

**TUGAS AKHIR**

**KARAKTERISTIK MODULUS ELASTISITAS DAN DAYA  
DUKUNG MATERIAL *SUBBASE COURSE* TIPE KELAS A  
BERBASIS PENGUKURAN DEFLEKSI**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik Program  
Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun oleh:**

**Asyirin Solandova**

**20150110001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2019**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Asyrin Solandova  
NIM : 20150110001  
Judul : Karakteristik Modulus Elastisitas dan Daya Dukung  
Material *Subbase Course* Tipe Kelas A Berbasis  
Pengukuran Defleksi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan tidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 27 Juli 2019

Yang membuat pernyataan



Asyrin Solandova

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Asyrin Solandova  
NIM : 20150110001  
Judul : Karakteristik Modulus Elastisitas Dan Daya Dukung  
Material *Subbase Course* Tipe Kelas A Berbasis  
Pengukuran Defleksi

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul “Karakteristik Modulus Elastisitas Dan Daya Dukung Material *Subbase Course* Tipe Kelas A Berbasis Pengukuran Defleksi”

Yogyakarta, 25 Juli 2019

Penulis,

Dosen Peneliti,



Asyrin Solandova



Sri Atmaja P. Rosyidi, S.T., MSc. Eng., Ph.D., P. Eng., IPM

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas Akhir ini adalah bentuk terima kasih kepada :

### **Kedua Orang Tua**

Pahlawan Tanpa Jubah, Penasihat Terbaik, Manusia Kuat, Ayahanda Tercinta

Abdan Syakur

&

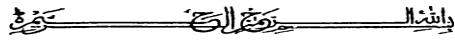
Malaikat Tak Bersayap, Pendengar Terbaik, Manusia Tersabar, Ibunda Terkasih

Suzana

**Serta para kerabat selama proses perkuliahan, baik dari titik awal perjuangan, maupun yang telah pergi, atau yang baru datang untuk mewarnai kehidupan perkuliahan strata-1 ini.**

**Fin.**

## PRAKATA



*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT Yang Menguasai segala sesuatu, Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui nilai modulus elastisitas menggunakan alat *Light Weight Deflectometer (LWD)* dan hubungan antara hasil alat *LWD* dengan *DCP*.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada:

1. Bapak Puji Harsanto, ST., MT., Ph.D., selaku ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Sri Atmaja P. Rosyidi, S.T., M.Sc.Eng., Ph.D. Selaku dosen pembimbing dan memberikan teladan selama menyelesaikan tugas akhir.
3. Ibu Restu Faizah S.T., M.T. Selaku dosen teknik sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan koreksi dan arahan.
4. Kedua Orang Tua saya, Ayahanda Abdan Syakur, dan Ibunda Suzana.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

*Wallahu a'lam bi Showab.*

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, Juli 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN .....	xiv
DAFTAR ISTILAH .....	xv
ABSTRAK .....	xvi
<i>ABSTRACT</i> .....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Lingkup Penelitian.....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	2
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
2.1. Tinjauan Pustaka.....	4
2.1.1. Penelitian-penelitian Terdahulu .....	4
2.2. Landasan Teori .....	10
2.2.1. Klasifikasi Jalan dan Tipe Perkerasan Jalan .....	10
2.2.2. Lapis Perkerasan Jalan .....	13
2.2.3. <i>Light Weight Deflectometer (LWD)</i> .....	14
2.2.4. <i>Dynamic Cone Penetrometer (DCP)</i> .....	16
BAB III. METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Lokasi Penelitian .....	18
3.2 Bahan Penelitian .....	19
3.3 Peralatan Penelitian .....	19
3.4 Tahapan Penelitian.....	23

3.5	Langkah-langkah Pengujian .....	25
3.5.1	Pengujian Material .....	25
3.5.2	Pembuatan Benda Uji.....	27
3.5.3	Pengujian Menggunakan Alat <i>Light Weight Deflectometer (LWD)</i> ...27	
3.5.4	Pengujian Menggunakan Alat <i>Dynamic Cone Penetrometer (DCP)</i> ..28	
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....		29
4.1	Hasil Pengujian Material Agregat Kelas A .....	29
4.1.1.	Berat Jenis dan Penyerapan Air .....	29
4.1.2.	Keausan Agregat ( <i>Los Angeles</i> ) .....	29
4.1.3.	Analisis Saringan.....	29
4.1.4.	<i>CBR</i> Laboratorium .....	30
4.2	Perbedaan Tinggi Jatuh Beban Terhadap Pengukuran Modulus Elastisitas <i>LWD</i> ( $E_{LWD}$ ) .....	31
4.2.1.	Analisa Perhitungan Manual <i>ELWD</i> .....	33
4.2.2.	Pengujian Validitas dan Reabilitas Menggunakan Program <i>SPSS</i> .....	37
4.3	Hasil Pengujian <i>Dynamic Cone Penetrometer (DCP)</i> .....	38
4.3.1.	Analisis Nilai <i>CBR</i> dari Pengujian <i>DCP</i> .....	38
4.3.2.	Perbandingan Nilai <i>CBR</i> Laboratorium dan <i>CBR-DCP</i> .....	39
4.4	Hubungan Hasil Pengujian <i>LWD</i> dan <i>CBR-DCP</i> .....	41
4.4.1.	Perbandingan nilai $E_{LWD}$ dan $E_{DCP}$ .....	45
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		49
5.1	Kesimpulan .....	49
5.2	Saran .....	50
DAFTAR PUSTAKA .....		51
LAMPIRAN.....		54

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil pengujian <i>LWD</i> dengan perbedaan tinggi jatuh, dan diameter pelat (Kavussi dkk. 2010).....	5
Tabel 2.2 Hasil pengujian <i>LWD</i> pada tiap jenis perkerasan (Jitareekul dkk. 2017).....	7
Tabel 2.3 Perbandingan hasil uji alat <i>LWD</i> dan <i>FWD</i> (Siegfried, 2018) .....	8
Tabel 2.4 Hasil pengujian <i>LWD</i> pusjatan (Siegfried, 2018).....	9
Tabel 2.5 Klasifikasi kelas jalan menurut RSNI T-14-2004 .....	10
Tabel 4.1 Pengukuran $E_{LWD}$ dengan tinggi jatuh level 1 pada titik 1 - 3 .....	31
Tabel 4.2 Pengukuran $E_{LWD}$ dengan tinggi jatuh level 2 pada titik 1 – 3.....	32
Tabel 4.3 Hasil modulus elastisitas (alat) dan modulus elastisitas (analisis) pada level 1 .....	35
Tabel 4.4 Hasil modulus elastisitas (alat) dan modulus elastisitas (analisis) pada level 2 .....	35
Tabel 4.5 Interpretasi nilai korelasi (Rahmawati, 2017).....	36
Tabel 4.6 Hasil Pengujian <i>DCP</i> pada titik 1 – 6 .....	38
Tabel 4.7 Hasil analisis <i>CBR</i> dengan berbagai persamaan untuk material tipe <i>granular</i> .....	39
Tabel 4.8 Hasil analisis nilai <i>CBR</i> dari pengujian <i>DCP</i> .....	41
Tabel 4.9 Perbandingan hasil $E_{LWD}$ lv. 1 dan <i>CBR</i> dari pengujian <i>DCP</i> .....	41
Tabel 4.10 Perbandingan hasil $E_{LWD}$ lv. 2 dan <i>CBR</i> dari pengujian <i>DCP</i> .....	43
Tabel 4.11 Hasil konversi <i>DCPI</i> ke MPa.....	45
Tabel 4.12 Hasil $E_{LWD}$ level 1 (MPa) dan $E_{DCP}$ (MPa) menggunakan persamaan Chen dkk. (2005) .....	46
Tabel 4.13 Hasil $E_{LWD}$ level 2 (MPa) dan $E_{DCP}$ (MPa) menggunakan persamaan Chen dkk. (2005) .....	47



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bagian-bagian alat <i>LWD</i> .....	15
Gambar 3.1	Lokasi pengujian sebelum di gali.....	18
Gambar 3.2	Lokasi pengujian setelah di gali.....	18
Gambar 3.3	Agregat clereng kelas A .....	19
Gambar 3.4	Alat <i>Light Weight Deflectometer (LWD)</i> .....	19
Gambar 3.5	Alat <i>Dynamic Cone Penetrometer (DCP)</i> .....	20
Gambar 3.6	<i>Stamper</i> .....	20
Gambar 3.7	Alat uji <i>CBR</i> laboratorium .....	21
Gambar 3.8	Alat uji keausan ( <i>Los Angeles</i> ).....	21
Gambar 3.9	Alat Uji Analisis Saringan.....	21
Gambar 3.10	Alat uji berat jenis dan penyerapan air agregat .....	22
Gambar 3.11	Alat bantu pengujian laboratorium.....	23
Gambar 3.12	Bagan alir penelitian.....	24
Gambar 3.13	Titik pengujian <i>LWD</i> .....	27
Gambar 4.1	Grafik hasil analisis gradasi saringan agregat kelas A .....	30
Gambar 4.2	Grafik hasil perbandingan $E_{LWD}$ level 1 dan 2 .....	32
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Modulus Elastisitas dari Hasil Analisis dan Hasil Alat <i>LWD</i> pada tiap level .....	36
Gambar 4.4	Hasil uji validitas dari nilai modulus elastisitas (alat) dan nilai modulus elastisitas analisis hitungan.....	37
Gambar 4.5	Hasil uji reabilitas dari nilai modulus elastisitas (alat) dan nilai modulus elastisitas analisis hitungan.....	37
Gambar 4.6	Hasil perbandingan analisis <i>CBR</i> Lab dan <i>CBR-DCP</i> dari berbagai model persamaan .....	40
Gambar 4.7	Grafik perbandingan hasil pengujian <i>LWD</i> lv. 1 dan <i>DCP</i> titik 1.....	42
Gambar 4.8	Hubungan nilai $E_{LWD}$ lv. 1 (MPa) dan <i>CBR</i> (%).....	43
Gambar 4.9	Grafik perbandingan hasil pengujian <i>LWD</i> lv. 2 dan <i>CBR-DCP</i> ..	44
Gambar 4.10	Hubungan nilai $E_{LWD}$ lv. 2 (MPa) dan <i>CBR</i> (%).....	44

Gambar 4.11 Hubungan nilai $E_{LWD}$ level 1 dan $E_{DCP}$ menggunakan persamaan Chen dkk. (2005).....	46
Gambar 4.12 Hubungan nilai $E_{LWD}$ level 2 dan $E_{DCP}$ menggunakan persamaan Chen dkk. (2005).....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat.....	54
Lampiran 2.	Pengujian Keausan. ....	56
Lampiran 3.	Pengujian Analisis Saringan/Gradasi. ....	57
Lampiran 4.	Pengujian <i>CBR</i> laboratorium Agregat.....	59
Lampiran 5.	Hasil Pengujian Alat <i>LWD</i> pada Level 1.....	61
Lampiran 6.	Hasil Pengujian Alat <i>LWD</i> pada Level 2.....	62
Lampiran 7.	Perbandingan hasil Perhitungan Manual Modulus Elastisitas dan Alat <i>LWD</i> .....	63
Lampiran 8.	Hasil Pengujian Alat <i>Dynamic Cone Penetrometer (DCP)</i> .....	64
Lampiran 9.	Analisis Nilai <i>California Bearing Ratio (CBR)</i> dari hasil <i>DCP</i> ....	65
Lampiran 10.	Analisis Nilai Probabilitas dari Persamaan <i>CBR-DCP</i> terhadap <i>CBR</i> Laboratorium.....	69
Lampiran 11.	Hasil Konversi nilai <i>CBR-DCP</i> menjadi Modulus Elastisitas.....	72
Lampiran 12.	Tabel dan Grafik Hubungan Nilai Modulus Elastisitas <i>DCP</i> dan Modulus Elastisitas <i>LWD</i> . ....	76

## DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Dimensi	Keterangan
$d_0$	[mikron]	Lendutan pada pusat pembebanan
P	[MPa]	Tegangan seragam dibawah pelat
$\mu$	[-]	<i>Poisson ratio</i> , nilai kekakuan suatu bahan
r	[cm]	Radius/jari-jari pembebanan
g	[m/s <sup>2</sup> ]	Percepatan gravitasi
C	[kN/m]	Konstanta kekakuan material
Cv	[%]	Koefisien variansi
h	[m]	Tinggi jatuh beban
DCPI	[mm/blows]	Kecepatan penurunan konus DCP
$E_0$	[MPa]	Modulus elastisitas pada titik pembebanan

## DAFTAR ISTILAH

1. *California Bearing Ratio*  
Perbandingan (dalam persen) antara tekanan yang diperlukan untuk menembus benda uji dengan piston penampang bulat seluas 3 inch<sup>2</sup> dengan kecepatan 0,05 inch/menit terhadap tekanan yang diperlukan untuk menembus bahan standar tertentu.
2. *Clipping*  
Fenomena yang terjadi pada alat *LWD* ketika struktur perkerasan yang diuji memiliki kualitas yang tidak terlalu baik dikarenakan pemberian beban yang terlalu besar.
3. *Dynamic Cone Penetrometer*  
Salah satu metode yang digunakan untuk memperkirakan nilai *CBR* tanah atau bahan *granular* dengan cepat dan cukup akurat.
4. *Levelling*  
Tingkat ketinggian titik jatuh beban pada alat *LWD*.
5. *Light Weight Deflectometer*  
Alat atau metode yang berfungsi untuk mengukur deformasi vertikal suatu ruas jalan, yang menggunakan beban jatuh pada ketinggian tertentu
6. Modulus Elastisitas  
Sebuah ukuran yang digunakan untuk mempresentasikan kekakuan suatu material.
7. *Non Destructive Test (NDT)*  
Teknik analisis yang dilakukan untuk mengevaluasi suatu material tanpa merusak fungsi dari benda uji tersebut.