

Analisis Kekuatan *Cement Treated Base (CTB)* dengan Bahan Tambah *Zat Aditif Menggunakan Variasi Kandungan Tanah*

Agung Nusantoro^{1*}, Nurmansyah Alami², Nurkholis³

¹⁾ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo

²⁾ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo

³⁾ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo

Email : dermopawiro@gmail.com

Abstrak

Keywords:

Pondasi Jalan;

Cement Treated Base (CTB); soil stabilizer

Perbaikan struktur jalan yang rusak membutuhkan material alam yang tidak sedikit jumlahnya, sehingga perlu mempertimbangkan dengan menggunakan material yang ada atau dengan kata lain mendaur ulang material dari struktur jalan yang sudah rusak. Dengan cara daur ulang (recycling) bongkaran material dari struktur jalan yang rusak, dengan demikian akan banyak menghemat sumber daya alam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan CTB untuk lapis pondasi atas jalan dengan menggunakan bahan tambah (soil stabilizer) dan variasi kandungan tanah dan pasir. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Dengan menentukan kadar air optimum dan komposisi campuran. Dalam menggunakan kadar air optimum di dapat dari trial pembuatan CTB dengan prosentase kadar air yang diperoleh nilai kadar optimumnya adalah 8%. Hasil nilai kuat tekan rata-rata CTB umur 7 hari dengan bahan tambah zat aditif pada prosentase kandungan tanah 10%, pasir 30% = 56,406 kg/cm², kandungan tanah 20%, pasir 25% = 53,680 kg/cm², kandungan tanah 30%, pasir 20% = 42,909 kg/cm², kandungan tanah 40%, pasir 15% = 31,443 kg/cm², dan kandungan tanah 50%, pasir 10% = 28,714 kg/cm², dari ke-5 hasil nilai kuat tekan rata-rata CTB pada prosentase kandungan tanah 10%, pasir 30% dan kandungan tanah 20%, pasir 25% nilai kuat tekan rata-rata di atas 45 kg/cm² sebagaimana yang disyaratkan, sehingga CTB pada prosentase kandungan tanah 10%, pasir 30% dan kandungan tanah 20%, pasir 25% sesuai Spesifikasi Departemen Pekerjaan Umum 2010 : DIVISI 5 – perkerasan berbutir dan beton semen dan dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas jalan

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan sarana yang menghubungkan antar wilayah atau daerah berupa sebuah struktur yang dapat dilalui di atasnya. Struktur jalan dirancang untuk dapat menahan beban di atasnya dan diteruskan kebawah sampai dengan tanah dasarnya. Sebuah jalan dirancang tidak hanya kuat tetapi juga harus nyaman bagi penggunaannya.

Perkerasan jalan merupakan suatu bagian struktur dari jalan yang diperkeras dengan lapisan konstruksi tertentu yang memiliki ketebalan, kekakuan, kekuatan dan kestabilan tertentu sehingga mampu menahan beban lalu lintas yang melintas di atasnya dan meneruskan ke lapisan tanah dasar.

Dalam Pembangunan jalan sering kali ditemui juga pekerjaan jalan yang mengalami kerusakan atau kehancuran sebelum masa pelayanan berakhir. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu : keadaan tanah dasar yang tidak stabil, beban lalu lintas yang sudah melewati kapasitas perencanaan, serta iklim maupun cuaca yang mempengaruhi

daerah tersebut. Perkerasan jalan diletakkan di atas tanah dasar, dengan demikian secara keseluruhan mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan tak lepas dari tanah dasar.

Pada perkembangan infrastruktur, *Ionic soil stabilizer* merupakan bahan *Additive* yang dapat digunakan untuk pembangunan jalan. Selain itu, *Ionic soil stabilizer* juga dapat digunakan untuk memperkuat struktur tanah, mengisi pori-pori antar partikel tanah, cepat mengering menjadi lapisan yang keras sehingga tanah menjadi padat dan stabil sehingga menyebabkan daya dukung tanah meningkat.

Jumlah material alam yang terbatas akan sangat berpengaruh pada pemeliharaan dan perbaikan sebuah jalan, sehingga diperlukan dengan cara lain untuk dapat menggunakan material sisa struktur jalan yang ada.

Untuk mempertahankan fungsi jalan maka diperlukan pemeliharaan, perbaikan, dan peningkatan jalan. Dalam pelaksanaan pemeliharaan maupun perbaikan jalan membutuhkan material alam yang tidak sedikit jumlahnya, sedangkan jumlah sumber daya alam terbatas dan juga ijin galian material alam sekarang ini tidak mudah. Untuk memecahkan permasalahan tersebut maka material yang ada atau material dari bekas struktur jalan tersebut akan dimanfaatkan lagi dengan menggunakan bahan tambah aditif sehingga dapat digunakan sebagai bahan pembentuk struktur jalan. Dengan demikian penggunaan bahan alam dapat dikurangi dan mempercepat proses dari perbaikan struktur jalan tersebut.

Material sisa struktur jalan yang rusak atau material yang sudah ada biasanya sudah tercampur dengan material lain yaitu berupa tanah ataupun lumpur. Untuk itu diperlukan penelitian untuk mengetahui kekuatan struktur jalan CTB dengan menggunakan material yang ada. Karena material yang ada sudah bercampur dengan tanah maka diperlukan bahan tambah aditif untuk meningkatkan nilai kekuatan dari CTB tersebut. Dengan penelitian ini diharapkan material yang ada atau sisa dari struktur jalan rusak dapat dimanfaatkan atau digunakan lagi sebagai material struktur jalan untuk perbaikan jalan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Brian Rivaldo Purba tentang Uji Kelayakan Agregat Dari Saoka Sorong Barat Sebagai Material Lapis Pondasi Agregat Jalan Raya, mengenai tingkat kelayakan agregat sebagai material lapis pondasi yang memberikan daya dukung yang tinggi, dengan mengetahui nilai *CBR* lapis pondasi kelas A dan B. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa agregat dari daerah Saoka Sorong Barat dapat digunakan untuk lapis pondasi kelas A dan B, nilai *CBR* yang dihasilkan Lapis Pondasi Kelas A dengan nilai *CBR* = 147 % dan Lapis Pondasi Kelas B dengan nilai *CBR* = 123%. Sesuai standar spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2010. Yang menjadi perbedaan dalam penelitian ini adalah dalam pembuatan LPA/LPB tidak menggunakan bahan tambah zat *addictive* dan pengujian yang dilakukan tidak menggunakan uji tekan bebas

Aria Alhadi pada penelitiannya dengan judul Tinjauan Kuat Tekan Beton Terhadap Aplikasi Bahan Aditif Plastiment Vz Dengan Variasi Dosis 0,15%; 0,20%; 0,25% Dari Berat Semen, yang dilakukan di Proyek Geotechnical Improvement At Pemping Gas Station ini untuk mengetahui variasi kandungan dosis yang optimum untuk mutu beton k-250 yang ditinjau dari nilai kuat tekan yang dihasilkan. Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa variasi kandungan dosis yang optimum dari 0,15%; 0,20%; 0,25% untuk mutu beton k-250 yang ditinjau dari nilai kuat tekan adalah (0,15%) dengan kuat tekan yang dicapai 321,88 kg/cm². Yang menjadi perbedaan dalam penelitian ini adalah prosentase variasi tanah dan bahan aditif.

Tujuan dari penelitian untuk mengetahui nilai kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)* untuk lapis pondasi jalan dengan agregat campuran yang sama dan variasi kandungan tanah dan pasir dengan bahan tambah zat aditif (*Difa soil stabilizer*).

2. METODE

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kondisi material dilapangan. Material pembentuk *Cement Treated Base (CTB)* dicampur tanah dengan komposisi 0% s/d 50% dari berat *CTB*, dan juga dicampur pasir dengan komposisi

0% s/d 30% dari berat *CTB*. Rencana variasi campuran penelitian ini dapat dilihat pada tabel Adapun tahapan-tahapan dalam pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Persiapan bahan material yang digunakan untuk penelitian, yaitu:
 - a. pengambilan sample tanah dari Kecamatan Kemiri, Kabupaten Purworejo,
 - b. semen *Portland* tipe 1 (*PPC*) menggunakan semen holcim,
 - c. pengambilan sample pasir dari sungai progo, Kecamatan Galur, Kabupaten Kulon Progo,
 - d. pengambilan Sampel kerikil dari sungai Bogowonto, Kabupaten Purworejo,
 - e. *zat additive (Difa soil stabilizer)*.
2. Pemeriksaan bahan material.
 - a. Pemeriksaan berat jenis pasir.
 - b. Pemeriksaan berat jenis kerikil.
 - c. Pemeriksaan modulus halus butir pasir.
 - d. Pemeriksaan modulus halus butir kerikil.
 - e. Pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir.
 - f. Pemeriksaan agregat kelas A.
3. Perencanaan Campuran

Campuran proporsi *Cement Treated Base (CTB)* dalam penelitian ini menggunakan proporsi agregat kelas A, agregat halus (pasir) dan tanah. Berikut tabel perencanaan campuran (Proporsi Agregat kelas A, Agregat Halus (pasir) dan tanah) berdasarkan berat *CTB* tanpa tanah, pasir dan zat aditif, dengan variasi kandungan tanah yang digunakan adalah 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, dari berat *CTB* dan variasi tambahan pasir yang digunakan adalah 30%, 25%, 20%, 15%, 10% dari berat *CTB*.

Tabel 1.
Perencanaan Campuran

Sample	Kandungan Tanah (%)	Kandungan Pasir (%)	Agregat kelas A (%)	Semen (%)	Soil Stabilizer (%)
1	0	0	100	5	0
2	10	30	60	5	5,3
3	20	25	55	5	5,3
4	30	20	50	5	5,3
5	40	15	45	5	5,3
6	50	10	40	5	5,3

4. Penentuan Pematatan

Benda uji silinder dimeter 15 cm dan tinggi 30 cm dipadatkan dalam 5 lapis, masing-masing lapisan ditumbuk sebanyak 145 tumbukan dengan berat alat penumbuk 4,5 kg dan tinggi jatuh 45 cm. (DPU 2010 : DIVISI 5)

5. Proses Pembuatan Benda Uji

- a. Menakar agregat sesuai dengan komposisi campuran yang telah direncanakan (agregat kasar, agregat halus dan tanah).
- b. Menyiapkan cetakan silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.
- c. Campuran agregat kasar, agregat halus dan tanah ditambahkan 5% semen dari berat agregat. (DPU 2010 : DIVISI 5)
- d. Setelah agregat kasar, agregat halus, tanah dan semen dicampur hingga homogen lalu ditambahkan air dan *Difa soil stabilizer* dengan kadar air optimum yang diperoleh dari pengujian kuat tekan *CTB* berdasarkan variasi kadar air yang telah ditentukan.
- e. Masukkan campuran *Cement Treated Base (CTB)* kedalam cetakan silinder dipadatkan dalam 5 lapis, masing-masing lapisan ditumbuk sebanyak 145 tumbukan dengan berat alat penumbuk 4,5 kg dan tinggi jatuh 45 cm. (DPU 2010 : DIVISI 5)

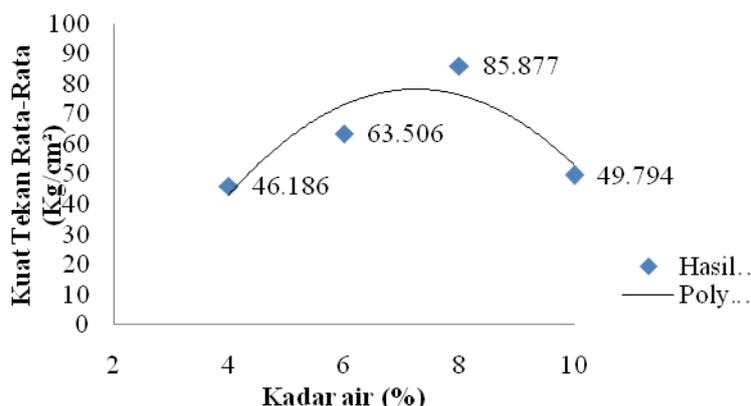
- f. Simpan benda uji di dalam cetakan silinder didalam ruang lembab selama 12 (dua belas) jam atau lebih lama. (DPU 2010 : DIVISI 5)
 - g. Setelah waktu penyimpanan campuran di dalam silinder tercapai keluarkan dari dalam cetakan dan beri kode pada masing-masing benda uji.
 - h. Benda uji untuk pengujian kuat tekan disimpan dan ditutupi karung goni basah selama 7 hari sebelum dilakukan pengujian guna menjaga kondisi benda uji tetap lembab.
6. Pengujian kuat tekan yang dilakukan pada umur 7 hari.
 7. Pengumpulan data hasil pengujian Laboratorium.
 8. Analisa dan kesimpulan.
Menyimpulkan campuran tanah dan pasir yang optimum untuk *CTB* dengan bahan tambah *zat additive*, ditinjau dari nilai kuat tekan yang dihasilkan pada umur 7 hari.
 9. Tempat Penelitian
Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Purworejo, Kecamatan Purworejo, Kabupaten Purworejo,

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Optimum

Dari hasil penelitian diperlukan kadar air optimum yang akan digunakan dan diperoleh nilai kuat tekan *CTB* berdasarkan variasi kandungan air, seperti gambar 1 berikut ini.

Grafik Kuat Tekan Rata-Rata *CTB*



Gambar 1. Grafik Hubungan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata dengan Kadar Air.

Pada penelitian ini kadar air optimum didapat 8% dari berat agregat dengan nilai kuat tekan rata-rata 85.877 kg/cm². Hal ini disebabkan karena air sangat mempengaruhi nilai kuat tekan dan kepadatan *CTB* dalam pembuatan benda uji. Kurangnya penambahan air menyebabkan proses pengikatan semen pada *CTB* kurang maksimal, sehingga nilai kuat tekan yang dihasilkan menurun. Sedangkan terlalu banyak penambahan air akan menyebabkan terpisahnya air semen dari agregat, hal ini mengakibatkan *CTB* keropos dan juga akan mengalami *bleeding* yaitu naiknya air semen keatas permukaan.

Komposisi campuran *Cement Treated Base (CTB)*

Komposisi campuran pembuatan *Cement Treated Base (CTB)* dengan kandungan air 8 % dari berat agregat, dengan variasi kandungan tanah 50 %, 40 %, 30 %, 20 %, dan 10 %, variasi penambahan pasir 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, dan 30 %, dan variasi agregat kelas A 40 %, 45 %, 50 %, 55 % dan 60 %, sehingga total keseluruhan agregat campuran *Cement Treated Base (CTB)* 100 %. Dalam penelitian ini prosentase semen yang digunakan adalah 5 % dari berat agregat dan zat aditif (*Difa soil stabilizer*) yang digunakan 5,3 gram didapat dari perbandingan penggunaan difa 1 kg per 1 m³.

Hasil kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)* Murni

Berdasarkan perencanaan campuran yang telah direncanakan, diperoleh hasil pengujian kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)* pada umur 7 hari seperti yang disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan *Cement Treated Base (CTB)* Murni

No Sampel	Beban (Kg)	Luas Penampang	Kuat Tekan (Kg/Cm ²)	Kuat Tekan Rata-Rata (Kg/Cm ²)
1	15295,500	176,625	86,599	85,877
2	15295,500	176,625	86,599	
3	15805,350	176,625	89,485	
4	14275,800	176,625	80,825	

Hasil Rekap Kuat Tekan Rata-rata

Dari hasil pengujian kuat tekan di laboratorium didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Rekap Hasil Kuat Tekan Rata-Rata *Cement Treated Base (CTB)* Dengan Bahan Tambah Zat Aditif (*Difa Soil Stabilizer*)

No	Tanah (%)	Pasir (%)	Agregat kelas A (%)	Semen (%) dari berat agregat	Air (%) dari berat agregat	Difa (gram) dari volume silinder	Kuat Tekan rata-rata (Kg/cm ²)
1	10	30	60	5	8	5.3	56,406
2	20	25	55	5	8	5.3	53,680
3	30	20	50	5	8	5.3	42,909
4	40	15	45	5	8	5.3	31,443
5	50	10	40	5	8	5.3	28,714

Tabel 4. Rekap Hasil Kuat Tekan Rata-Rata *Cement Treated Base (CTB)* Tanpa Bahan Tambah Zat Aditif (*Difa Soil Stabilizer*)

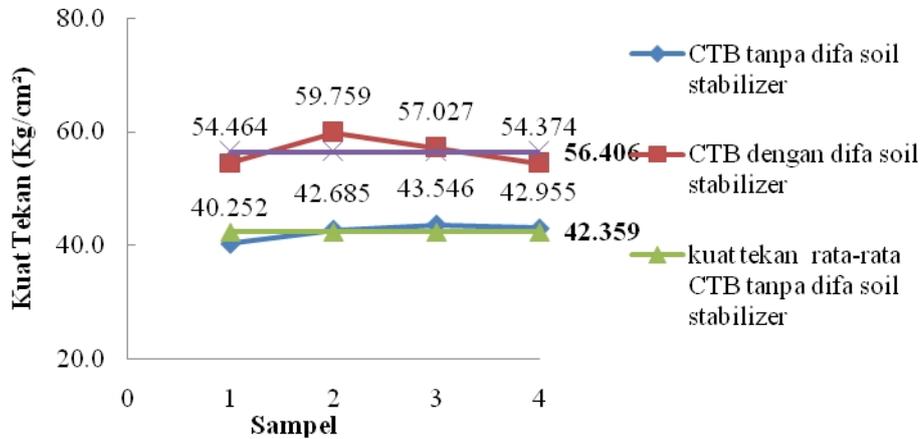
No	Tanah (%)	Pasir (%)	Agregat kelas A (%)	Semen (%) dari berat agregat	Air (%) dari berat agregat	Kuat Tekan rata-rata (Kg/cm ²)
1	10	30	60	5	8	42,359
2	20	25	55	5	8	30,868

Pada tabel 3 merupakan hasil nilai kuat tekan rata-rata *Cement Treated Base (CTB)* dengan bahan tambah zat aditif (*Difa Soil Stabilizer*) pada prosentase kandungan tanah 10%, pasir 30% = 56,406kg/cm², kandungan tanah 20%, pasir 25% = 53,680kg/cm², kandungan tanah 30%, pasir 20 % = 42,909 kg/cm², kandungan tanah 40%, pasir 15% = 31,443 kg/cm², dan kandungan tanah 50% pasir 10% = 28,714 kg/cm².

Untuk mengetahui peningkatan nilai kuat tekan *CTB* dengan zat aditif dan tanpa zat aditif mengambil sampel pada prosentase kandungan tanah 10%, pasir 30% dan kandungan tanah 20%, pasir 25% nilai kuat tekan rata-rata diatas 45 kg/cm² sebagaimana yang disyaratkan Departemen Pekerjaan Umum 2010 : DIVISI 5 sebagai perbandingan peningkatan nilai kuat tekan *CTB* dengan zat aditif dan nilai kuat tekan *CTB* tanpa zat aditif. Perbandingan nilai kuat tekan rata-rata *Cement Treated Base (CTB)* menggunakan zat aditif

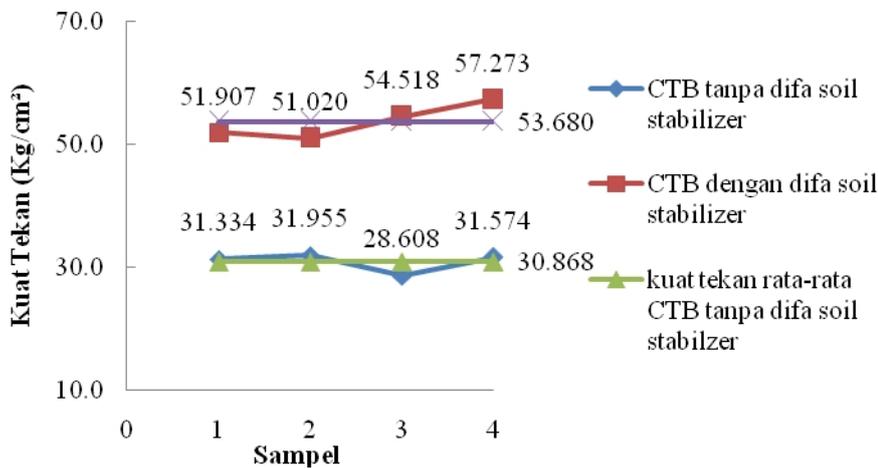
dan tanpa zat aditif pada prosentase tanah 10%, pasir 30 % dan tanah 20%, pasir 25 % dengan kadar air optimum 8% mengalami peningkatan sebesar 33.162 % dan 73.902 %.

Grafik Perbandingan Kuat Tekan CTB



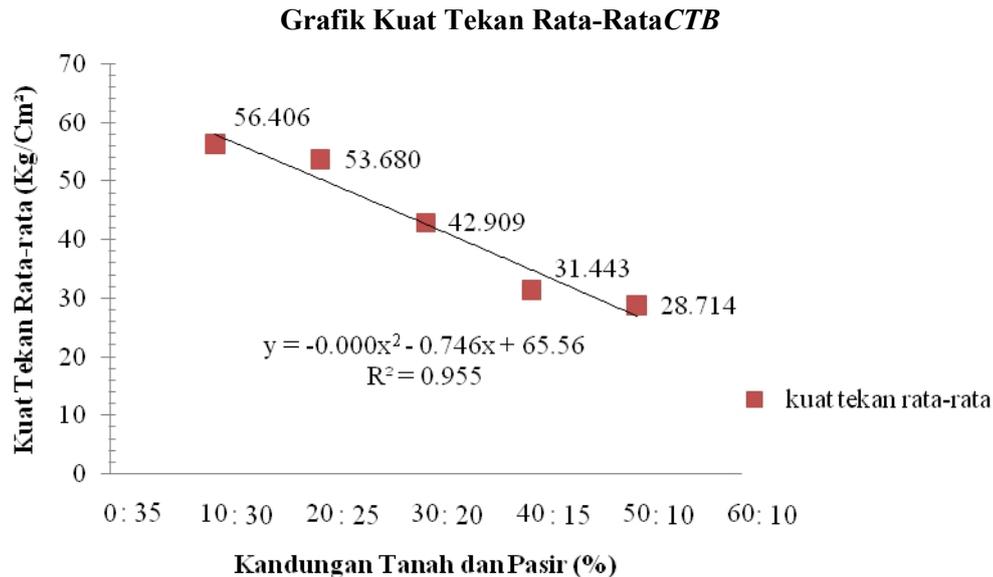
Gambar 2. Grafik Perbandingan *Kuat Tekan Rata-Rata Cement Treated Base (CTB)* Dengan Menggunakan Zat Aditif Dan Tanpa Zat Aditif Pada Prosentase Tanah 10 % dan pasir 30 %.

Grafik Perbandingan Kuat Tekan CTB



Gambar 3. Grafik Perbandingan *Kuat Tekan Rata-Rata Cement Treated Base (CTB)* Dengan Menggunakan Zat Aditif Dan Tanpa Zat Aditif Pada Prosentase Tanah 20 % pasir 25 %.

Dari grafik 2 dan 3 perbandingan nilai kuat tekan rata-rata *Cement Treated Base (CTB)* pada umur 7 hari dengan zat aditif dan tanpa zat aditif pada prosentase tanah 10%, pasir 30 % dan tanah 20%, pasir 25 % dengan kadar air optimum 8% mengalami peningkatan sebesar 33.162 % dan 73.902 %. Hal ini dipengaruhi oleh penambahan zat aditif (*Difa soil stabilizer*) pada pembuatan benda uji *Cement Treated Base (CTB)*.



Gambar 4. Grafik Kuat Tekan Rata-Rata *Cement Treated Base (CTB)* Dengan Variasi Kandungan Tanah dan pasir

Hasil pengujian kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)* pada umur 7 hari dengan bahan matrial yang digunakan agregat kelas A, variasi kandungan tanah 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, variasi penambahan pasir 30 %, 25 %, 20 %, 15 %, 10 %, dengan bahan tambah *difa soil stabilizer* diperoleh hasil nilai kuat tekan rata-rata *Cement Treated Base (CTB)* pada prosentase kandungan tanah 10%, pasir 30% = 56,406kg/cm²,

kandungan tanah 20%, pasir 25% = 53,680kg/cm², kandungan tanah 30%, pasir 20 % = 42,909 kg/cm², kandungan tanah 40%, pasir 15% = 31,443kg/cm², dan kandungan tanah 50% pasir 10% = 28,714 kg/cm². Ke-5 hasil nilai kuat tekan rata-rata *Cement Treated Base (CTB)* pada prosentase kandungan tanah 10%, pasir 30% dan kandungan tanah 20% , pasir 25% nilai kuat tekan rata-rata diatas 45 kg/cm² sebagaimana yang disyaratkan, sehingga *Cement Treated Base (CTB)* pada prosentase kandungan tanah 10%, pasir 30% dan kandungan tanah 20%, pasir 25% sesuai spesifikasi DPU 2010 : DIVISI 5 – perkerasan berbutir dan beton semen dan dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas jalan.

Uraian di atas menunjukkan bahwa semakin sedikit kandungan tanah dan semakin banyak penambahan pasir pada *Cement Treated Base (CTB)* maka nilai f^c mengalami peningkatan. Semakin banyak tanah maka akan mempengaruhi daya lekat agregat dengan semen sehingga kuat tekan *Cement Treated Base (CTB)* akan berkurang.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, nilai kuat tekan rata-rata *Cement Treated Base (CTB)* pada kandungan tanah 10 %, pasir 30 % dan kandungan tanah 20 %, pasir 25 % ditambah zat aditif nilai kuat tekan rata-rata yang dihasilkan lebih besar dari nilai kuat tekan rata-rata *Cement Treated Base (CTB)* tanpa zat aditif (*difa soil stabilizer*) dan mengalami peningkatan sebesar 33.162% dan 73.902%.

Hasil nilai kuat tekan rata-rata *Cement Treated Base (CTB)* pada prosentase kandungan tanah 10%, pasir 30% = 56,406 kg/cm², kandungan tanah 20%, pasir 25% = 53,680 kg/cm², kandungan tanah 30%, pasir 20% = 42,909 kg/cm², kandungan tanah 40%, pasir 15% = 31,443 kg/cm², dan kandungan tanah 50% pasir 10% = 28,714 kg/cm². Ke-5 hasil nilai kuat tekan rata-rata *Cement Treated Base (CTB)* pada prosentase kandungan tanah 10%, pasir 30% dan kandungan tanah 20% , pasir 25% nilai kuat tekan rata-rata diatas 45 kg/cm² sebagaimana yang disyaratkan, sehingga *Cement Treated Base (CTB)* pada prosentase kandungan tanah 10%, pasir

30% dan kandungan tanah 20%, pasir 25% sesuai spesifikasi DPU 2010 : DIVISI 5 – perkerasan berbutir dan beton semen sehingga dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas jalan.

Uraian di atas menunjukkan bahwa penambahan zat aditif dengan variasi kandungan tanah dan pasir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Zat aditif (*soil stabilizer*) mempengaruhi peningkatan nilai $f'c$ pada *Cement Treated Base (CTB)*.
- b. Semakin sedikit prosentase kandungan tanah pada *Cement Treated Base (CTB)* maka nilai $f'c$ mengalami peningkatan.
- c. Semakin banyak prosentase penambahan kandungan pasir pada *Cement Treated Base (CTB)* maka nilai $f'c$ mengalami peningkatan.
- d. *Cement Treated Base (CTB)* pada prosentase kandungan tanah 10%, pasir 30%, dan kandungan tanah 20%, pasir 25% nilai kuat tekan rata-rata di atas 45 kg/cm^2 sebagaimana yang disyaratkan (DPU 2010 : DIVISI 5) sehingga dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas jalan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti ucapkan terima kasih kepada PT. Diva Mahakarya di Yogyakarta yang telah mensponsori bahan aditif *soil stabilizer*.

REFERENSI

- Alhadi, Aria. *Tinjauan Kuat Tekan Beton Terhadap Aplikasi Bahan Aditif Plastiment Vz Dengan Variasi Dosis 0,15%; 0,20%; 0,25% Dari Berat Semen*. Tugas Akhir: Universitas Riau Kepulauan Batam.
- DPU. 2010. *Spesifikasi Umum 2010 revisi 3, (Divisi 5. Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen)*.
- Edwar, Hermandan Jon, 2014. “*Pengaruh Variasi Semen Terhadap Nilai CBR Base Perkerasan Lentur Tipe Cement Treated Base (CTB)*” Tugas Akhir: Institut Teknologi Padang.
- Ir. Tjokrodinuljo, Kardiyono, M.E. 2009. “*Teknologi Beton*”. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Komili, Euis. 2012. “*Solusi Stabilitas Tanah*”. Yogyakarta: PT. Diva Mahakarya
- Purba, Brian Rivaldo. *Uji Kelayakan Agregat Dari Saoka Sorong Barat Sebagai Material Lapis Pondasi Agregat Jalan Raya*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado.
- SKBI – 2.3.26. 1987. “*Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*”.
- SNI, 03-6805, 2002. “*Metode Pengujian untuk mengukur nilai kuat tekan Beton pada umur awal dan memproyeksikan kekuatan pada umur berikutnya*”
- SNI 1743 : 2008. “*Cara uji kepadatan berat untuk tanah*”.
- SNI 1974:2011. “*Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*”.

- Suhardjo, Dradjat. 2008. "*Metode Penelitian Interdisipliner dan Penulisan Laporan Karya Ilmiah*". Yogyakarta: Safiria Istana Press.
- Tjokrodinuljo, Kardiyono. 2009. "*Teknologi Beton*". Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Widiyatmoko, Hendro. 2011. "*Analisis campuran Kapur Pada Tanah Lempung Terhadap Sifat Fisis Tanah*". Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UMP, Purworejo.