

PENGUNAAN HAMMER TEST DAN UJI CBR_{LAPANGAN} UNTUK MENGEVALUASI DAYA DUKUNG PONDASI CEMENT TREATED BASE (CTB)

Slamet Widodo

Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
Jl. Prof. DR. Hadari Nawawi,
Pontianak 78124
slamet@engineer.com

Abstract

High intensity of rainfall in tropical region causes the subgrade often getting a deterioration of soil support that influences the pavement performance on it. Therefore, in the Kalimantan West province the type of pavement, rigid pavement, was widely applied. In this paper a study regarding with a evaluation of pavement using Cement Treated Base on link of Simpang-1 Belitang – Belitang in Sekadau regency with applying a Hammer test and CBR test on the field was already undertaken which the result as a second opinion of academic contribution. The results suggest that the pavement is still a good performance to serve road traffic which compression strength was above 125 kg/cm² and the CBR test was above 125%.

Keywords: *Intensity of rainfall, Subgrade; CTB; Hammer test; Compressive strength.*

Abstrak

Intensitas curah hujan yang tinggi pada daerah tropis menyebabkan tanah dasar sering mengalami kemunduran dalam hal daya dukungnya sehingga berdampak pada kinerja perkerasan yang berada di atasnya. Menyadari hal tersebut, di provinsi Kalimantan Barat penggunaan perkerasan kaku berupa campuran agregat dan semen berkembang sangat pesat. Pada makalah ini, suatu studi berupa evaluasi daya dukung cement treated base (CTB) pada ruas Simpang-1 Belitang – Belitang, kabupaten Sekadau menggunakan Hammer Test dan juga CBR_{Lapangan} dilakukan sebagai second opinion selaku akademisi. Dari hasil pengujian Hammer Test menunjukkan bahwa CTB dalam kondisi baik untuk melayani lalu lintas yang mana kuat tekan di atas persyaratan yang ditetapkan sebesar 125 kg/cm² dan nilai CBR lebih dari 125%.

Kata Kunci: *Curah hujan, Tanah dasar; CTB; Hammer test; Kuat tekan.*

INTRODUCTION

Perkembangan penggunaan perkerasan kaku di provinsi Kalimantan Barat sangat pesat. Hal ini dikarenakan perkerasan lentur tidak tahan terhadap pengaruh air baik penurunan daya dukungnya pada material agregat akibat terendam air dan juga pengaruhnya terhadap kelekatan pada material campuran aspal. Di daerah beriklim tropis sebagaimana kota Pontianak dan kota-kota lain di wilayah provinsi Kalimantan Barat dengan intensitas curah hujan yang tinggi (melebihi 300 mm per hari), selain itu juga adanya tanah lunak di beberapa tempat dengan daya dukung yang rendah serta drainase yang buruk karena level muka air tanah sangat tinggi, maka diperlukan jenis perkerasan yang tahan terhadap situasi tersebut diatas.

Istilah betonisasi muncul dikarenakan hampir semua jalan-jalan lingkungan khususnya di kota Pontianak menerapkan lapisan beton sebagai perkerasan jalan. Efek ini menjalar tidak hanya pada jalan lingkungan, pada akses jalan perkebunan dimana lahan kelapa sawit menjadi unggulan pada sektor perkebunan sesuai data BKPM, 2014 [1]. juga menerapkan perkerasan kaku dengan menggunakan CTB sebagai pondasi.

Tujuan Penelitian

Pengujian menggunakan Hammer test dan uji CBR Lapangan dimaksudkan untuk memeriksa mutu perkerasan pondasi jenis Cement Treated Base (CTB) yang telah melayani lalu lintas lebih dari setahun pada lokasi studi.

LITERATURE REVIEW

Umum

Perkerasan jalan raya terdiri dari 2 (dua) jenis. Jenis pertama adalah perkerasan lentur dan yang kedua adalah perkerasan kaku. Adapun fungsi utama dari perkerasan adalah mendistribusikan tegangan yang diakibatkan beban lalu-lintas berasal dari roda kendaraan dan selanjutnya didistribusikan ke tanah dasar.

Pada jenis perkerasan lentur umumnya terdiri dari beberapa lapis perkerasan. Berurutan dari atas ke bawah adalah lapis permukaan (Surface course), kemudian Lapis Pondasi Atas (Base Course) dan Lapis Pondasi Bawah (Subbase Course) selanjutnya adalah Tanah Dasar (Subgrade) seperti diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Penampang Perkerasan Lentur [2]

Sementara itu, pada perkerasan kaku, Lapis Pondasi khususnya Lapis Pondasi Atas umumnya ditambahkan semen dengan maksud mengikat butiran/aggregate agar tidak mudah terlepas/segregasi ketika menerima pembebanan lalu-lintas, selain itu dengan menambahkan semen berdampak meningkatkan modulus elastisitas bahan tersebut.

Kuat Tarik Lentur dan Modulus Elastisitas Bahan

Material beton sangat handal untuk tegangan tekan, namun tidak demikian halnya pada tegangan tarik. Aplikasi beton pada perkerasan kaku dianjurkan mempunyai kuat lentur tarik (MR_{28}) pada umur 28 hari sebesar 40 kg/cm^2 , namun dalam keadaan terpaksa minimal 30 kg/cm^2 . Konversi ke kuat tekan (σ'_{b28}) dapat dilakukan sesuai Persamaan 1 berikut [3]:

$$M_{R28} = \sigma'_{b28} / 11 + 9 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{atau } \sigma'_{b28} = (M_{R28} - 9) \times 11 \quad \dots\dots\dots(2)$$

Mengikuti pendekatan diatas jika kuat lentur tarik (M_{R28}) sebesar 30 kg/cm^2 maka kuat tekan (σ'_{b28}) minimum beton yang diperlukan untuk perkerasan kaku adalah 231 kg/cm^2 . Pada perkerasan lentur, Lapis Pondasi Atas dapat distabilisasi dengan semen dengan maksud untuk meningkatkan modulus elastisitas bahan, yang mana tergantung dengan kadar semen yang diberikan dalam material tersebut. Tabel 1 berikut menunjukkan

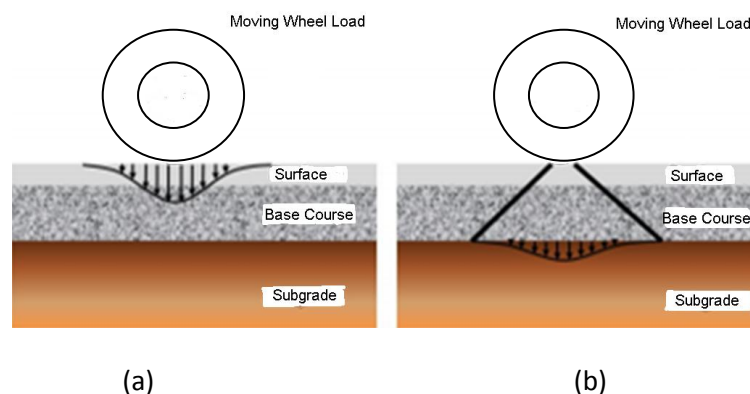
beberapa modulus elastisitas bahan/material yang distabilisasi baik menggunakan semen ataupun aspal.

Tabel 1. Perkiraan Nilai Modulus Elastisitas Lapis Pondasi [3]

Jenis Bahan	Modulus elastisitas		
	GPa	psi	Kg/cm ²
Material Berbutir/agregat	0,055-0,138	8000-20000	565-1410
Lapis Pondasi distabilisasi semen	3,5-6,9	50000-1000000	35210-70420
Tanah distabilisasi semen	2,8-6,2	40000-900000	28170-63380
Lapis Pondasi diperbaiki aspal	2,4-6,9	350000-1000000	24650-70420
Lapis Pondasi diperbaiki aspal emulsi	0,28-2,1	40000-300000	2815-21125

2.3. Distribusi Tegangan

Tegangan yang berada pada permukaan perkerasan (Surface course) berasal dari roda kendaraan standard umumnya berkisar 550-700 kPa (5,5-7 kg/cm²). Sementara itu, tegangan pada tanah dasar/subgrade umumnya jauh lebih rendah berkisar 30-120 kPa. Gambar 2 menunjukkan tegangan pada permukaan perkerasan lentur dan pada permukaan tanah dasar yangmana tegangan didistribusikan ke bawah dengan memebentuk sudut 45°.



Gambar 2. Distribusi tegangan pada perkerasan lentur

Pada perkerasan kaku, tegangan yang didistribusikan ke tanah dasar mempunyai luasan yang lebih besar sehingga tegangannya pada permukaan tanah dasar menjadi jauh lebih kecil. Hal ini disebabkan modulus elastisitas bahan perkerasan kaku lebih besar. Distribusi tegangan pada tanah dasar seluas lingkaran dengan radius kekakuan relatif [4] sesuai ketebalan dan modulus elastisitas bahan serta modulus kekakuan relatif tanah dasar.

$$l = \sqrt{\frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)k}} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

l = radius kekakuan relatif

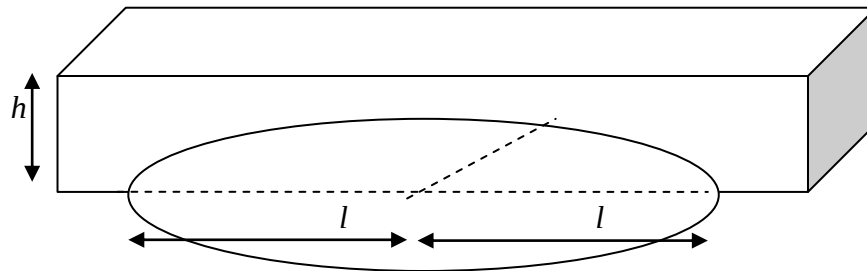
E = modulus elastisitas pelat

h = tebal pelat

μ = poisson rasio

k = modulus reaksi tanah dasar

Gambar 3 berikut menunjukkan radius kekakuan relatif pelat beton.



Gambar 3. Radius kekakuan relatif pelat

METODE PENGUJIAN

Evaluasi kekuatan atau daya dukung pondasi CTB dilakukan dengan menggunakan Hammer Test untuk mengetahui kuat tekan pelat. Selain itu pengujian menggunakan $CBR_{Lapangan}$ dilakukan untuk mengetahui daya dukungnya sesuai parameter CBR.

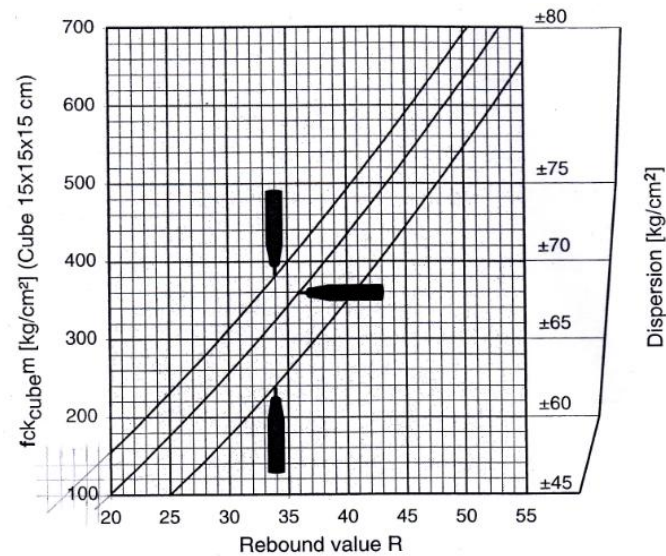
Hammer Test

Sebagaimana disebutkan dalam ketentuan pada Pekerjaan Pemeliharaan Jalan Simpang SP 1 Belitang- Belitang, Kecamatan Belitang, Kabupaten Sekadau bahwa lapis pondasi berupa Cement Treated Base (CTB) dengan kuat tekan K-125. Pengujian kuat tekan menggunakan Hammer model N/NR dimana terdapat 5 titik pemeriksaan kuat tekan yang telah dilakukan pada peninjauan lapangan, diambil secara acak baik arah tegak lurus maupun horizontal seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Pengujian menggunakan Hammer Model N/NR

Hasil bacaan rata-rata selanjutnya di plotkan mengikuti kurva dalam Gambar 5 untuk mendapatkan kuat tekan rerata.



Gambar 5. Kurva Pembacaan Hammer Model N/NR

Adapun kuat tekan hasil pemeriksaan lapangan sesuai bacaan selanjutnya dirangkum dan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kuat Tekan berdasarkan Hammer Test

Lokasi		Arah Pengujian	Bacaan			Kuat Tekan rerata (Kg/cm ²)
No.	STA		Nilai bacaan	Max/Min	Rerata	
1	0+020	Horizontal	19,26,20,19,18,18,17,20,18	26/17	19,4	90
2	0+050	Vertikal	18,26,20,24,32,19,20,36,25	36/19	24,4	225
3	0+080	Vertikal	16,16,20,20,14,16,20,16,14	20/14	16,9	110
4	0+087	Horizontal	18,18,22,17,20,16,19,20,20	22/16	18,9	80
5	0+600	Vertikal	22,20,20,20,22,16,22,18,20	22/16	20	160
Nilai rerata						133

CBR Lapangan

Selain pengujian kuat tekan pada lapis pondasi menggunakan Hammer Test, pemeriksaan daya dukung Lapis Pondasi dengan uji CBR_{Lapangan} juga dilakukan pada 3 (tiga) titik. Pengujian CBR_{Lapangan} sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengujian CBR_{Lapangan}

Adapun hasil pengujian CBR_{Lapangan} sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Daya Dukung Lapis Pondasi dengan uji CBR_{Lapangan}

Lokasi			CBR (%)	Keterangan
No	STA	Posisi		
1	0+500	Kiri	-	Dial penetrasi tak stabil
2	0+800	Tengah	127,15	OK
3	0+810	Kanan	137,46	OK

HASIL DAN ANALISIS DATA

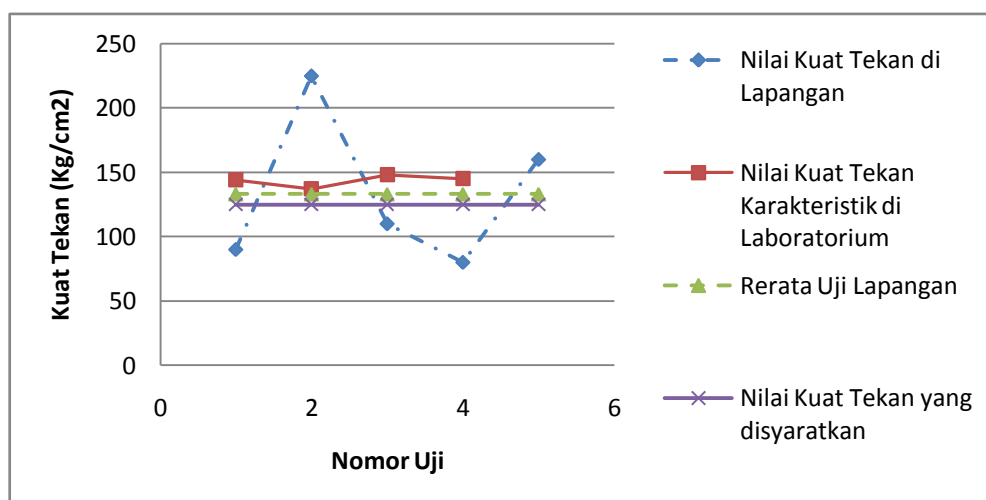
Kuat Tekan

Perbandingan kuat tekan pemeriksaan di lapangan menggunakan Hammer Test dan Uji Tekan kubus (sesuai hasil laporan pengujian kubus beton) disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Kuat Tekan di Lapangan dan Laboratorium

Hammer Test Lapangan			Uji Kubus Laboratorium		
Lokasi	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Tanggal Test	Kuat Tekan (Kg/cm ²)		Tanggal Test
	$\sigma_{bm'}$		$\sigma_{bm'}$	$\sigma_{bk'}$	
0+020	90	22-03-2014	153,33	144,53	24-09-2012
0+050	225	22-03-2014	149,44	137,04	07-10-2012
0+080	110	22-03-2014	159,72	148,32	09-10-2012
0+087	80	22-03-2014	154,88	145,32	29-10-2012
0+600	160	22-03-2014	-	-	-

Sebagaimana telah disebutkan pada bagian sebelumnya bahwa tegangan yang diakibatkan oleh roda kendaraan bus/truk pada permukaan perkerasan berkisar 5,5-7 kg/cm². Gambar 4 menunjukkan kuat tekan rerata pada uji kubus di laboratorium, kuat tekan rerata sesuai pemeriksaan lapangan menggunakan hammer test dan kuat tekan karakteristik yang disyaratkan.



Gambar 4. Perbandingan Kuat Tekan

Kuat tekan terkecil hasil pemeriksaan lapangan adalah 80 kg/cm^2 . Nilai ini adalah yang terkecil walaupun masih jauh di atas beban roda kendaraan yang berkisar $5,5\text{-}8,0 \text{ kg/cm}^2$, sementara itu kuat tekan rerata hasil pengujian lapangan adalah 113 kg/cm^2 dimana lebih kecil dari kuat tekan yang disyaratkan sebesar 125 kg/cm^2 . Dari 5 (lima) titik sampel yang diambil secara acak ada 2 (dua) nilai kuat tekan lebih besar dari kuat tekan yang disyaratkan sebesar 125 kg/cm^2 dan 3 titik berada dibawah nilai tersebut.

Pengujian kuat tekan arah horizontal memberikan nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan hasil pengujian arah vertikal, hal ini karena permukaan perkerasan pada pengujian arah horizontal tidak rata disebabkan pengaruh pemasangan mal saat pengecoran. Oleh karena itu nilai kuat tekan pada arah vertikal lebih mewakili, yang mana ada 3 nilai yaitu 225, 110 dan 160 kg/cm^2 atau nilai rerata sebesar 165 kg/cm^2 . Jika dibandingkan dengan nilai rerata uji lab (sesuai Tabel 4) dimana kuat tekan rerata untuk 4 benda uji berada pada range $153,33 \text{ s/d } 159,72 \text{ kg/cm}^2$ dimana nilai tersebut lebih kecil dari nilai rerata kuat tekan arah vertikal uji lapangan sebesar 165 kg/cm^2 . Jika mengacu secara statistik diperlukan 20 titik pengujian untuk mendapatkan nilai standar deviasi yang representatif. Namun pada pengujian ini hanya ada 3 titik pengujian khususnya arah vertikal yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai rerata kuat tekan beton.

Standar deviasi pada pengujian di laboratorium adalah $\max 7,5 \text{ kg/cm}^2$. Sementara nilai standar deviasi uji lapangan untuk 3 titik pengujian adalah $59,16 \text{ kg/cm}^2$. Jika menggunakan nilai standar deviasi hasil uji di laboratorium maka kita dapat menentukan kuat tekan karakteristik pengujian lapangan sebesar nilai rerata dikurangi 1,64 kali nilai standar deviasi yakni kuat tekan karakteristik beton sebesar $165 - 1,64 \times 7,5 = 152,7 \text{ kg/cm}^2$ yang mana lebih besar dari kuat tekan karakteristik yang disyaratkan sebesar 125 kg/cm^2 . Penggunaan nilai standar deviasi hasil pengujian lapangan terlalu sedikit dalam hal jumlah sampel dan memerlukan jumlah titik pengujian yang lebih banyak.

CBR Lapangan

Pada Lapis Pondasi Atas (Base Course) pada jalan raya minimal mempunyai daya dukung sebesar CBR 80%. Semakin besar nilai CBR suatu perkerasan, maka tebal perkerasan memungkinkan dapat menjadi lebih tipis. Hasil pemeriksaan $\text{CBR}_{\text{lapangan}}$ pada 2 (dua) titik memberikan nilai CBR 127,14% dan 137,46%. Hal ini menunjukkan bahwa material pondasi yang digunakan dalam pekerjaan tersebut telah memenuhi syarat dalam hal daya dukung.

Pada umumnya material berbutir/agregat dalam komposisi butiran yang baik (interlocking antar butiran) mempunyai daya dukung maksimal CBR 100%, penambahan material semen (bounded aggregate) dapat meningkatkan daya dukung lapis pondasi.

KESIMPULAN

Berikut adalah beberapa catatan penting berkaitan dengan hasil pengujian lapangan yang telah dilakukan pada ruas jalan Simpang SP 1 Belitang-Belitang kecamatan Belitang, kabupaten Sekadau, meliputi:

1. Secara visual tidak ditemukan kegagalan Lapis Pondasi Atas (LPA) yang terbuat dari agregat yang distabilisasi dengan semen.
2. Kerusakan lapis penutup jenis Latasir Klas B ditemukan pada beberapa lokasi sepanjang ruas pemeriksaan, walaupun lapis penutup jenis ini tidak diperhitungkan sebagai kekuatan struktur perkerasan.
3. Kuat Tekan rerata (pengujian arah vertikal dan horizontal) hasil pemeriksaan lapangan adalah sebesar 133 kg/cm^2 yangmana lebih besar dari kuat tekan yang disyaratkan

sebesar 125 kg/cm². Selain itu daya dukung lapis pondasi hasil pemeriksaan lapangan sebesar CBR 127,14% dan 137,46% lebih tinggi dari daya dukung pondasi agregat (unbounded material) maksimal CBR 100%.

4. Kuat tekan rerata pada pengujian arah vertikal sebesar 165 kg/cm², sedangkan kuat tekan rerata pengujian arah horizontal didapatkan sebesar 85 kg/cm². Kuat tekan pada pengujian vertikal memberikan nilai yang relatif representatif dibandingkan pengujian arah horizontal disebabkan permukaan perkerasan pada pengujian arah vertikal relatif rata dibandingkan pengujian arah horizontal pada sisi tepi perkerasan dikarenakan permukaan mal saat pengerjaan.

Saran-saran:

Pemeliharaan jalan dilakukan untuk tetap menutup permukaan yang terkelupas dengan lapis perkerasan perlu dilakukan untuk mencegah deteriosasi-kemunduran kualitas perkerasan akibat pengaruh cuaca selama umur pelayanannya.

DAFTAR PUSTAKA

- BKPM,(2014), *Potensi Kelapa Sawit di Kalimantan Barat*, BKPM investment Coordinating Board. <http://regionalinvestment.bkpm.go.id/>.
- Widodo, S., (2013), *Analysis of Dynamic Loading Behavior for Pavement on Soft Soil*, Doctoral Dissertation, TU-Bergakademie Freiberg, Germany.
- Hasibuan, H., (1985), *Petunjuk Perencanaan Perkerasan Kaku (Beton Semen)*, Departemen Pekerjaan Umum.
- Westergaard, H.M., (1928), *Theory of Pavement Design*, Proceedings, Highway Research Board.