

Kajian Pemanfaatan Limbah Beton sebagai Material *Cement Treated Base (CTB)* dengan Menggunakan Abu Incinerator sebagai Bahan Tambah

Henrikus Remetwa¹, Budi Doloksaribu^{1,*}, Yance Kakerissa¹

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Musamus
Merauke, Papua Selatan, Indonesia

*Correspondent author: Budi@unmus.ac.id

Diterima: 10 November 2024, Direvisi: 20 November 2024, Diterima untuk dipublikasikan: 15 Desember 2024

Abstrak - Jalan merupakan salah satu infrastruktur utama yang sangat penting dalam menunjang pergerakan manusia. Oleh karena itu membutuhkan pemeliharaan, atau rehabilitasi dan rekonstruksi agar kondisi jalan tetap aman dan nyaman. Salah satu upaya untuk memperbaiki kerusakan jalan adalah dengan pengembangan (*Technology Recycle*) atau mendaur ulang, terhadap perkerasan jalan dan stabilisasi tanah dasar. Tetapi beberapa catatan menunjukkan penggunaan semen terus meningkat setiap tahunnya. Maka dengan itu diperlukan opsi baru sebagai pengganti ataupun sebagai bahan tambah semen yang bersifat mengikat terhadap perkerasan lentur (*flexible Pavement*). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan abu (*incinerator*) terhadap nilai kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)*. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang di laksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Musamus. Penelitian ini dirancang dengan menggunakan campuran abu (*incinerator*) sebagai bahan tambah dengan variasi, 0%, 5%, 10%, 15% serta menggunakan variasi kadar semen 5%. Hasil pengujian kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)*, yang diperoleh dari masing-masing benda uji yaitu, $Bu_1=5.468\text{MPa}$, $Bu_2=5.091\text{MPa}$, $Bu_3=4.902\text{MPa}$, $Bu_4=4.808\text{MPa}$. Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penambahan abu (*incinerator*) maka nilai kuat tekan yang diperoleh semakin menurun. Namun pada penambahan kadar 5%, 10%, dan 15% untuk penambahan abu (*incinerator*) uji kuat tekannya dapat memenuhi syarat kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)*, yang ditinjau Berdasarkan spesifikasi Bina Marga 2018. Sebesar 45Kg/m^2 - 55Kg/m^2 , pada pemeraman 7 hari.

Kata kunci: *Cement Treated Base (CTB)*, Abu (*Incinerator*), Kuat Tekan

Abstrak - Road is Wrong One infrastructure very main important in support movement man. By Because That need maintenance, or rehabilitation And reconstruction to condition road still safe And comfortable. One of effort For repair damage road is with development (*Technology Recycling*) or recycle repeat, against pavement Road And stabilization land base. But a number of notes showing continued use of cement increase every the year. So with that's necessary option new as replacement or as material add concrete cement binding to pavement flexible (*flexible Pavement*). Objective from study This For know how much big influence addition ash (*incinerator*) to mark strong press *Cement Treated Base (CTB)*. Method study This use method Experiments carried out in the Laboratory Technique Civil

University Musamus. Study This designed with use mixture ash (*incinerator*) as material plus with variations, 0%, 5%, 10%, 15% as well use variation cement content 5%. Results testing strong press *Cement Treated Base (CTB)*, which is obtained from each object test namely, $Bu_1=5.468\text{MPa}$, $Bu_2=5.091\text{MPa}$, $Bu_3=4.902\text{MPa}$, $Bu_4=4.808\text{MPa}$. Based on results research, then can concluded that the more Lots addition ash (*incinerator*) so mark strong press the obtained the more decrease. However on addition levels of 5%, 10%, and 15% for addition ash (*incinerator*) test strong he stressed can fulfil condition strong press *Cement Treated Base (CTB)*, reviewed Based on specification Build Genus 2018. Amounting to 45Kg/m^2 - 55Kg/m^2 , in curing 7 days.

Keywords: *Cement Treated Base (CTB)*, Ash (*Incinerator*), Strong Press

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan salah satu infrastruktur utama yang sangat penting dalam menunjang pergerakan manusia[1]. Oleh karena itu membutuhkan pemeliharaan, atau rehabilitasi dan rekonstruksi agar kondisi jalan tetap aman dan nyaman, untuk memberikan pelayanan terhadap lalu lintas kendaraan[2]. Seiring dengan kepadatan lalu lintas yang terus meningkat di Kabupaten Merauke Provinsi Papua Selatan, maka diperlukan adanya infrastruktur jalan dan perencanaan lapis perkerasan yang baik.[3] Seperti lapisan permukaan, lapisan pondasi atas, dan lapisan pondasi bawah, salah satunya *Cement Treated Base (CTB)*[4]-[5]

Salah satu upaya untuk memperbaiki kerusakan jalan adalah dengan pengembangan (*Technology Recycle*) atau mendaur ulang, terhadap perkerasan jalan dan stabilisasi tanah dasar[6]. Dalam hal ini khususnya laboratorium pengujian beton Teknik Sipil Universitas Musamus, terdapat banyak limbah hasil pengujian yang terbuang[7]. Untuk memanfaatkan limbah beton tersebut peneliti memanfaatkannya sebagai bahan pengganti agregat kasar (kerikil), dan agregat halus (pasir), pada penelitian *Cement Treated Base (CTB)* ini[8].

Terlepas dari penggunaan material di atas. Semen juga merupakan salah satu bahan yang sangat penting dalam pembuatan *Cement Treated Base (CTB)* ini, Tetapi beberapa catatan menunjukkan penggunaan semen terus meningkat setiap tahunnya.[9] Maka dengan itu di perlukan

opsi baru sebagai pengganti ataupun sebagai bahan tambah semen yang bersifat mengikat terhadap perkerasan lentur (*flexible Pavement*)[10]-[11].

Berdasarkan hal tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian ini dengan mengambil judul, "Kajian Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Material *Cement Treated Base (CTB)*, Dengan Menggunakan Abu (*Incinerator*) Sebagai Bahan Tambah".

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Musamus, yang disesuaikan dengan ketentuan yang telah distandarkan sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

2.1 Material

Material agregat halus dan agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini, berasal dari limbah beton yang dapat dihaluskan sebagai pengganti agregat pasir dan kerikil, sedangkan abu batu yang digunakan berasal dari Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah, juga abu (*incinerator*), yang digunakan berasal dari (RSUD) Merauke, Provinsi Papua Selatan.

Material yang telah diambil tersebut maka selanjutnya akan dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanis. Pada pengujian sifat fisis dilakukan beberapa pengujian berupa kadar air agregat, kadar lumpur agregat, berat jenis agregat, serta analisa saringan agregat, serta pemeriksaan gradasi kelas A sebagai syarat untuk lolos klasifikasi yang telah ditentukan.

2.2 Pelaksanaan pengujian

Pengujian-pengujian sifat fisis Agregat ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana karakteristik dari setiap agregat material yang digunakan yang dilakukan meliputi kadar air agregat, kadar lumpur agregat, berat jenis agregat, serta analisa saringan agregat, serta pemeriksaan gradasi kelas A. Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan cara membuat sampel dari hasil setelah itu dilakukan perencanaan campuran, kemudian dicetak dengan cara pemadatan standar.

Pengujian sifat mekanis dilakukan pengujian kuat tekan yang merupakan salah satu cara untuk mengetahui kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)*. Nilai kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)*, didapat dari pembacaan mesin tekan beton. Sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian sifat fisis material

a. Kadar air

Kadar air merupakan pengujian kadar air yang menggunakan tiga jenis sampel agregat yang sama. Dari hasil pengujian tersebut dapat diambil rata-rata kadar air agregat, sehingga dapat disimpulkan bahwa agregat yang berasal dari limbah beton sebagai material pengganti agregat

kasar dan agregat halus, dan juga abu batu yang berasal dari kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah, ialah untuk nilai kadar air agregat halus sebesar 2,12%, agregat kasar sebesar 0,63% dan abu batu sebesar 4,74%.

b. Kadar lumpur

Kadar lumpur merupakan pengujian kadar lumpur yang menggunakan tiga jenis sampel agregat yang sama. Dari hasil pengujian tersebut dapat diambil rata-rata kadar lumpur agregat, sehingga dapat disimpulkan bahwa agregat yang berasal dari limbah beton sebagai material pengganti agregat kasar dan agregat halus, dan juga abu batu yang berasal dari kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah, ialah untuk nilai kadar lumpur agregat halus sebesar 1,61%, agregat kasar sebesar 1,10% dan abu batu sebesar 2,35%.

c. Berat jenis dan penyerapan

Pengujian berat jenis dan penyerapan ini dilakukan dengan tiga jenis sampel dari masing-masing agregat yang telah disiapkan. Sehingga diperoleh rata-rat nilai berat jenis dan penyerapan untuk agregat halus 2,871gr/cm³ dan 4,003%, agregat kasar sebesar 2,737gr/cm³ dan 0,333%, dan abu batu diperoleh sebesar 2,798gr/cm³ dan 4,531%.

d. Analisa saringan

Analisa saringan merupakan pengujian jenis butiran agregat dengan memperhitungkan persentase lolos saringan dari agregat tersebut, sehingga diperoleh hasil untuk nilai Modulus Halus Butir (MHB) agregat halus sebesar 5,299 dan masuk ke dalam zona 1 pasir kasar, pada agregat kasar nilai Modulus Halus Butir (MHB) sebesar 4,156 serta masuk dalam ukuran butiran 38,14,76mm, dan untuk abu batu nilai Modulus Halus Butir (MHB) sebesar 5,724 dan masuk dalam zona 1 pasir kasar.

e. Rekapitulasi pengujian

Pengujian sifat fisis adalah sebagai pertimbangan untuk merencanakan dan melaksanakan pembangunan suatu konstruksi. Pengujian sifat fisis agregat ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Musamus. Dari hasil pengujian sifat fisis agregat didapatkan nilai-nilai berikut:

- Agregat halus (Pasir)

Agregat halus merupakan agregat yang di dapat dari hasil pelapukan batuan secara alami atau dengan kata lain agregat halus (Pasir) yang di hasilkan dari pecahan batu yang semua butirannya menembus ayakan dengan lolos saringan 4,75mm. Untuk mengetahui kualitas dari agregat halus tersebut, perlu adanya melakukan pengujian sifat fisis dari agregat halus, seperti pengujian kadar air, kadar lumpur, berat jenis, penyerapan, dan analisa

saringan. Maka dari hasil pengujian sifat fisis tersebut didapatkan hasil pengujian sifat fisis agregat halus seperti terlihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Uji fisis pasir

No	Pengujian	Simbol	Nilai	Satuan
1	Kadar Air	W	2,12	%
2	Kadar Lumpur	KL	1,61	%
3	Berat Jenis	-	2,871	gr
4	Penyerapan	-	4,003	%
5	Analisa Saringan	FM	5,299	-

- Abu batu

Abu batu adalah material konstruksi dari agregat buatan yang merupakan hasil olahan batu pecah menggunakan alat stone crusher. Abu batu bertekstur butiran halus, tajam dan berwarna abu-abu. Memiliki sifat yang awet, keras dan unsur *pozzolan*. Untuk mengetahui kualitas dari abu batu tersebut, perlu adanya melakukan pengujian sifat fisis dari abu batu, seperti pengujian kadar air, kadar lumpur, berat jenis, penyerapan, dan analisa saringan. Maka dari hasil pengujian sifat fisis tersebut didapatkan hasil pengujian sifat fisis abu batu seperti terlihat pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Uji fisis abu batu

No	Pengujian	Simbol	Nilai	Satuan
1	Kadar Air	W	4,74	%
2	Kadar Lumpur	KL	2,35	%
3	Berat Jenis	-	2,798	gr
4	Penyerapan	-	4,531	%
5	Analisa Saringan	FM	5,724	-

- Agregat kasar (Kerikil)

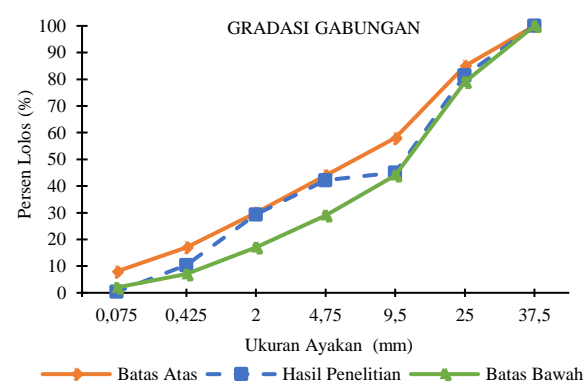
Agregat kasar merupakan agregat kasar (kerikil) sebagai hasil dari disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang di peroleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5mm sampai 40mm. Fraksi agregat kasar adalah agregat yang tertahan saringan No.4mm sampai 4,75mm. Untuk mengetahui kualitas dari agregat kasar tersebut, perlu adanya melakukan pengujian sifat fisis dari agregat kasar, seperti pengujian kadar air, kadar lumpur, berat jenis, penyerapan, dan analisa saringan. Maka dari hasil pengujian sifat fisis tersebut didapatkan hasil pengujian sifat fisis agregat kasar seperti terlihat pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Uji fisis kasar

No	Pengujian	Simbol	Nilai	Satuan
1	Kadar Air	W	0,63	%
2	Kadar Lumpur	KL	1,10	%
3	Berat Jenis	-	2,737	gr
4	Penyerapan	-	0,333	%
5	Analisa Saringan	FM	4,156	-

3.2 Gradasi gabungan untuk agregat kelas A

Pada penelitian ini agregat kelas A yang digunakan untuk *Cement Treated Base (CTB)*, di dapat grafik gabungan dari hasil masing-masing pengujian sifat fisis material sebagai berikut:



Gambar 1. Gradasi gabungan.

Hasil perhitungan didapat penggunaan 55% agregat kasar (kerikil), 15% abu batu, dan 30% untuk agregat halus (pasir) telah memenuhi standar gradasi kelas A.

3.3 Komposisi campuran *Cement Treated Base (CTB)* kadar semen 5%

Setelah dilakukan perhitungan diperoleh komposisi untuk campuran *Cement Treated Base (CTB)* dengan menggunakan kadar semen 5% dengan bahan tambah abu (*incinerator*) sebagai variasi.

Tabel 4. *Rekab (Mix Design) Cement Treated Base (CTB)*, untuk kadar semen 5%

Agregat	Kadar Abu (<i>Incinerator</i>)			
	0%	5%	10%	15%
Agregat Kasar (Kg)	20,889	20,889	20,889	20,889
Abu Batu (Kg)	5,697	5,697	5,697	5,697
Agregat Halus (Kg)	11,394	11,394	11,394	11,394
Air (Liter)	3,262	3,262	3,262	3,262
Semen (Kg)	1,899	1,804	1,709	1,614
Abu (<i>Insinirator</i>) (Kg)	0,000	0,095	0,190	0,285

Berdasarkan rencana komposisi campuran yang telah direncanakan dalam table 4, diperoleh hasil pengujian kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)*, pada umur 7 hari seperti yang disajikan dalam tabel 5.

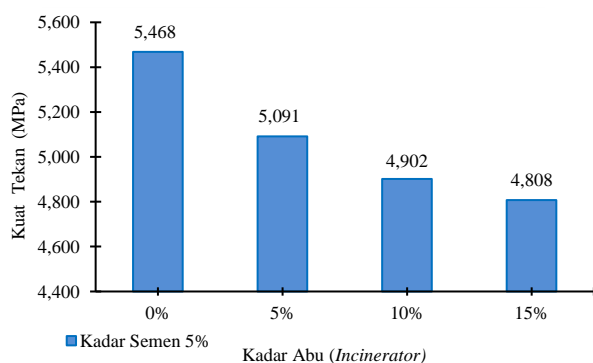
3.4 Hasil uji kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)* dengan kadar semen 5%

Perhitungan kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)*, menggunakan persamaan 1, sebagai berikut. Maka didapat hasil perhitungan:

$$\begin{aligned} f'_c &= \frac{96,667 \text{ KN}}{176,786 \text{ cm}^2} \\ &= 0,546801 \text{ KN/cm}^2 \\ &= 0,546801 \times 101,972. \\ &= 55,758427 \text{ Kg/cm}^2 \\ &= 0,54681 \times 10 = 5,47 \text{ Mpa.} \end{aligned}$$

Tabel 5. Hasil pengujian kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)*, dengan kadar semen 5% dan kadar abu (*incinerator*), 0%,5%,10%,15%

KADAR SEMEN 5%							
Kadar (AI)	Luas (cm ²)	Berat Sampel (Kg)	Beban (KN)	Beban (KN)	Kuat Tekan (KN/cm ²)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan (mpa)
0%	176,786	12,30	95				
	176,786	13,00	100	96,667	0,547	55,7584	5,468
	176,786	12,70	95				
5%	176,786	11,60	80				
	176,786	12,00	95	90,000	0,509	51,913	5,091
	176,786	12,00	95				
10%	176,786	11,50	90				
	176,786	11,50	85	86,667	0,490	49,9903	4,902
	176,786	11,50	85				
15%	176,786	12,10	85				
	176,786	12,10	85	85,000	0,481	49,029	4,808
	176,786	12,10	85				



Gambar 2. Hasil uji kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)*, dengan kadar semen 5% menggunakan variasi abu (*incinerator*), 0%,5%,10%,15%.

Berdasarkan gambar 2. di atas didapat nilai kuat tekan rata-rata *Cement Treated Base (CTB)*, pada pemeraman 7 hari, diperoleh nilai kuat tekan *cement trated base (CTB)*, dengan kadar semen 5% tanpa menggunakan abu (*incinerator*) pada $Bu_1 = 5,468 \text{ MPa}$, sedangkan dengan menggunakan variasi abu (*incinerator*) didapatkan nilai untuk $Bu_2 = 5,091 \text{ MPa}$, $Bu_3 = 4,902 \text{ MPa}$, $Bu_4 = 4,808 \text{ MPa}$.

Hasil yang di dapatkan nilai kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)*, dengan kadar semen 5% dengan variasi abu (*incinerator*), 0%,5%,10%,15% semuanya masuk syarat yang ditetapkan, yaitu sebesar 45 Kg/m^2 sampai 55 Kg/m^2

atau $4,413 \text{ MPa}$ sampai $5,394 \text{ MPa}$, pada pemeraman 7 hari. Berdasarkan spesifikasi bina marga 2018.

Uraian di atas menunjukkan bahwa, penggunaan material limbah beton dengan kadar semen 5%, dan variasi abu (*incinerator*), 0%,5%,10%,15%, dari hasil uji kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)*, yang didapat hasilnya malah menurun, mulai dari Bu_1 sampai Bu_4 pada saat penambahan kadar abu (*incinerator*), 0%,5%,10%,15%, di setiap benda uji. Akan tetapi dari hasil tersebut masih berada dalam batas yang ditentukan, yaitu sebesar 45 Kg/m^2 sampai 55 Kg/m^2 atau $4,413 \text{ MPa}$ sampai $5,394 \text{ MPa}$, pada pemeraman 7 hari. Berdasarkan spesifikasi bina marga 2018. Untuk pembuatan *Cement Treated Base (CTB)*, pada lapisan dasar perkerasan jalan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)*, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan kadar semen 5% dan kadar abu (*incinerator*) 0%,5%,10%,15%, yang digunakan pada setiap benda uji didapat hasilnya malah menurun, pada saat penambahan kadar abu (*incinerator*), 0%,5%,10%,15%, namun kuat tekan tersebut masih berada dalam batas yang di tentukan yaitu sebesar 45 Kg/m^2 sampai 55 Kg/m^2 atau $4,413 \text{ MPa}$ sampai $5,394 \text{ MPa}$, untuk pembuatan *Cement Treated Base (CTB)*, pada pemeraman 7 hari. Berdasarkan spesifikasi bina marga 2018.

Hal ini dapat dilihat dari variasi pengujian kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)*, pada pemeraman 7 hari. Penggunaan kadar semen 5% dengan menggunakan variasi kadar abu (*incinerator*), 0%,5%,10%,15%, dengan nilai kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)*, pada Bu_1 yaitu, = $5,468 \text{ MPa}$, $Bu_2 = 5,091 \text{ MPa}$, $Bu_3 = 4,902 \text{ MPa}$, dan $Bu_4 = 4,808 \text{ MPa}$.

REFERENSI

- [1]. Uu saepudin, "Kajian Penggunaan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran *Cement Treated Base (CTB)*, Untuk Lapis Pondasi Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)", 2019.
- [2]. R. K. Lukman, "Pengaruh Variasi Gradasi Pada Agregat Terhadap Nilai Kuat Tekan *Cement Treated Base (CTB)*", 2018.
- [3]. A. Nusantara, N. Alami, "Analisis Kekuatan *Cement Treated Base (CTB)*, dengan Bahan Tambah (*Zat Aditif*) Menggunakan Variasi Kandungan Tanah." 2018.
- [4]. "Perencanaan Campuran Lapis Pondasi Agregat Semen *Cement Treated Base (CTB)* Berdasarkan spesifikasi Bina Marga 2018 (*Quarry Noefefan District Oe-Cusse Timor-Leste*)."
- [5]. Harry Patmadjaja, "Dkk, Penelitian Pendahuluan Penggunaan Benda Uji Kubus Beton Pada Perkerasan Lentur *Type Cement Treated Base (CTB)* Volume 3 No. 1," 2001.
- [6]. Desi Putri, Rr. Mekar Ageng Kinasti, "Pemanfaatan Limbah Abu Pembakaran Sampah *Non Organik* Sebagai Bahan Substitusi Pasir Pada Pembuatan *Paving Block*," 2019.

-
- [7]. Mahmud Rekarifin, “Pengaruh Penggunaan (*Mineral Lokal Zeolit*) Alam Terhadap Karakteristik (*Self-Compacting Concrete*),” 2014.
 - [8]. SNI 03-1968-1990, “Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Dan Kasar,” 1990.
 - [9]. SNI 03-1971-1990, “Metode Pengujian Kadar Air Agregat,” 1990.
 - [10]. SNI 03-1970-1990, “Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus,” 1990.
 - [11]. SNI 03-2847-2002, “Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung,” 2002.