

Analisis Daya Dukung *Base* dengan Menggunakan Limbah Cangkang, *Bottom Ash*, dan *Fly Ash* Berdasarkan Uji CBR Laboratorium

Berkat Sinurat¹, Aidil Abrar², & Nuryasin Abdillah³
^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Dumai
Jl. Utama Karya Bukit Batrem II
Email : berkatdumai@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu penyumbang limbah industri di Indonesia adalah Cangkang Kelapa Sawit yang menghasilkan limbah pengolahan minyak kelapa sawit yang cukup besar, dan menghasilkan dua jenis limbah yaitu abu ringan (*fly ash*) dan abu berat (*bottom ash*). Pengujian ini dilakukan untuk menghitung besarnya daya dukung yang dapat diterima oleh *base* yang di buat dari perbandingan-perbandingan limbah, ada 4 perbandingan persentase yang berbeda-beda, yaitu percampuran 55% cangkang, 10% *bottom ash* dan 35% *fly ash*, percampuran 55% cangkang, 15% *bottom ash* dan 30% *fly ash*, percampuran 55% cangkang, 20% *bottom ash* dan 25% *fly ash*, percampuran 55% cangkang, 25% *bottom ash* dan 20% *fly ash*. Dari hasil pengujian dengan campuran didapatkan, bahwa percampuran 55% cangkang, 10% *bottom ash* dan 35% *fly ash*, mendapatkan hasil daya dukung untuk *base* yang lebih baik dari 3 percampuran lainnya yaitu, percampuran 55% cangkang, 15% *bottom ash* dan 30% *fly ash*, percampuran 55% cangkang, 20% *bottom ash* dan 25% *fly ash*, percampuran 55% cangkang, 25% *bottom ash* dan 20% *fly ash*. Hal ini menunjukkan bahwasannya dengan persentase cangkang yang sama, percampuran dengan penambahan *fly ash* lebih banyak dari pada *bottom ash* memiliki daya dukung yang lebih baik.

Kata kunci: Limbah, CBR Tes, Cangkang, *Bottom Ash*, *Fly Ash*

ABSTRACT

One of the contributors to industrial waste in Indonesia is the Palm Oil Shell which produces a large amount of palm oil processing waste, and produces two types of waste, namely light ash (fly ash) and heavy ash (bottom ash). This test is carried out to calculate the amount of bearing capacity that can be received by the base made from waste comparisons, there are 4 comparisons different percentages, namely mixing 55% shell, 10% bottom ash and 35% fly ash, mixing 55% shell, 15% bottom ash and 30% fly ash, mixing 55% shell, 20% bottom ash and 25% fly ash, mixing 55% shell, 25% bottom ash and 20% fly ash. From the test results with different mixtures, the results obtained, that the mixture of 55% shell, 10% bottom ash and 35% fly ash, get the results of the bearing capacity for the base better than the other 3 mixtures, namely, mixing 55% shell, 15% bottom ash and 30% fly ash, mixing 55% shell, 20% bottom ash and 25% fly ash, mixing 55% shell, 25% bottom ash and 20% fly ash. This shows that with the same percentage of shell, the mixture with the addition of more fly ash than bottom ash has a better bearing capacity.

Keywords: Waste, CBR Test, Shell, Bottom Ash, Fly Ash

Pendahuluan

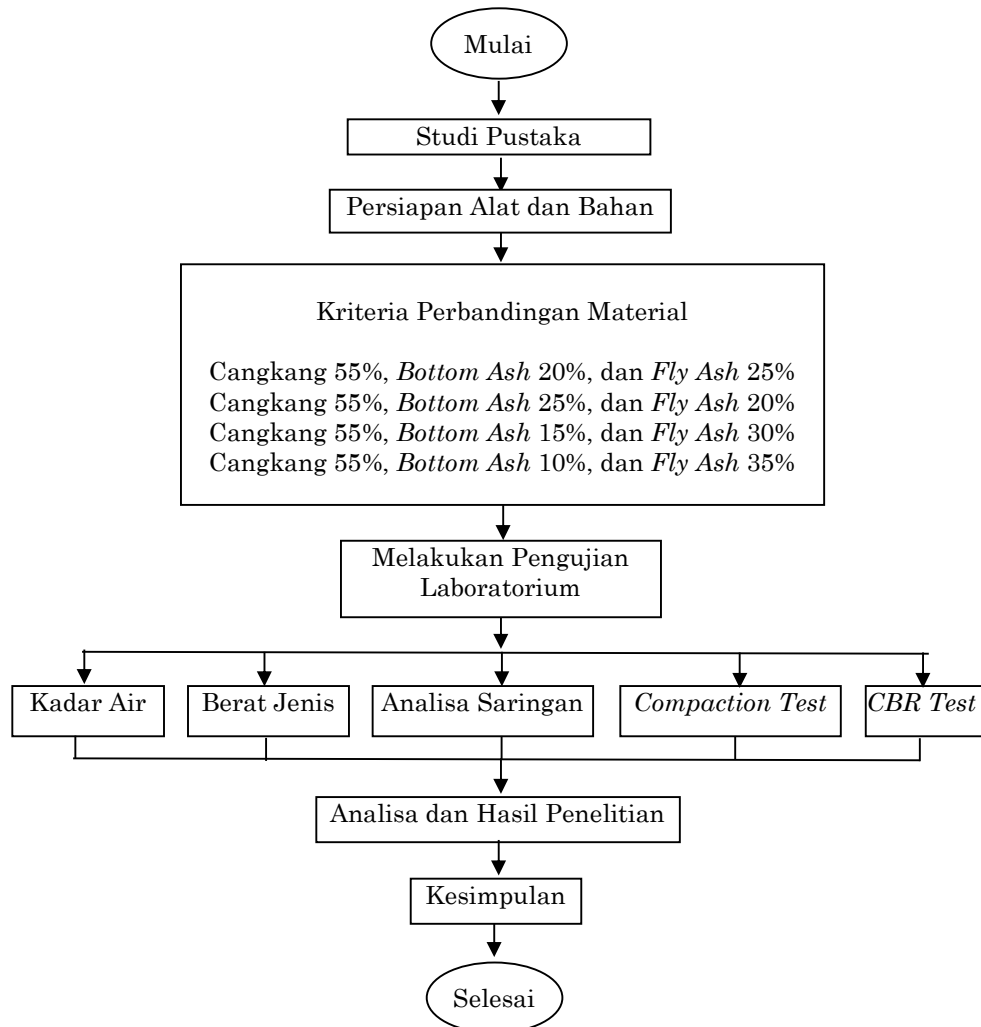
Indonesia menjadi salah satu Negara penyumbang limbah terbesar di dunia, khususnya limbah industri dan limbah pertambangan. Limbah dari suatu Industri dan pertambangan merupakan masalah dan menjadi perhatian yang serius dari masyarakat maupun pemerintah Indonesia, Kendati demikian, kehadiran Industri dan pertambangan membawa dampak positif dalam sektor perekonomian dan menjadi tulang punggung pada peningkatan perekonomian Indonesia. Namun, jika limbah dari Industri dan pertambangan tidak diolah dengan baik akan berdampak buruk terhadap lingkungan hidup. Salah satu penyumbang limbah industri di Indonesia adalah Cangkang Kelapa Sawit yang menghasilkan limbah pengolahan minyak kelapa sawit yang cukup besar, yaitu mencapai 60 % dari produksi minyak. Kemudian penyumbang limbah pada pertambangan adalah Pembakaran batubara menghasilkan dua jenis limbah yaitu abu ringan (*fly ash*) dan abu berat (*bottom ash*). Abu terbang (*fly ash*) merupakan limbah yang dihasilkan oleh PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) yang berkontribusi pencemaran lingkungan (Jadhao,2008). Abu batubara (*fly ash*) sebagai limbah tidak seperti gas hasil pembakaran, karena merupakan bahan padat yang tidak mudah larut dan tidak mudah menguap sehingga akan lebih merepotkan dalam penanganannya. Apabila jumlahnya banyak dan tidak ditangani dengan baik, maka abu terbang (*fly ash*) batubara tersebut dapat mengotori lingkungan terutama yang disebabkan oleh abu yang beterbangan di udara dan dapat terhisap oleh manusia dan hewan dan juga dapat mempengaruhi kondisi air dan tanah di sekitarnya sehingga dapat mematikan tanaman. Kemudian, untuk limbah *bottom ash* sendiri disimpan disuatu tempat kosong dan dibiarkan menumpuk sehingga sangatlah berbahaya bagi kesehatan manusia dimana logam-logam yang terkandung didalamnya dapat terbawa ke perairan atau bahkan tertiuap angin sehingga menimbulkan polusi udara dan mengganggu pernafasan.

Sehingga perlu dipikirkan alternatif pemecahan permasalahan pencemaran limbah cangkang sawit, *bottom ash* dan *fly ash* yang tidak baik bagi lingkungan dan kehidupan manusia maka diperlukan pengolahan yang baik pula, salah satunya digunakan untuk daya dukung *base* dalam pembangunan infrastruktur jalan. Dalam penelitian ini Pengujian CBR dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil STT Dumai. Sampel limbah cangkang sawit, *bottom ash* dan *fly ash* dari PT. Energi Sejahtera Mas Dumai. yang terletak di Lubuk Gaung, Kecamatan Sungai Sembilan Kota Dumai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui menentukan persentase campuran limbah *cangkang sawit*, *bottom ash* dan *fly ash*. Pengujian CBR dilakukan mengetahui daya dukung *base* yang memiliki kualitas ketahanan yang kuat dengan menentukan presentase limbah Cangkang sawit yang sama banyaknya dengan presentase limbah *bottom ash* dan *fly ash* yang berbeda-beda.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sekolah Tinggi Teknologi Dumai. Data yang didapat merupakan data sekunder yang didapat dari penelitian yaitu dengan terjun kelapangan untuk menganalisis daya dukung *Base* berdasarkan uji CBR laboratorium.

Bagan alir penelitian bertujuan untuk menjelaskan langkah-langkah dan urutan-urutan prosedur dari suatu penelitian. Dimulai dari studi pendahuluan dan literatur, perumusan masalah, pengumpulan, pengelolaan, analisis data dan juga kesimpulan suatu penelitian dapat dilihat pada bagan alir Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini penulis membuat suatu analisa dari hasil pengujian yang dilakukan dilaboratorium tanah Sekolah Tinggi Teknologi Dumai, yaitu meneliti kadar air dari cangkang, *bottom ash*, dan *fly ash*, meneliti berat jenis dari cangkang, *bottom ash*, dan *fly ash*, untuk pengujian analisa saringan, compaction test, dan *california bearing ratio persentase* yang digunakan ada 4 percampuran yaitu pada tabel 1.

Tabel 1. Persentase Campuran

No	Cangkang	<i>Bottom Ash</i>	<i>Fly Ash</i>
1	55%	25%	20%
2	55%	20%	25%
3	55%	15%	30%
4	55%	10%	35%

Sumber : Penulis Tahun 2023

Adapun hasil pengujian kadar air pada cangkang, *bottom ash*, *fly ash* dapat dilihat pada tabel 2. berikut ini.

Tabel 2. hasil pengujian kadar air

Uraian	Kadar Air Rata-Rata
Cangkang	66,68 %
<i>Bottom Ash</i>	0,59 %
<i>Fly Ash</i>	0,76 %

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

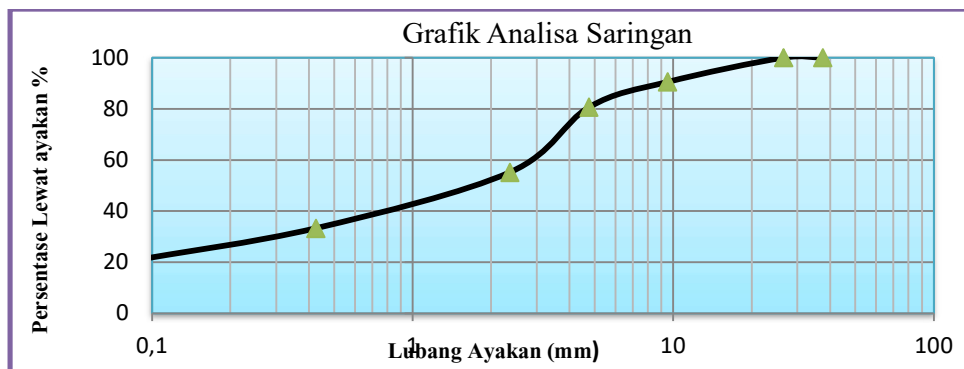
Adapun hasil pengujian berat jenis pada cangkang, *bottom ash*, *fly ash* dapat dilihat pada tabel 3. berikut ini.

Tabel 3. hasil pengujian berat jenis cangkang

Uraian	Kadar Air Rata-Rata
Cangkang	0,59 %
<i>Bottom Ash</i>	11,16 %
<i>Fly Ash</i>	2,48 %

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

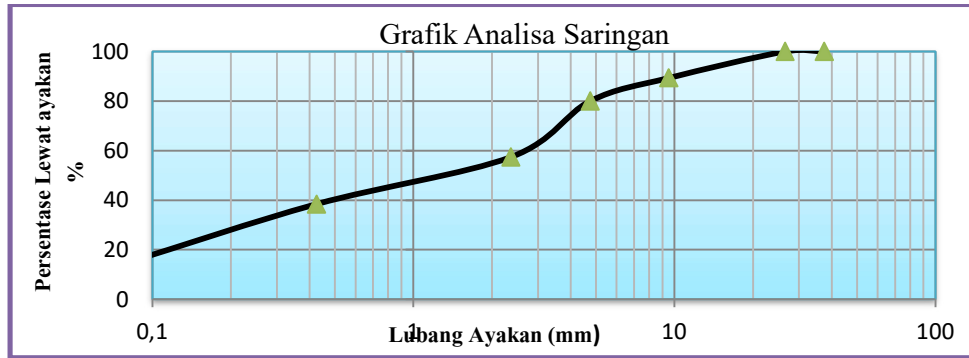
Adapun grafik hasil Pengujian analisa saringan perbandingan 55% Cangkang 25% *bottom ash* 20% *fly ash* dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini



Gambar 2. Grafik hasil pengujian analisa saringan

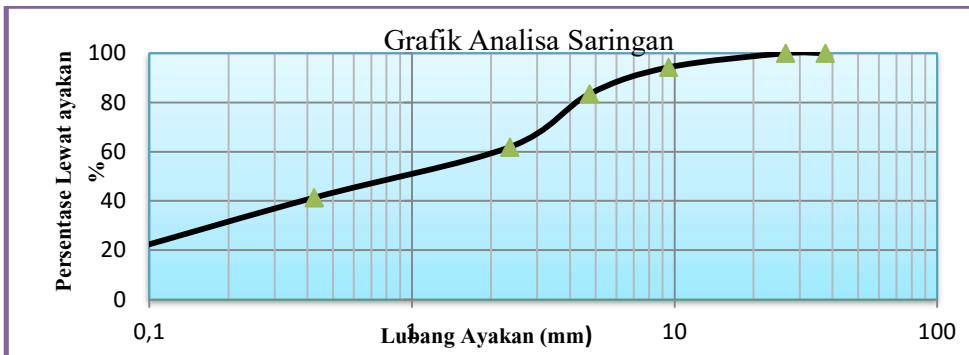
Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Adapun grafik hasil Pengujian analisa saringan perbandingan 55% Cangkang 20% *bottom ash* 25% *fly ash* dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini



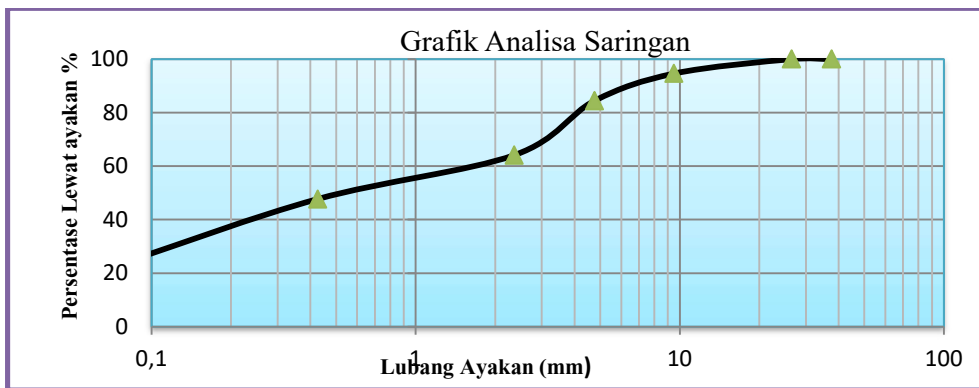
Gambar 3. Grafik hasil pengujian analisa saringan
Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Adapun grafik hasil Pengujian analisa saringan perbandingan 55% Cangkang 15% *bottom ash* 30% *fly ash* dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini



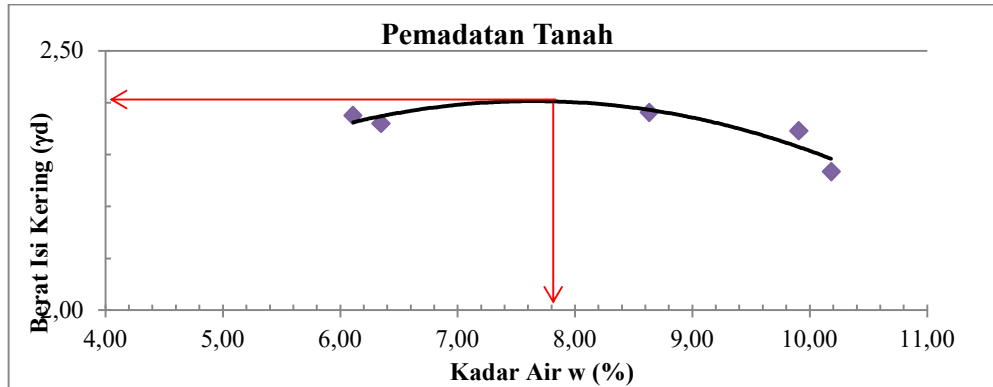
Gambar 4. Grafik hasil pengujian analisa saringan
Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Adapun grafik hasil Pengujian analisa saringan perbandingan 55% Cangkang 10% *bottom ash* 35% *fly ash* dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini



Gambar 5. Garifk hasil pengujian analisa saringan
Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Adapun grafik hasil Pengujian pemadatan perbandingan 55% Cangkang 25 % *bottom ash* 20 % *fly ash* dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini



Gambar 6. Grafik hasil pengujian pemadatan

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

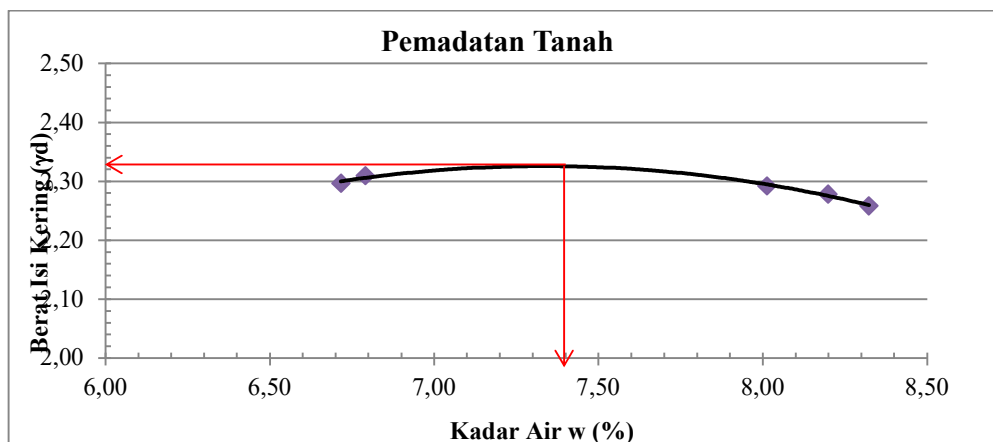
Keterangan :

W Opt : 7,81 %

Yd Max : 2,41 gram/cm³

95% Yd Max : 2,29 gram/cm³

Adapun grafik hasil Pengujian pemadatan perbandingan 55% Cangkang 20 % *bottom ash* 25 % *fly ash* dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini



Gambar 7. Grafik hasil pengujian pemadatan

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

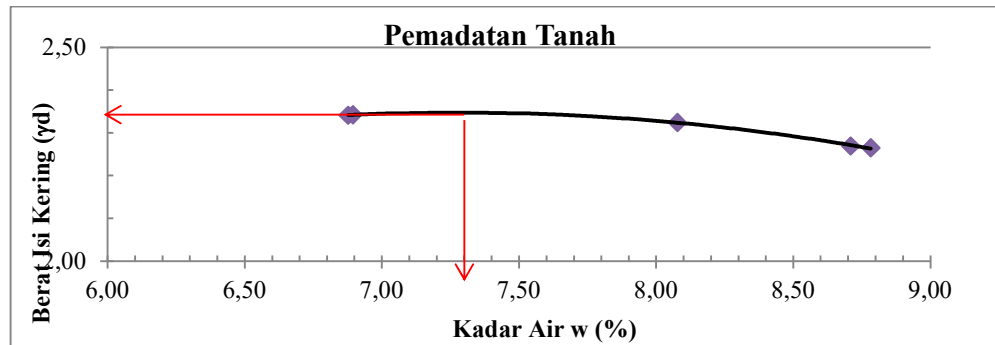
Keterangan :

W Opt : 7,40 %

Yd Max : 2,34 gram/cm³

95% Yd Max : 2,22 gram/cm³

Adapun grafik hasil Pengujian pemadatan perbandingan 55% Cangkang 15 % *bottom ash* 30 % *fly ash* dapat dilihat pada grafik 7 berikut ini

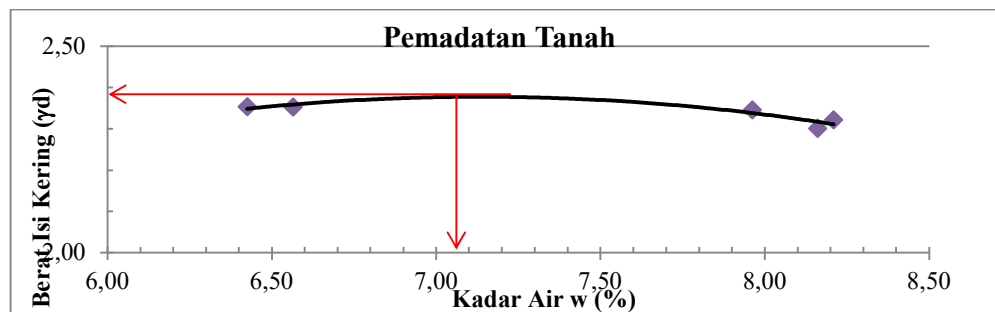


Gambar 8. Grafik hasil pengujian pemadatan
 Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Keterangan :

- W Opt : 7,30 %
- Yd Max : 2,25 gram/cm³
- 95% Yd Max : 2,14 gram/cm³

Adapun grafik hasil Pengujian pemadatan perbandingan 55% Cangkang 10 % bottom ash 35 % fly ash dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini



Gambar 9. Grafik hasil pengujian pemadatan
 Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Keterangan :

- W Opt : 7,06 %
- Yd Max : 2,38 gram/cm³
- 95% Yd Max : 2,26 gram/cm³

Adapun hasil Pengujian cbr perbandingan 55% Cangkang 25 % bottom ash 20 % fly ash dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini

Tabel 4. Hasil pengujian CBR

Jumlah Pukulan	Penurunan 0,1"	Penurunan 0,2"
	(%)	(%)
3 x 10	1,04	1,73
3 x 25	2,59	2,59
3 x 56	4,92	6,21

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Adapun hasil Pengujian cbr perbandingan 55% Cangkang 20 % *bottom ash* 25 % *fly ash* dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini

Tabel 5 hasil pengujian CBR

Jumlah Pukulan	Penurunan 0,1"	Penurunan 0,2"
	(%)	(%)
3 x 10	1,55	2,07
3 x 25	2,59	2,76
3 x 56	5,69	6,90

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Adapun hasil Pengujian cbr perbandingan 55% Cangkang 15 % *bottom ash* 30 % *fly ash* dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini

Tabel 6. Hasil pengujian CBR

Jumlah Pukulan	Penurunan 0,1"	Penurunan 0,2"
	(%)	(%)
3 x 10	2,07	2,24
3 x 25	2,59	3,11
3 x 56	6,73	8,63

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Adapun hasil Pengujian cbr perbandingan 55% Cangkang 10 % *bottom ash* 35 % *fly ash* dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini

Tabel 7. Hasil pengujian CBR

Jumlah Pukulan	Penurunan 0,1"	Penurunan 0,2"
	(%)	(%)
3 x 10	2,23	2,35
3 x 25	3,42	3,62
3 x 56	7,77	10,01

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Adapun hasil persentase pengujian cbr pada ke 4 persentase dapat dilihat pada tabel 8. berikut ini.

Tabel 8. hasil pengujian cbr

No	Persentase	Hasil
1	Cangkang 55% <i>Bottom Ash</i> 25% <i>Fly Ash</i> 20%	13,97 %
2	Cangkang 55% <i>Bottom Ash</i> 20% <i>Fly Ash</i> 25%	15,53 %
3	Cangkang 55% <i>Bottom Ash</i> 15% <i>Fly Ash</i> 30%	19,41 %
4	Cangkang 55% <i>Bottom Ash</i> 10% <i>Fly Ash</i> 35%	22,51 %

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium

Simpulan

Dari hasil pengujian CBR dengan campuran yang berbeda beda, hasil yang didapatkan, bahwa percampuran 55% cangkang, 10% *bottom ash* dan 35% *fly ash*, mendapatkan nilai 22,51 % hasil daya dukung untuk *base* yang lebih baik dari 3 percampuran lainya yaitu, percampuran 55% cangkang, 15% *bottom ash* dan 30% *fly ash* 19,41 %, percampuran 55% cangkang, 20% *bottom ash* dan 25% *fly ash* 15,53 %, percampuran 55% cangkang, 25% *bottom ash* dan 20% *fly ash* 13,97 %, maka dapat disimpulkan dengan penambahan *fly ash* lebih banyak didalam campuran dapat meningkatkan nilai daya dukung nya, sebab cangkang tidak memiliki butiran yang halus sebagai pengikatnya, maka dibutuhkan lebih banyak penambahan *fly ash* pada suatu percampuran sebagai pengikatnya.

Daftar Pustaka

- Badan Standardisasi Nasional. (1989). SNI 03-1744-1989 Metode pengujian cbr laboratorium.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). Metode uji CBR laboratorium SNI 1744:2012. Sni 1744; 2012, 1–28.
- Hawari, F., & Lizar, L. (2021). Analisis Pengaruh Penggantian Filler Abu Sawit Fly Ash Dan Bottom Ash Terhadap Karakteristik Perkerasan Lentur (Ac-Wc). *Jurnal TeKLA*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.35314/tekla.v3i1.2007>
- Indriyati, T. S., Malik, A., & Alwinda, Y. (2019). Kajian Pengaruh Pemanfaatan Limbah Faba (Fly Ash Dan Bottom Ash) Pada Konstruksi Lapisan Base Perkerasan Jalan. *Jurnal Teknik*, 13(2), 112–119. <https://doi.org/10.31849/teknik.v13i2.3168>
- Nely, A., Saputro, Y. A., & Rochmanto, D. (2022). Optimalisasi Campuran Fly Ash, Bottom Ash, dan Semen Untuk Lapis Pondasi (*Improving Subgrade*). *Civil Engineering Study*, 02, 1–6.
- Rahmat, D., Yang, T., & Esa, M. (1999). Peraturan Pemerintah No.85 Tahun 1999 Tentang: Perubahan Atas Peraturan Pemerintah No 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun.
- Rinaldi, Ade and Abdillah, Nuryasin and Abrar, Aidil (2020) Penggunaan campuran limbah abu cangkang sawit (*palm oil fuel ash*) dan kapur (*caco3*) sebagai stabilisasi tanah gambut. *Final project of Sekolah Tinggi Teknologi Dumai*.
- Rismawati, M. S., & Rismawati, M. S. (2022). Pengaruh Penambahan Bottom Ash Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Gambut Terhadap Nilai CBR. *Jurnal Teknik Sipil Dan Teknologi Konstruksi*, 8(1), 47–59. <https://doi.org/10.35308/jts-utu.v8i1.5019>
- Suparyanto dan Rosad (2015). (2020). Rencana Pengkerasan Jalan. In Suparyanto dan Rosad (2015 (Vol. 5, Issue 3).
- Yuliana, Alviza and Abrar, Aidil and Abdillah, Nuryasin (2019) Pemanfaatan pemakaian limbah abu cangkang kelapa sawit (acks) pada campuran aspal ac-wc ditinjau dari stabilitas. *Final project of Sekolah Tinggi Teknologi Dumai*.