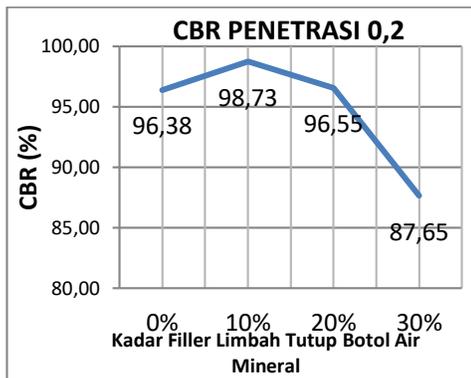
Perlakuan seterusnya adalah dengan menambahkan 10% pengisi sampah penutup botol air mineral. Nilai CBR yang dihasilkan meningkat menjadi rata-rata 98.73%, yang

<sup>1</sup> Mahasiswa Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu

<sup>2</sup> Dosen Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu  
Majalah Teknik Simes Vol.15 No.2 Juli 2021

lebih besar dari pada penetrasi CBR 0.1, yaitu 97.02%. Kemudian nilai CBR yang digunakan untuk campuran pengisi sisa penutup botol air mineral adalah CBR pada Perlakuan 0.2 dari 98.73%.

Nilai CBR yang dihasilkan dengan mencampurkan pengisi sisa penutup botol air mineral adalah 10% lebih besar dari pada tanpa penetrasi pengisi. CBR base A tanpa campuran adalah 96.38% setelah menambahkan 10% pengisi sisa penutup botol air mineral menjadi 98.73%. Ini menunjukkan bahwa penambahan 10% pengisi sisa penutup botol air mineral dapat meningkatkan nilai CBR pada asas A sebanyak 2,35%.



Gambar 4. Nilai CBR rata-rata pada penetrasi 0,2

Dalam campuran dengan penambahan penutup botol air sisa pengisi sebanyak 30% nilai CBR pada base 0.2 dari 87.65%. Nilai CBR pada base 0.1 untuk campuran pengisi 30% adalah 82.80%, jadi CBR yang digunakan adalah CBR pada base 0.2, yaitu 87.65%. CBR yang terhasil daripada penambahan sisa pengisi dari penutup botol air mineral adalah 30% kurang dari pada 90%. Ini bermaksud bahwa komposisi dengan penambahan 30% pengisi sampah penutup botol air mineral tidak boleh digunakan sebagai *filler* untuk mencampurkan.

Penambahan sampah penutup botol air mineral sebagai pengisi di base A menghasilkan CBR yang berbeda-beda.

Seperti yang dapat dilihat pada jadwal 5.13, komposisi penambahan sisa pengisi dari penutup botol air mineral boleh mempengaruhi nilai base CBR A. Dari komposisi ini, ada yang dapat meningkatkan nilai CBR base A dan ada yang tidak memenuhi spesifikasi yang diperlukan untuk base CBR A.

Komposisi berat pengisi sisa penutup botol air mineral ke agregat base A mempengaruhi nilai CBR base A itu sendiri. Pengisi sisa penutup botol air mineral yang terlalu banyak akan mengurangi ketumpatan base A, sehingga nilai CBR base A dikurangkan. Dengan komposisi yang betul, penambahan pengisi sampah penutup botol air mineral akan meningkatkan nilainya CBR base.

### Kesimpulan

Dari hasil ujian yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan dapat diambil. Berikut adalah kesimpulan penelitian ini:

1. Nilai CBR dari pengujian yang dilakukan campuran 0%, 10%, 20%, dan 30% sebagai berikut:
  - a. Base A tanpa campuran (0%): penetrasi CBR 0.1 dari 92.22%; penetrasi CBR 0.2 dari 96.38%; dan CBR yang digunakan adalah 96.38%.
  - b. Base A + 10% pengisi sisa penutup botol air mineral: penetrasi CBR 0.1 dari pada 97.02%; penetrasi CBR 0.2 dari 98.73%; dan CBR yang digunakan adalah 98.73%.
  - c. Base A + 20% pengisi sisa penutup botol air mineral: penetrasi CBR 0.1 dari 93.95%; penetrasi CBR 0.2 dari 96.55%; dan CBR yang digunakan adalah 96.55%.
  - d. Base A + 30% pengisi sisa penutup botol air mineral: penetrasi CBR 0.1 dari pada 82.80%; penetrasi CBR 0.2 dari 87.65%; dan CBR yang digunakan adalah 87,65%.

<sup>1</sup> Mahasiswa Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu

<sup>2</sup> Dosen Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu  
Majalah Teknik Simes Vol.15 No.2 Juli 2021

2. Penambahan limbah tutup botol air mineral sebagai pengisi di base A boleh digunakan, namun komposisi pencampuran itu perlu. Penambahan 10% dan 20% pengisi sisa penutup botol air mineral boleh digunakan untuk base A karena nilai CBR lebih besar dari pada 90%. Untuk penambahan sisa pengisi, penutup botol air mineral sebanyak 30% tidak boleh digunakan. Ini kerana nilai CBR yang dihasilkan tidak mencapai 90%.

3. Pemanfaatan limbah penutup botol air mineral sebagai pengisi di pangkalan A boleh menjadi salah satu cara untuk menerapkan konsep pembinaan hijau untuk pembinaan jalan raya. Komposisi yang betul, perancangan yang baik, pelaksanaan yang teratur, dan pengawasan yang baik akan menjadi kunci untuk penerapan konsep pembinaan hijau untuk pembinaan jalan raya. Aplikasi ini tentunya mengambil kira kualiti pembinaan yang akan dibina.

### Saran

Setelah menjalankan penelitian mengenai penggunaan sisa penutup botol air mineral sebagai pengisi di pangkalan A, terdapat beberapa cadangan yang ingin disampaikan. Diharapkan cadangan ini dapat dilaksanakan pada masa akan datang untuk menyempurnakan penelitian ini. Cadangan yang akan disampaikan adalah seperti berikut:

1. Penelitian ini menggunakan penutup botol air mineral yang telah digiling. Proses pengilangan dengan mesin pengisar ini menghasilkan sisa botol air mineral dengan berbagai bentuk dan saiz. Cadangan kami adalah untuk membuat kajian lebih lanjut mengenai bentuk dan ukuran sampah penutup botol air mineral ini. Diharapkan penelitian mengenai bentuk dan ukuran sisa penutup botol air mineral dapat melengkapkan pengaruhnya terhadap daya dukung base A.

2. Perlu penelitian lanjutan dilakukan dengan meletakkan secara langsung

campuran sampah penutup botol air mineral dengan base A, sehingga diketahui nilai CBR lapangan.

3. Pengujian dalam penelitian ini menggunakan selang 10% dengan julat 0-30%. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan selang pengurangan yang digunakan, untuk mendapatkan komposisi untuk menghasilkan CBR maksimum dengan campuran ini.

Hendaknya Kerjaan tempatan dapat menggunakan penelitian ini sebagai rujukan untuk menerapkan konsep pembinaan hijau untuk pembinaan jalan raya, sehingga kerusakan lingkungan dari pembinaan jalan dapat diminimumkan..

### Daftar Pustaka

- Abdjan, A. M. 2013. *Pemanfaatan Tras Pada Perkerasan Jalan*. Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.7, Juni 2013 (493-498).
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Cara Analisis Ukuran Butir Tanah*. SNI 3423 : 2008. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. SNI 1970 : 2008. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. SNI 1969 : 2008. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*. SNI 2417 : 2008. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Metode Uji CBR Laboratorium*. SNI 1744 : 2012. Jakarta.
- Hendrastianto, Zulkarnain Ali. 2019. *Plastik: Pengertian, Sejarah, Jenis, Proses Pembuatan, dan Bahan Baku*. Foresteract. Jakarta.
- Indrawijaya, Budhi dkk. 2019. *Pemanfaatan Limbah Plastik LDPE Sebagai Pengganti Agregat Untuk Pembuatan*

<sup>1</sup> Mahasiswa Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu

<sup>2</sup> Dosen Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu  
Majalah Teknik Simes Vol.15 No.2 Juli 2021

- Paving Blok Beton*. Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM, Vol. 3 No. 1 (Januari, 2019).
- Indriyati, T. R. 2019. *Kajian Pengaruh Pemanfaatan Limbah Faba (Fly Ash dan Bottom Ash) Pada Konstruksi Lapisan Base Perkerasan Jalan*. Jurnal Teknik, Volume 13, Nomor 2 Oktober 2019, pp 112-119.
- Karuniastuti, Nurhenu. 2006. *Bahaya Plastik Terhadap Kesehatan Dan Lingkungan*. Forum Teknologi. Volume 03 No. 1.
- Kementerian Pembangunan Umum dan Perumahan Rakyat. 2018. *Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018*. Jakarta.
- Mohanty, Samrat dan Chugh, Y. P. 2006. *Structural Performance monitoring of an Unstabilized Fly Ash-Base Road Subbase*. *Journal of Transportation Engineering*. Vol 132. No 12.
- Ningsih, Wirdha. 2016. *Pengujian Material Batu Gunung monggedo Sebagai Bahan Lapis Pondasi Atas (Base Course) Pada Kontruksi Jalan Raya*. *Dinamika Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. Vol. 7, No. 2, Mei 2016.
- Pangestika, J. W. 2015. *Green Construction Gerakan Bangunan Ramah Lingkungan*.  
[https://www.kompasiana.com/jenywidya/550dfa84813311892\\_cbc612e/green-construction-gerakan-bangunan-ramah-lingkungan](https://www.kompasiana.com/jenywidya/550dfa84813311892_cbc612e/green-construction-gerakan-bangunan-ramah-lingkungan).
- Sidik, Syahrizal. 2019. *Mantap! Jokowi Mau Bangun 2.000 KM Jalan Tol di 2019-2024*. *CNBC Indonesia*. 15 September 2019 19:27.  
<https://www.cnbcindonesia.com/news/20190915191130-4-99585/mantap-jokowi-mau-bangun-2000-km-jalan-tol-di-2019-2024>.
- Sukirman, Silvia. 2003. *Bahan Perkerasan Jalan*. Gama Press. Yogyakarta.
- Supranto, J. 2000. *Teknik Sampling untuk Survei dan Eksperimen*. Penerbit PT Rineka Cipta, Jakarta.
- Suprpto, Y. H. 2008. *Korelasi Nilai California Bearing Ratio (CBR) Dengan Nilai Dynamic Cone Penetration Test (DCPT) pada Sub Base Jalan Daerah Gambut*. *Jurnal Mektek Fakultas Teknik Untad*. 13-20.
- Suprayitno, Dkk. 2019. *Studi Penggunaan Variasi Campuran Material Plastik Jenis High Density Polyethylene (HDPE) Pada Campuran Beraspal Untuk Lapis Aus AC-WC (Asphalt Concrete Wearing Course)*. *Paduraksa: Volume 8 Nomor 2*, Desember 2019.
- Widodo, Sri. 2013. *Hasil Bongkaran Perkerasan Jalan Sebagai Bahan Lapis Fondasi Jalan Raya*. *Jurnal MKTS*. Volume 19 No. 1. Juli 2013.

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu  
<sup>2</sup> Dosen Fakultas Teknik Prodi Teknik Sipil Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bengkulu  
Majalah Teknik Simes Vol.15 No.2 Juli 2021