

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Dasar Teori

##### 2.1.1 *Cement Treated Base*

*Cement-Treated Base* (CTB) adalah campuran antara agregat kelas A dengan semen *portland* dan air sampai padat dan dirawat. CTB merupakan bahan untuk lapis pondasi (*Base Course*) pada perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan merupakan pengembangan dari struktur *soil cement* atau agregat semen (Pamadjaja, 2001). Penggunaan CTB dapat memberikan ketahanan dan kekuatan yang lebih (Muldiyanto, 2021).



**Gambar 2. 1** *Cement-Treated Base (CTB)*

Sumber : Google (2023)

*Cement Treated Base* memiliki berbagai kegunaan karena proses pencampuran dapat dilakukan ditempat pengecoran maupun di *batching plants*. Jika proses pencampuran dilakukan ditempat, CTB dapat langsung dipadatkan, sedangkan apabila proses pencampuran dilakukan di *batching plants*, setelah proses mobilisasi dilanjutkan proses penuangan ke objek pengecoran lalu dipadatkan.

Beton CTB berada di atas lapisan *subgrade* atau *subbase* yang sudah dipadatkan (Sylvia, 2022). Proses pengaplikasian CTB setelah CTB terhampar dan memadat, di atasnya kemudian diberi lapisan *wearing course* berupa aspal atau beton semen untuk membentuk

struktur lapisan perkerasan. Beton CTB bisa digunakan untuk lapis pondasi atas perkerasan jalan tol, jalan raya umum, area parkir, bandar udara, gudang dan beberapa tempat lainnya.

Beberapa cara untuk mendapatkan kepadatan CTB dengan kepadatan maksimum yaitu jumlah agregat/ material granular dicampur semen portland dan air dengan jumlah yang tepat dan cukup (Muldiyanto, 2021). CTB kemudian dirawat untuk menghindari hidrasi dan memperkuat campuran antara semen dan agregat. Kontrol dasar yang dilakukan untuk mengetahui kualitas CTB di antaranya, kadar semen yang tepat, kadar air yang memadai, campuran secara menyeluruh, pemadatan yang baik dan perawatan yang tepat.

Berdasarkan Spesifikasi Umum 2018, *Mix Design Cement Treated Base* (CTB) menggunakan bahan – bahan yang digunakan untuk pembuatan *Mix Design* :

- a. Semen *Portland*, secara umum komponen utama dalam pembuatan semen adalah oksida kapur ( $CaO$ ), oksida silika ( $SiO_2$ ), oksida alumina ( $Al_2O_3$ ), dan oksida besi ( $Fe_2O_3$ ). Selain itu semen juga mengandung oksida magnesium ( $MgO$ ), oksida alkali ( $Na_2O$  dan  $K_2O$ ), oksida titan ( $TiO_2$ ), oksida fosfor ( $P_2O_5$ ), serta gipsium atau kalsium sulfat ( $CaSO_4.2H_2O$ ) (Botahala & Pasae, 2020).
- b. Agregat kasar dan Agregat halus, Agregat kasar berupa campuran batu kerikil dengan berbagai ukuran yang hamper sama satu sama lain dan untuk agregat halus berupa pasir.
- c. Air yang digunakan dalam pembuatan beton tentunya air bersih yang tidak tercampur dengan bahan atau senyawa lain.

Karakteristik CTB yang menyerupai struktur plat beton memiliki perbedaan dengan lapisan perkerasan yang menggunakan material *granular* saja, di mana lapisan tersebut akan gagal ketika *interlocking* antar agregat hilang. Hal ini terjadi pada *subgrade* yang basah kemudian dibebani oleh lalu lintas. Dikarenakan CTB lebih

kaku dan keras, secara praktik akan lebih tahan terhadap kerusakan akibat pembekuan, hujan, dan cuaca. Salah satu keunggulan dari CTB adalah secara berkelanjutan akan bertambah kekuatannya seiring bertambahnya umur meskipun dibebani oleh beban lalu lintas.

### 2.1.2 Cangkang Kerang Hijau

Kerang hijau memiliki nama latin *Perna Viridis*. Kerang hijau mempunyai anatomi dengan panjang tubuh 6 sampai dengan 8 cm dan diameter 1 sampai 2 cm. Ciri khas fisik kerang hijau dibanding dengan jenis kerang lainnya terletak pada warna cangkang yang memperlihatkan gradasi warna hijau gelap ke gradasi warna hijau cerah (Asikin, 1982).



**Gambar 2. 2** Cangkang Kerang Hijau

*Sumber : Dokumen peneliti (2023)*

Keberadaan kerang di wilayah pesisir Indonesia sangat melimpah, khususnya di daerah yang penduduknya memiliki mata pencaharian sebagai nelayan (Anisah, 2019). Kerang ketika sudah dimanfaatkan dagingnya untuk dikonsumsi oleh manusia akan menghasilkan limbah berupa kulit atau cangkangnya yang keras. Pada umumnya, limbah cangkang kerang digunakan untuk berbagai kerajinan. Namun selain itu juga dapat dimanfaatkan untuk hal lain. Berdasarkan penelitian, cangkang kerang hijau memiliki kandungan yang berisi  $CaCO_3$ ,  $CaPO_4$ ,  $Ca(HCO_3)_2$ ,  $Ca_3S$  dan kalsium.

Tetapi jika cangkang kerang hijau dipanaskan pada suhu 700-900° C akan menghasilkan senyawa  $CaO$  sebesar 46,47% sampai dengan 53,6% (Anisah, 2019) yang memiliki kesamaan senyawa dengan kandungan senyawa pada semen, sehingga nantinya dapat

digunakan untuk substitusi semen dengan abu limbah cangkang kerang.

### 2.1.3 POFA (*Palm Oil Fuel Ash*)

Indonesia dikenal dengan salah satu negara penghasil kelapa sawit. Pulau Kalimantan merupakan pulau yang dikenal sebagai produsen kelapa sawit terbesar di Indonesia. Kelapa sawit dapat dimanfaatkan salah satu yang paling umum adalah untuk minyak goreng maupun produksi lainnya (Maskan, 2003).



*Gambar 2. 3 Palm Oil Feul Ash*

*Sumber : Dokumen peneliti (2023)*

Limbah cangkang kelapa sawit menjadi salah satu masalah bagi industri minyak kelapa sawit dan akan terus bertambah setiap tahunnya. Permasalahan tersebut bisa diatasi atau dikurangi dengan cara memanfaatkan limbah cangkang kerang yang sudah menjadi abu untuk dijadikan sebagai campuran substitusi pengganti semen pada mix design pembuatan beton (Lestari, 2022).

Hal ini dikarenakan POFA dapat digunakan sebagai bahan *pozzolan*, yaitu bahan halus yang mengandung silika dan alumina yang dapat bereaksi dan membentuk bahan semen (ASTM, 2001). Selain itu POFA juga memiliki kandungan berupa silikon dioksida yang tinggi. POFA dengan kehalusan yang tinggi dengan  $d_{50} = 10.1$  adalah material reaktif *pozzolonic* yang bisa digunakan untuk membuat beton dengan mutu tinggi (Sata, 2004).

**Table 1.1** Unsur Kimia POFA

NO	Unsur Kimia	Presentase (%)
1	Silikca dioksida ( $SiO_2$ )	64,36
2	Alumunium oksida ( $Al_2O_3$ )	4,36
3	Besi oksida ( $Fe_2O_3$ )	3,41
4	Kalsium oksida ( $CaO$ )	7,92
5	Magnesium oksida ( $MgO_2$ )	4,58
6	$SO_3$	0,04
7	$K_2$	5,57

Sumber : Yuliana Rizki (2013)

## 2.2 Penelitian Terdahulu

Penulisan penelitian ini mengacu pada Spesifikasi Umum 2018 tentang Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan, serta penelitian terdahulu yang berisi mengenai pemanfaatan limbah cangkang kerang hijau dan POFA dalam penerapannya di lingkup Teknik Sipil sebagai referensi dan acuan.

**Tabel 2. 1** Penelitian Terdahulu

NO	JUDUL	PENELITI	TAHUN	TUJUAN	METODE	HASIL
1	PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG HIJAU DENGAN VARIASI SUHU PEMBAKARAN SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN PADA PEMBUATAN BETON	Julia Widia Nika, Anisah, Sittati Musalamah	2019	untuk mencari suhu terbaik yang seharusnya digunakan pada saat proses pembakaran cangkang kerang agar mendapatkan kandungan kimia pada abu cangkang kerang agar menyerupai kandungan kimia pada semen secara optimal.	Metode penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Benda uji yang akan digunakan merupakan beton berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang dibuat dengan mengganti 10% semen dari semen total dengan abu cangkang yang kerang yang dibakar dengan suhu 700°C, 800°C dan 900°C.	Berdasarkan Penggantian 10% berat semen dengan abu cangkang kerang hijau yang dibakar dengan suhu 700°C, 800°C dan 900°C pada umur 28 hari menghasilkan kuat tekan maksimum pada suhu pembakaran 700°C. Kuat tekan beton dengan abu cangkang kerang suhu pembakaran 700°C, 800°C dan 900°C berturut turut adalah 20,53; 16,76 dan 19,74. Sedangkan kuat tekan beton normal adalah 20,18. Kuat tekan optimum terdapat pada penggunaan abu cangkang kerang dengan suhu pembakaran 700°C.
2	KARAKTERISTIK FISIS DAN MEKANIS ABU SAWIT (PALM OIL FUEL ASH) DALAM GEOTEKNIK	Rizqi Yuliana, Muhardi, Ferry fatnanta	2017	Untuk mengetahui pengaruh perilaku mekanis POFA dalam geoteknik akibat adanya masa pemeraman selama 0, 7 dan 28 hari.	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental	POFA mengandung SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , dan CaO dengan persentase kandungan berturut-turut 64,36 %, 4,36 %, 3,41 %, dan 7,92 %. POFA tergolong ke dalam kategori bahan pozzolan tipe F

NO	JUDUL	PENELITI	TAHUN	TUJUAN	METODE	HASIL
3	PENGARUH VARIASI KADAR SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON <i>CEMENT TREATED BASE</i> (CTB)	Agus Muldiyanto, Purwanto, Edo Wigma, M Bagus S	2021	<p>Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian adalah:</p> <p>1) Menganalisis perbandingan Cement Treated Base (CTB) dengan quarry Semen Gresik, Batu Pecah 1-2, 2-3, 3-5 Ex. Lokal Gringsing, Fan Agregat Ex. Lokal Jepara.</p> <p>2) Mengetahui proporsi kadar semen pada Cement Treated Base (CTB), dengan quarry Semen Gresik, Batu Pecah 1-2, 2-3, 3-5 Ex. Lokal Gringsing, Fan Agregat Ex. Lokal Jepara.</p> <p>3) Mengetahui kuat tekan beton setelah dilakukan di uji dengan mesin tekan sesuai yang disyaratkan pada 45 – 55 kg/cm<sup>2</sup>.</p>	Metode pelaksanaan yang digunakan adalah metode analisis dan eksperimental	<p>Dari analisa Uji Bahan Bangunan yang telah dilakukan terhadap Cement Treated Base (CTB) dengan variasi rencana yang dilakukan dengan menggunakan bahan Semen Gresik, Batu Pecah 1-2, 2-3, 3-5 Ex. Lokal Gringsing, Fan Agregat Ex. Lokal Jepara bahwa Melalui pembuatan benda coba bentuk Silinder d : 15 cm t : 30 cm sebanyak 20 buah dengan variasi semen 3%, 4.5%, 6%, 7.5%, didapat dengan hasil yang paling efektif digunakan pada variasi tambahan semen yaitu 4,5 persen dengan hasil rata rata kuat tekan 47.51 kg/cm<sup>2</sup> . dengan hasil yang lebih hemat dan efisien sesuai dengan spesifikasi 45 – 55 kg/cm<sup>2</sup>.</p>
4	FLY ASH UTILIZATION ANALYSIS AS A SUBSTITUTE OF CEMENT IN CEMENT TREATED BASE	Utami Sylvia Lestari, Yasruddin, Fauzi Rahman	2022	Untuk menentukan karakteristik campuran Cement Treated Base (CTB) sebagai lapis pondasi jalan dengan bahan Fly Ash	Metode Pelaksanaan yang digunakan menggunakan metode eksperimental	Berdasarkan penelitian, Jika semakin banyak Fly Ash yang digunakan dalam suatu campuran CTB maka kuat tekan beton semakin menurun.

Sumber : Google Scholar (2023)

### 2.3 GAP Penelitian

Penelitian ini berfokus pada pemanfaatan limbah cangkang kerang hijau dan limbah cangkang kelapa sawit (POFA) sebagai substitusi campuran *Cement Treated Base* pada lapis pondasi atas. Mengacu pada penelitian sebelumnya yang mengatakan bahwa cangkang kerang hijau memiliki kandungan zat kapur ( $CaO$ ) sebesar 53,6% namun tidak memiliki kandungan silika dioksida ( $SiO_2$ ). Sedangkan POFA memiliki kandungan silika dioksida ( $SiO_2$ ) tinggi yaitu 64,36% namun hanya memiliki kandungan zat kapur ( $CaO$ ) rendah hanya 7,92%. Hal tersebut dapat dikombinasikan untuk saling melengkapi sebagai bahan substitusi semen pada lapis pondasi atas CTB. Sebab persentase pada kedua bahan tersebut jika dikombinasikan akan memiliki kandungan senyawa yang sama dengan kandungan senyawa pada semen (Rizqi Yuliana, 2017).