

## **TUGAS AKHIR**

### **PENGUKURAN MODULUS ELASTISITAS DAN DAYA DUKUNG MATERIAL *SUB BASE COURSE* TIPE KELAS B BERBASIS METODE DEFLEKSI LWD**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun oleh:**

**Faridah Ukti Tsabitah**

**20150110041**

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

**2019**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faridah Ukti Tsabitah  
NIM : 20150110041  
Judul : Pengukuran Modulus Elastisitas dan Daya Dukung  
Material *Sub Base Course* Tipe Kelas B Berbasis  
Metode Defleksi LWD.

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 ketidak 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, 30 Juli 2019

Yang membuat pernyataan



Faridah Ukti Tsabitah

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faridah Ukti Tsabitah  
NIM : 20150110041  
Judul : Pengukuran Modulus Elastisitas dan Daya Dukung Material *Sub Base Course* Tipe Kelas B Berbasis Metode Defleksi LWD.

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul "Pengukuran Modulus Elastisitas dan Daya Dukung Material *Sub Base Course* Tipe Kelas B Berbasis Metode Defleksi LWD".

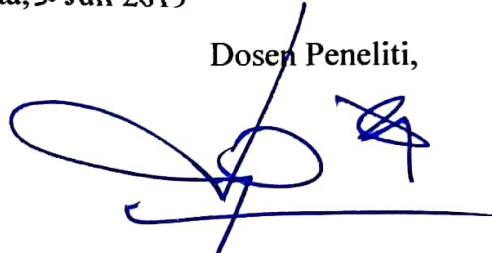
Yogyakarta, 30 Juli 2019

Penulis,



Faridah Ukti Tsabitah

Dosen Peneliti,



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

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

AlhamdulillahRabbi Alamin

Segala puji Allah SWT dengan kemurahan dan ridho-Nya, skripsi ini dapat ditulis dengan baik dan lancar hingga selesai. Dengan ini Akan kupersembahkan skripsi ini kepada:

Nabi ku, Nabi Muhammad SAW sebagai panutan umat muslim yang penuh dengan kemuliaan dan ketaatan kepada Allah SWT memberiku motivasi tentang kehidupan dan mengajari ku hidup melalui sunnah-sunnahnya.

Kedua orang tua ku tersayang Bambang Eko Yuliyanto (Ayah) dan Sutarsih (Ibu) yang selalu memberikan ku ketenangan, kenyamanan, motivasi, DOA terbaik dan menyisihkan finansial nya, sehingga saya bisa menyelesaikan studi ku.

Terimakasih kepada Bapak Sri Atmaja P. Rosyidi, S.T., MSc.Eng., Ph.D., P.Eng., IPM. yang selalu membimbing saya dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

Adik-adik ku, Muhammad Farid Akram (Adik 1), Nida Fadila Nuha (Adik 2), Habib Ardana Fatih (Adik 3), Fatih Hamid Azami (Adik 4), yang telah memberikan doa dan semangat sepanjang hari.

Terima kasih kepada PRATU Wahyu Bayu Pranata yang telah terus memberi saya semangat dan doa untuk selalu menyelesaikan Tugas Akhir.

Terima kasih kepada Niken Wukirasih, Devi Adhadila C, Julia Sandra Gustavi yang telah memberikan semangat dan yang telah menemani saya dari semester awal sampai akhir, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

## 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 Pengukuran Modulus Elastisitas dan Daya Dukung Material *Sub Base Course* Tipe Kelas B Berbasis Metode Defleksi LWD.

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. Puji Harsanto, S.T., MT., Ph.D sebagai Kepala Jurusan Teknik Sipil UMY
2. Sri Atmaja P. Rosyidi, S.T., MSc.Eng., Ph.D., P.Eng., IPM. Sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Restu Faizah, S.T., M.T. sebagai dosen Penguji Tugas Akhir
4. Kedua Orang Tua, kakak dan adik yang selalu memberikan arahan selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Teman – teman Mahasiswa Teknik Sipil yang turut membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini

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.....	xii
DAFTAR SINGKATAN .....	xiv
DAFTAR ISTILAH .....	xv
INTISARI.....	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 Terdahulu .....	4
2.2. Dasar Teori .....	7
2.2.1. Perkerasan Jalan .....	7
2.2.2. <i>Dynamic Cone Penetrometers (DCP)</i> .....	12
2.2.3. <i>Light Weight Deflectometer (LWD)</i> .....	16
2.2.4. Koefisien Variasi.....	19
2.2.5. Uji Validitas .....	19
2.2.6. Uji Reliabilitas .....	20

BAB III. METODE PENELITIAN.....	21
3.1. Lokasi Penelitian.....	21
3.2. Tahapan Penelitian.....	21
3.3. Alat dan Bahan Pengujian .....	23
3.4. Tahapan Penelitian.....	29
3.5. Metode Pengambilan Data.....	35
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	36
4.1 Tinggi Jatuh Alat LWD ( <i>Light Weight Deflectometer</i> ) .....	36
4.2 Analisis Perhitungan $E_{LWD}$ (Modulus Elastisitas LWD) .....	42
4.2.1. Langkah analisis $E_{LWD}$ dan hasil analisis .....	42
4.2.2. Koefisien Variasi.....	47
4.2.3. Kesimpulan analisis $E_{LWD}$ .....	47
4.2.4. Hasil Uji validitas.....	48
4.2.5. Hasil Uji realibilitas .....	49
4.3. Modulus Elastisitas DCP ( <i>Dynamic Cone Penetrometer</i> ).....	50
4.3.1. Hasil Pengujian DCP ( <i>Dynamic Cone Penetrometer</i> ).....	50
4.3.2. Perhitungan nilai CBR (%).....	53
4.3.4. Perhitungan Nilai Modulus Elastisitas (MPa) .....	56
4.4 Perbandingan $E_{DCP}$ Dengan $E_{LWD}$ .....	58
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	60
5.1 Kesimpulan .....	60
5.2 Saran .....	60
DAFTAR PUSTAKA .....	61
LAMPIRAN.....	62

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Korelasi Nilai CBR – DCP Menurut Penelitian Terdahulu .....	13
Tabel 2.2 Korelasi Nilai DCP –Modulus Elastisitas Menurut Penelitian Terdahulu .....	13
Tabel 3.1 Pengujian Material dan Spesifikasinya .....	30
Tabel 4.1 Data Pengujian LWD Level 1 .....	36
Tabel 4.2 Data Pengujian LWD Level 2 .....	38
Tabel 4.3 Hasil Analisis Pengujian LWD Level 1 .....	43
Tabel 4.4 Hasil Analisis Pengujian LWD Level 2 .....	45
Tabel 4.5 Hasil Validitas dan Program SPSS Bagian <i>Correlation</i> .....	49
Tabel 4.6 Hasil Uji Reabilitas Bagian <i>Case Processing Summary</i> Dengan Program SPSS .....	50
Tabel 4.7 Hasil Uji Reabilitas Bagian <i>Reliability Statistics</i> Dengan Program SPSS .....	50
Tabel 4.8 Hasil Pengujian DCP ( <i>Dynamic Cone Penetrometer</i> ) .....	51
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan CBR (%) .....	56
Tabel 4.10 Hasil Modulus Elastisitas .....	57



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Susunan Lapis Perkerasan lentur ( <i>flexibel pavement</i> ).....	9
Gambar 2.2 Penetrometer konus dinamis (DCP).....	14
Gambar 2.3 Bagian dari penetrometer konus dinamis (DCP)....	15
Gambar 2.4 Komponen alat LWD ( <i>Light weight Deflectometer</i> ).....	17
Gambar 3.1 Denah Lokasi Penelitian ...	21
Gambar 3.2 Kondisi Lokasi Penelitian..	21
Gambar 3.3 Bagan Alur Tahapan Penelitian .....	22
Gambar 3.4 Sumber Agregat dari Kecamatan Clereng, Kabupaten Kulon Progo	23
Gambar 3.5 Timbangan Analitik Digital .....	23
Gambar 3.6 Timbangan Elektrik .....	24
Gambar 3.7 Oven Agregat .....	24
Gambar 3.8 Cawan .....	25
Gambar 3.9 Saringan .....	25
Gambar 3.10 Alat Uji CBR .....	26
Gambar 3.11 Cetakan Benda Uji .....	26
Gambar 3.12 Stemper .....	27
Gambar 3.13 Alat LWD .....	27
Gambar 3.14 Bagian – Bagian Alat DCP .....	28
Gambar 3.15 Mesin <i>Lost Angeles</i> .....	28
Gambar 3.16 Mesin <i>Sieve Shaker Machine</i> .....	29
Gambar 3.17 Proses Pemadatan Tanah Menggunakan Stemper .....	32
Gambar 3.18 Titik – titik Pengujian LWD ( <i>Light Weight Deflectometer</i> ) .....	33
Gambar 3.19 Posisi Alat DCP ( <i>Dynamic Cone Penetrometer</i> ) .....	35
Gambar 4.1 Modulus Elastisitas (Alat) .....	41
Gambar 4.2 Lendutan ( $d_0$ ) Level 1 dan Level 2 .....	41
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Modulus Elastisitas (Analisis) dan Modulus Elastisitas (Alat) Level 1 dan Level 2. ....	48
Gambar 4.4 Perbandingan Model Empiric CBR (%) – DCPI (mm/tumbukan) ...	55
Gambar 4.5 Perbandingan $E_{LWD}$ dengan CBR (%) Level 1 .....	56
Gambar 4.6 Perbandingan $E_{LWD}$ dengan CBR (%) Level 2 .....	56

Gambar 4.7 Perbandingan Model Empirik $E_{DCP}$ – DCPI.....	57
Gambar 4.8 Perbandingan Model Empirik DCPI – $E_{DCP}$ (MPa) Menurut Chen dkk (2006).....	58
Gambar 4.9 Perbandingan $E_{LWD}$ Level 1 dengan $E_{DCP}$ .....	59
Gambar 4.10 Perbandingan $E_{LWD}$ Level 2 dengan $E_{DCP}$ .....	59

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Pengujia Agregat .....	65
Lampiran 2. Hasil Pengujian CBR.....	67
Lampiran 3 Hasil Pengujian Agregat .....	79
Lampiran 4 R – Tabel Uji Validitas .....	70

## DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Dimensi	Keterangan
$r_x$	[-]	Reliabilitas Yang Dicari
$n$	[-]	Jumlah Item Pertanyaan
$\sum \sigma_i^2$	[-]	Jumlah Varians Ikon Setiap Items
$\sigma_t^2$	[-]	Varians Total
$r_x$	[-]	Reliabilitas Yang Dicari
$n$	[-]	Jumlah Item Pertanyaan
CV	[-]	Koefisien Variasi
S	[-]	Simpangan Baku
X	[-]	Nilai Rata – Rata
E	MPa	Modulus Elastisitas
$d_0$	Mikrometer	Lendutan Pada Pusat Pembebanan
$\mu$	[-]	Rasio Paisson
$\sigma_0$	MPa	Tegangan Terapan
$a$	mm	Jari – Jari Pelat
$f$	[-]	Factor Bentuk Tergantung Pada Distribusi Tegangan
X	[-]	Skor Yang Diperoleh Subyek Dari Seluruh Item
Y	[-]	Skor Total Yang Diperoleh Dari Seluruh Item
$\sum x$	[-]	Jumlah Skor Dalam Distribusi X
$\sum y$	[-]	Jumlah Skor Dalam Distribusi Y
$\sum x^2$	[-]	Jumlah Kuadrat Dalam Skor Distribusi X
$\sum y^2$	[-]	Jumlah Kuadrat Dalam Skor Distribusi Y

## DAFTAR ISTILAH

1. *LWD (Light Weight Deflectometer)*  
Alat untuk pengecekan kekuatan struktural dari suatu sistem perkerasan jalan terutama untuk jala - jalan tanpa penutup menggunakan metode defleksi.
2. *Non Destructive Testing (NDT)*  
Cara pengujian tanpa merusak perkerasan jalan.
3. *DCP (Dynamic Cone Penetrometer)*  
Alat yang digunakan untuk mengukur daya dukung tanah dasar jalan langsung ditempat.
4. *Geophone*  
Untuk mengukur lendutan vertikal yang telah ditimbulkan oleh beban jatuhan pada alat LWD
5. *Modulus Elastisitas*  
Ukuran kekakuan suatu material, sehinggasesemakin tinggi nilai modulus elastisitas bahan, maka semakin sedikit perubahan bentuk yang terjadi apabila diberigaya.
6. *Level*  
Beberapa lubang yang ada di alat LWD yang menunjukkan tinggi jatug beban.
7. *Load call*  
untuk mengukur besaran beban yang ditimbulkan oleh beban jatuhan
8. *Karet buffer*  
Menyalurkan beban impak ke pelat pembebanan dalam jangka waktu 16 – 30 mili detik.
9.  $E_{LWD}$   
Modulus yang dihitung dari data lendutan LWD
10. *Clipping*  
Fenomena yang terjadi di alat LWD ketika pada lokasi pengujian mempunyai kekuatan struktural rendah.
11. *SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).*  
Program untuk menganalisi uji validitasa dan reliabilias