

LAPORAN PENELITIAN

Penelitian
Internal



JUDUL:
**KAJIAN FAKTOR AMAN GLOBAL MODULUS REAKSI
SUBGRADE EKIVALEN PADA PERKERASAN
SISTEM PELAT TERPAKU**

Peneliti:

Dr. Anas Puri, S.T., M.T.

NIDN. 1005057003

Anggota I: Firman Syarif, S.T., M.Eng.

NIDN. 1029048803

Anggota II: Ferly Oktavia, S.T. (mahasiswa S2)

NIM. 203121002

Anggota III: Fasckal Willman (mahasiswa S1)

NIM. 163110206

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

KONTRAK NOMOR 175/KONTRAK/LPPM-UIR/5-2020

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

- | | |
|----------------------------|--|
| 1. Judul Penelitian | : KAJIAN FAKTOR AMAN GLOBAL
MODULUS REAKSI SUBGRADE
EKIVALEN PADA PERKERASAN
SISTEM PELAT TERPAKU |
| 2. Bidang Penelitian | : Rekayasa Teknik Sipil |
| 3. Ketua Peneliti | |
| a. Nama Lengkap | : Dr. Anas Puri, S.T., M.T. |
| b. Jenis Kelamin | : Laki-laki |
| c. NIK./NIDN | : 960902239/ 100505700 |
| d. Jabatan Fungsional | : Lektor Kepala |
| e. Fakultas/ Jurusan | : Teknik/ Teknik Sipil |
| f. Telepon | : 085329582788 |
| g. E-mail | : anaspuri@eng.uir.ac.id |
| 4. Anggota Peneliti I | : Firman Syarif, S.T., M.Eng. |
| NIK./NIDN | : 17070206/ 1029048803 |
| 5. Anggota Peneliti II | : Ferly Oktavia, S.T. (Mahasiswa S2) |
| NIM | : 203121002 |
| 6. Anggota Peneliti II | : Fascal Willman (Mahasiswa S1) |
| NIM | : 163110206 |
| 7. Jangka Waktu Penelitian | : 6 bulan |
| 8. Pembiayaan | : Rp 15.000.000,- |

Pekanbaru, 14 Juni 2021

Ketua Peneliti,



Mengetahui,
Direktur Pascasarjana UIR.,

Prof. Dr. H. Yusri Munaf, S.H., M.Hum.
NIK.

Dr. Anas Puri, S.T., M.T.
NIK. 960902239

APPROVED
By: Anas Puri on 14 Jun 2021

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UIR.,



Dr. Evizal Abdul Kadir, S.T., M.Eng.
NIK. 161102603

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	1
DAFTAR ISI	2
DAFTAR TABEL	4
DAFTAR GAMBAR	6
DAFTAR LAMPIRAN	8
RINGKASAN	9
BAB I. PENDAHULUAN	10
A. Latar Belakang	10
B. Tujuan Penelitian	10
C. Faedah Penelitian	11
D. Luaran Penelitian	11
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	12
A. Kemajuan Penelitian yang Telah Dilakukan Peneliti Sendiri	12
B. Kemajuan Penelitian yang Telah Dilakukan Peneliti Lainnya	15
C. Tinjauan Penelitian Terdahulu	15
D. Kerangka Berfikir	17
BAB III. METODE PENELITIAN	20
A. Tempat dan Waktu Penelitian	20
B. Metode Pengumpulan Data	20
C. Cara Analisis	22
D. Konsep Operasional	25
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN PELAT TERPAKU TIANG TUNGGAL	28
A. Modulus Reaksi <i>Subgrade</i> Ekuivalen Izin	29
B. Hasil Lendutan Pelat Sistem Pelat Terpaku	30
C. Pengaruh Tahanan Ujung Tiang	32
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN PELAT TERPAKU SATU BARIS TIANG	40
A. Modulus Reaksi <i>Subgrade</i> Ekuivalen Izin	41
B. Hasil Lendutan Pelat Sistem Pelat Terpaku	42
C. Pengaruh Tahanan Ujung Tiang	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 : Rangkuman <i>Roadmap</i> Riset Sistem Pelat Terpaku	16
Tabel 3.1 : Sifat-sifat Lempung Ngawi-2 (Puri, 2017)	21
Tabel 4.1 : Modulus reaksi <i>subgrade</i> ekuivalen izin untuk $Q_b=0$	30
Tabel 4.2 : Modulus reaksi <i>subgrade</i> ekuivalen izin saat $Q_b \neq 0$	33
Tabel 4.3 : Lendutan hitungan pelat untuk $Q_b = 0$ dan $Q_b \neq 0$	36
Tabel 4.4 : Momen maksimum di tengah pelat	39
Tabel 5.1 : Modulus reaksi <i>subgrade</i> ekuivalen izin Pelat Terpaku 1 baris tiang untuk $Q_b=0$	41
Tabel 5.2 : Modulus reaksi <i>subgrade</i> ekuivalen izin saat $Q_b \neq 0$	43
Tabel 5.3 : Lendutan hitungan pelat untuk $Q_b=0$ dan $Q_b \neq 0$	45
Tabel 5.4 : Momen maksimum di tengah pelat Sistem Pelat Terpaku satu baris tiang	47
Tabel A.1: Nilai $(\delta_a=\delta_s)$ pada Pengujian Pembebanan Tengah Pelat (Puri, 2017)	53
Tabel A.2: Nilai Δk_m dan k_a' pembebanan tengah pelat pada tiang Dia. = 20 cm ($Q_b=0$)	55
Tabel A.3: Nilai Δk_m dan k_a' pembebanan tengah pelat pada tiang Dia. = 20 cm ($Q_b \neq 0$)	56
Tabel B.1: Nilai $(\delta_s=\delta_a)$ pada pengujian pembebanan tengah pelat satu baris tiang (Puri, 2015)	58
Tabel B.2: Nilai Δk_m dan k_a' pembebanan tengah pelat pada tiang Dia. = 20 cm ($Q_b=0$)	59
Tabel B.3: Nilai Δk_m dan k_a' pembebanan tengah pelat pada tiang Dia. = 20 cm ($Q_b \neq 0$)	61
Tabel D.1: Hasil Perhitungan Lendutan Menggunakan Metode BoEF Pelat Terpaku Tiang Tunggal	63
Tabel D.2: Hasil Perhitungan Lendutan Menggunakan Metode BoEF Pelat Terpaku Satu Baris Tiang	64

Tabel D.3: Hasil perhitungan momen menggunakan Metode BoEF Pelat Terpaku tiang tunggal	66
Tabel D.4: Hasil perhitungan momen menggunakan Metode BoEF Pelat Terpaku satu baris tiang	67

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 : Hubungan $P-\delta$ pada Pelat Terpaku satu baris tiang akibat beban sentris	13
Gambar 2.2 : Hubungan $P-\delta$ pada Pelat Terpaku tiang mini tunggal akibat beban sentris	13
Gambar 2.3 : Peta jalan penelitian Sistem Pelat Terpaku sampai dengan saat ini	14
Gambar 2.4 : Kerangka konseptual dan rekam jejak penelitian	18
Gambar 3.1 :Tampilan <i>input</i> data Program BoEF dalam <i>MS. Excel</i>	23
Gambar 3.2 :Tampilan <i>Output</i> Program BoEF.xls v.1.4 berupa Grafik	24
Gambar 3.3 :Tampilan <i>Output</i> Program BoEF.xls v.1.4 berupa Tabel	25
Gambar 3.4 :Bagan alir penelitian	26
Gambar 4.1 :Diagram skema investigasi pengujian (Puri, 2017a)	28
Gambar 4.2 :Foto uji pembebanan konsentris Sistem Pelat Terpaku tiang tunggal	29
Gambar 4.3 :Hubungan $P-\delta$ pada titik pembebanan Pelat Terpaku tiang tunggal dengan variasi SF_G	31
Gambar 4.4 :Perbandingan nilai k_a untuk tahanan ujung $Q_b = 0$ dan $Q_b > 0$	34
Gambar 4.5 : Hubungan $P-\delta$ Pelat Terpaku tiang tunggal dengan variasi SF_G saat $Q_b = 0$ dan $Q_b \neq 0$	35
Gambar 4.6 :Perbedaan lendutan hitungan pelat dengan lendutan pengamatan pelat untuk berbagai SF_G	37
Gambar 5.1 :Diagram penampang melintang satu baris tiang (Puri, 2017b)	40
Gambar 5.2 : Hubungan $P-\delta$ pada titik pembebanan Pelat Terpaku satu baris tiang dengan variasi SF_G	42
Gambar 5.3 : Hubungan $P-\delta$ Pelat Terpaku satu baris tiang dengan variasi SF_G saat $Q_b = 0$ dan $Q_b \neq 0$	45
Gambar A.1 :Faktor adhesi untuk tiang pancang pada tanah lempung (McClelland)	53

Gambar D.1 : Hubungan P - δ Pelat Terpaku tiang tunggal dengan variasi SF_G saat $Q_b = 0$ dan $Q_b \neq 0$ 64

Gambar D.2 : Hubungan P - δ Pelat Terpaku satu baris tiang dengan variasi SF_G saat $Q_b = 0$ dan $Q_b \neq 0$ 65

Gambar D.3 : Hasil perhitungan momen di tengah pelat Sistem Pelat Terpaku tiang tunggal dengan variasi SF_G saat $Q_b = 0$ dan $Q_b \neq 0$ 67

Gambar D.4 : Hasil perhitungan momen di tengah pelat Sistem Pelat Terpaku satu baris tiang dengan variasi SF_G saat $Q_b = 0$ dan $Q_b \neq 0$ 68

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
LAMPIRAN I	HASIL ANALISIS	52
LAMPIRAN II	SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN	69
LAMPIRAN III	SURAT PERNYATAAN ORIGINAL KETUA PENELITI	70
LAMPIRAN IV	SURAT KETERANGAN PERSETUJUAN REVISI	71
LAMPIRAN V	BIODATA KETUA DAN ANGGOTA PENELITI	72
LAMPIRAN VI	KONTRAK PENELITIAN	88

RINGKASAN

Modulus reaksi *subgrade* ekuivalen telah diusulkan untuk menganalisis Sistem Perkerasan Pelat Terpaku. Modulus ini merupakan akumulasi modulus *subgrade* pelat dan modulus tambahan reaksi *subgrade* di bawah pelat. Modulus tambahan reaksi *subgrade* dapat ditentukan dengan Metode Hardiyatmo Modifikasi. Metode ini mempertimbangkan faktor keamanan sebagai faktor pengganti perpindahan. Faktor keamanan hanya dipertimbangkan untuk modulus tambahan reaksi *subgrade*.

Pada penelitian ini, faktor keamanan dipertimbangkan untuk semua modulus yang disebut *global safety factor*. Modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin digunakan sebagai modulus reaksi *subgrade* ekuivalen yang mempertimbangkan faktor keamanan global. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari prediksi lendutan pelat dengan menggunakan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin. Faktor aman untuk modulus tambahan reaksi *subgrade* ditetapkan 1,0, dan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen dibagi dengan faktor aman global. Lendutan pelat dihitung dengan menggunakan BoEF (*Beam on Elastic Foundation*). Data struktur Sistem Pelat Terpaku dan tanah didasarkan pada data peneliti sebelumnya untuk model pelat Terpaku tiang tunggal. Lendutan perhitungan dibandingkan dengan lendutan pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lendutan pelat yang dihitung sesuai dengan lendutan pengamatan. Dalam hal ini, daya dukung ujung tiang diabaikan menurut Metode Hardiyatmo Modifikasi. Peningkatan faktor keamanan global mengakibatkan lendutan pelat terlalu tinggi. Artinya, desain dengan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin cenderung menghasilkan zona aman.

Kata-kata kunci: faktor aman global, lempung lunak, lendutan pelat, modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin, perkerasan kaku.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pemodelan fisik Pelat Terpaku dan studi analitiknya telah dilakukan untuk lempung lunak (Hardiyatmo dan Suhendro, 2003; Hardiyatmo, 2008, 2009, 2011; Puri, dkk, 2011a, 2011b, 2012a, 2012b, 2015, 2017). Hardiyatmo (2009 dan 2011), Puri, dkk (2011b, 2012a, 2012b, 2013 dan 2019), Somantri (2013) dan Puri (2015 dan 2017), menggunakan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen untuk menganalisis Sistem Pelat Terpaku.

Modulus reaksi *subgrade* ekuivalen merupakan kumulatif dari modulus reaksi *subgrade* pelat (k) dan modulus tambahan reaksi *subgrade*. Hardiyatmo (2011) menggunakan modulus tambahan reaksi *subgrade* berdasarkan perpindahan relatif antara tiang dan tanah. Pengembangan rumus didasarkan pada teori statis. Puri, dkk, (2012a) mengusulkan pendekatan baru untuk tujuan praktis dalam merancang Sistem Pelat Terpaku, dimana tahanan gesek tiang sepenuhnya dimobilisasi dan ditoleransi penurunan dapat dipertimbangkan. Metode analisis yang diusulkan didasarkan pada satu baris tiang. Praktisnya, pelat terpaku akan dibangun dengan beberapa baris tiang. Sistem ini akan memiliki kapasitas dan kekakuan lebih tinggi. Oleh karena itu, perancangan Sistem Pelat Terpaku berdasarkan analisis satu baris tiang akan menghasilkan desain yang aman.

B. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari prediksi lendutan pelat pada perkerasan Sistem Pelat Terpaku dengan menggunakan modulus reaksi *subgrade*

ekivalen izin. Adapun tambahan modulus reaksi *subgrade* menggunakan metode Hardiyatmo Modifikasi.

C. Faedah

Faedah yang diharapkan pada penelitian ini yaitu dapat memberikan suatu informasi tentang modulus reaksi *subgrade* ekivalenizin pada perkerasan Sistem Pelat Terpaku sehingga dapat diketahui perilaku dari perkerasan Sistem Pelat Terpaku tersebut.

D. Luaran

Luaran dari penelitian ini adalah:

1. Satu makalah pada The 3rd International Conference on Sustainable Infrastructure (ICSI) yang dilaksanakan pada 5-6 Oktober 2020 oleh Universitas Negeri Yogyakarta dan dipublikasikan oleh IOP Publishing. Makalah berjudul *Prediction of Deflection of Single-pile Nailed-slab by Using the Allowable Equivalent Modulus of Subgrade Reaction in Case of Additional Modulus from Modified Hardiyatmo Method*, telah dimuat pada Program Book ICSI halaman 10.
2. Makalah di atas dalam proses publikasi pada prosiding terindeks Scopus oleh IOP Publishing.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kemajuan Penelitian yang Telah Dilakukan Peneliti Sendiri

Pendekatan analitik penentuan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen (k') pada Sistem Pelat Terpaku ditentukan dengan mengakumulasi modulus reaksi *subgrade* pelat (k) dan modulus tambahan reaksi *subgrade* (Δk). Δk mewakili kontribusi tiang yang dipasang di bawah pelat. Modulus reaksi *subgrade* ekuivalen (k') diberikan sebagai berikut (Hardiyatmo, 2009 dan 2011; Puri, dkk, 2011b, 2012a) :

$$k' = k + \Delta k \quad (2.1)$$

dimana k adalah modulus reaksi dari uji pelat beban (kN/m^3), dan Δk adalah modulus tambahan reaksi *subgrade* (kN/m^3).

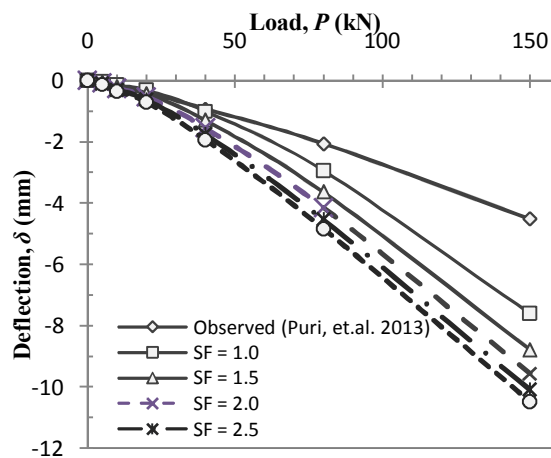
Mobilisasi tahanan gesek tiang berkisar di zona elastis (Puri, dkk, 2012a). Faktor aman 2,5 biasa digunakan dalam praktik penentuan daya dukung tiang pancang. Kemudian modulus tambahan reaksi *subgrade* (Δk) dapat ditentukan dengan metode Hardiyatmo Modifikasi (Persamaan (2.2)). Dalam hal ini, tahanan ujung tiang diabaikan karena dimensi tiang kecil dan tiang tertanam pada tanah lunak. Nilai Δk ditentukan dengan Persamaan berikut:

$$\Delta k = \frac{f_s A_s}{2,5 \delta_a A_{ps}} \quad (2.2)$$

dimana δ_a : toleransi penurunan pelat perkerasan kaku (m), f_s : tahanan gesek ultimit tiang (kN/m^2), A_s : luas permukaan tiang (m^2), A_{ps} : luasan zona pelat yang didukung oleh satu tiang (m^2), dan 2,5 adalah faktor aman. Persamaan (2.2) ditulis sebagai (Puri, 2015) :

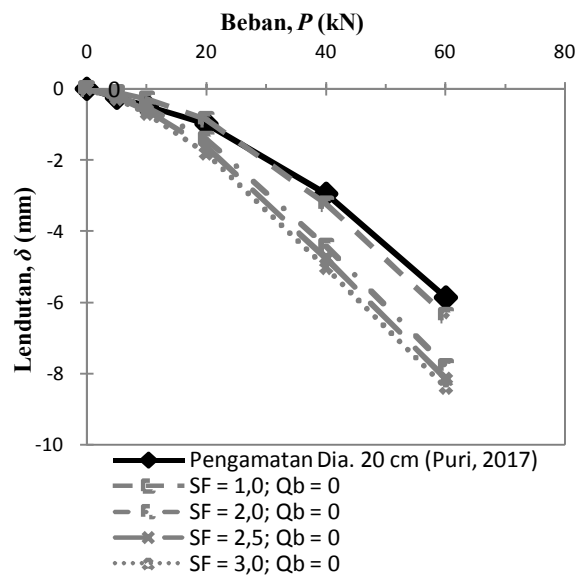
$$\Delta k = \frac{f_s A_s}{SF \delta_a A_{ps}} \quad (2.3)$$

Puri (2017) menerapkan Persamaan (2.3) pada model skala penuh Pelat Terpaku satu baris pada lempung lunak, dan diperoleh hasil hubungan $P-\delta$ sebagaimana Gambar 2.1. Kemudian penelitian dilanjutkan tentang pengaruh dimensi tiang mini dan faktor aman terhadap lendutan Pelat Terpaku tiang tunggal (2018), sehingga diperoleh hubungan $P-\delta$ seperti Gambar 2.2.



Gambar 2.1:

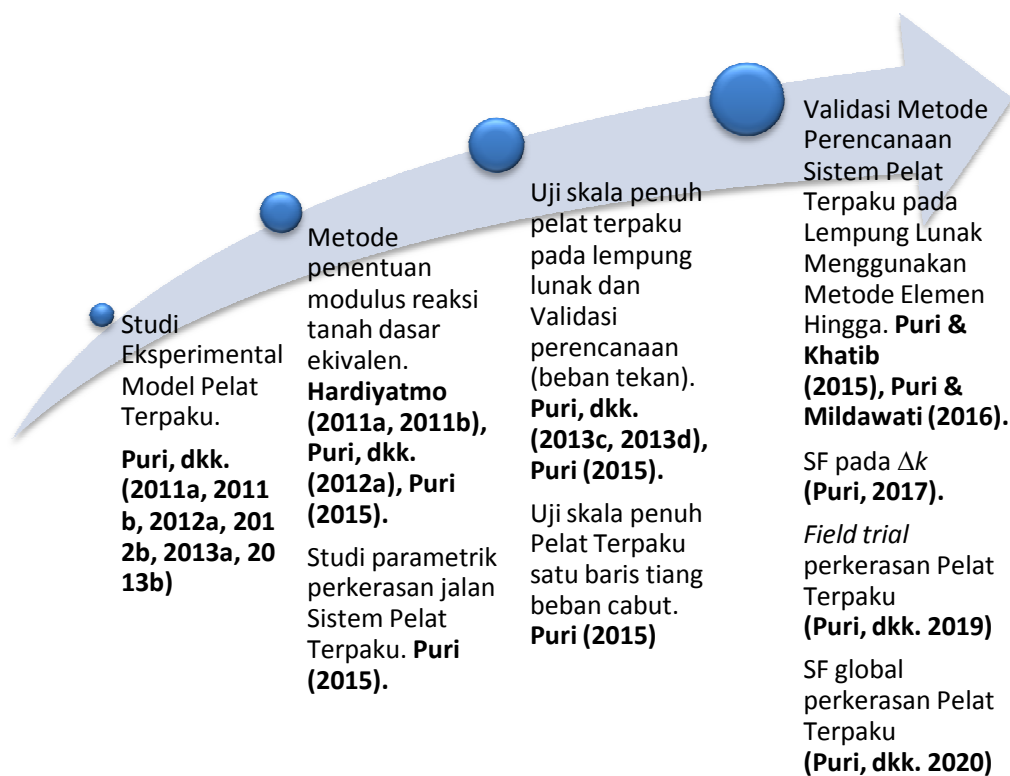
Hubungan $P-\delta$ pada Pelat Terpaku satu baris tiang akibat beban sentris.



Gambar 2.2:

Hubungan $P-\delta$ pada Pelat Terpaku tiang mini tunggal akibat beban sentris.

Dari dua penelitian di atas dapat diketahui bahwa hasil hitungan sesuai dengan pengamatan namun *over-estimated* pada beban yang semakin besar. *SF* mempengaruhi hasil lendutan hitungan. *Over-estimated* cenderung meningkat dengan peningkatan *SF*. Kurva $P-\delta$ berada pada perilaku elastis sebagaimana teori (Puri, et.al. 2012, 2013; Puri, 2015, 2017), dan $SF = 1,0$ sudah memadai untuk analisis (Puri, 2017).



Gambar 2.3:

Peta jalan penelitian Sistem Pelat Terpaku sampai dengan saat ini.

Gambar 2.3 memperlihatkan garis besar peta jalan penelitian Sistem Pelat Terpaku sampai dengan tahun 2016. Di tahun 2017 telah dilakukan analisis

penerapan variasi SF pada Perkerasan Pelat Terpaku dengan satu baris tiang oleh Puri dan pada 2018 untuk Perkerasan Pelat Terpaku tiang tunggal.

B. Kemajuan Penelitian yang Telah Dilakukan Peneliti Lainnya

Perkerasan Sistem Pelat Terpaku telah dikembangkan yang berkaitan dengan perkerasan kaku pada tanah lunak, lempung ekspansif, dan tanah gambut sebagaimana dirangkum pada Tabel 2.1.

C. Tinjauan Penelitian Terdahulu

Puri (2018) telah melakukan analisis tentang pengaruh tahanan ujung tiang dan faktor aman terhadap lendutan Pelat Terpaku tiang tunggal pada lempung lunak. Penelitian ini dianalisis dengan penerapan faktor aman (SF) terhadap tambahan modulus reaksi *subgrade* karena adanya tiang. Belum dilakukan analisis penerapan SF_{global} modulus reaksi *subgrade* ekuivalen pada perkerasan Sistem Pelat Terpaku, sehingga dapat diperoleh informasi dan perilaku perkerasan Sistem Pelat Terpaku.

Tabel 2.1:
Rangkuman *Roadmap* Riset Sistem Pelat Terpaku

No.	Topik	Sub Topik	Referensi
1	Sistem tiang matras beton pada tanah lunak	Fondasi konvensional dengan pendekatan <i>closed to end bearing</i> . Hubungan matras dan tiang mikro yang langsing berupa pen-lubang. Matras beton 1 m × 1 m.	Simanjuntak dkk., 2003
2	Sistem Pelat Terpaku untuk Perkuatan Pelat Beton Pada Perkerasan Kaku	a. Uji model di laboratorium, skala model 1:10 dan 1:2, beban dinamik, analisis tebal pelat menggunakan koefisien reaksi <i>subgrade</i> dinamik. b. Modulus reaksi <i>subgrade</i> ekuivalen	Hardiyatmo, 2008 Hardiyatmo, 2011
3	Sistem Pelat Terpaku pada Lempung Lunak	Tiang tunggal pada lempung kaku. Skala penuh (1:1). Panjang tiang 50 cm, 150 cm, dan 200 cm dengan diameter 20 cm. Tebal <i>pile cap</i> 15 cm. Beban vertikal. Hubungan pelat-tiang menggunakan baut. 1. Penentuan nilai koefisien reaksi <i>subgrade</i> statis ekuivalen berdasarkan metode Road Research Laboartory; pelat 0,76 m × 0,76 m dan 1 m × 1 m. 2. Penentuan nilai koefisien reaksi <i>subgrade</i> statis ekuivalen untuk pelat dia. 1,0 m dan analisis numerik. 3. Formulasi kenaikan modulus reaksi tanah dasar akibat tiang tunggal	Nasibu (2009) Dewi (2009) Hardiyatmo (2009)
4	Penerapan modulus reaksi subgrade pada Sistem Cakar Ayam Modifikasi	1. Metode Puri, dkk (2012) 2. Variasi Faktor Aman Pada Tambahan Modulus Reaksi <i>Subgrade</i>	Afriliyani, dkk. (2017) Agustin, dkk. (2017)
5	<i>Field trail</i> Perkerasan Sistem Pelat Terpaku	Uji coba lapangan Perkerasan Sistem Pelat Terpaku pada tanah kohesif lunak	Puri, dkk. (2019)

D. Kerangka Berfikir

Kerangka berfikir penelitian ini adalah menerapkan faktor aman global (SF_G) modulus reaksi *subgrade* ekuivalen pada perkerasan Sistem Pelat Terpaku. Penelitian ini bagian dari kerangka konseptual mencapai teknologi aplikatif perkerasan jalan Sistem Pelat Terpaku pada tanah lunak sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.4.

Selanjutnya, berdasarkan Persamaan (2.2) dan (2.3), faktor aman hanya diperhitungkan untuk modulus tambahan reaksi *subgrade*. Dalam penelitian ini, faktor aman akan dipertimbangkan untuk semua modulus. Oleh karena itu, Persamaan (2.1) ditulis menjadi persamaan berikut :

$$k'_a = \frac{k'}{SF_G} \quad (2.4)$$

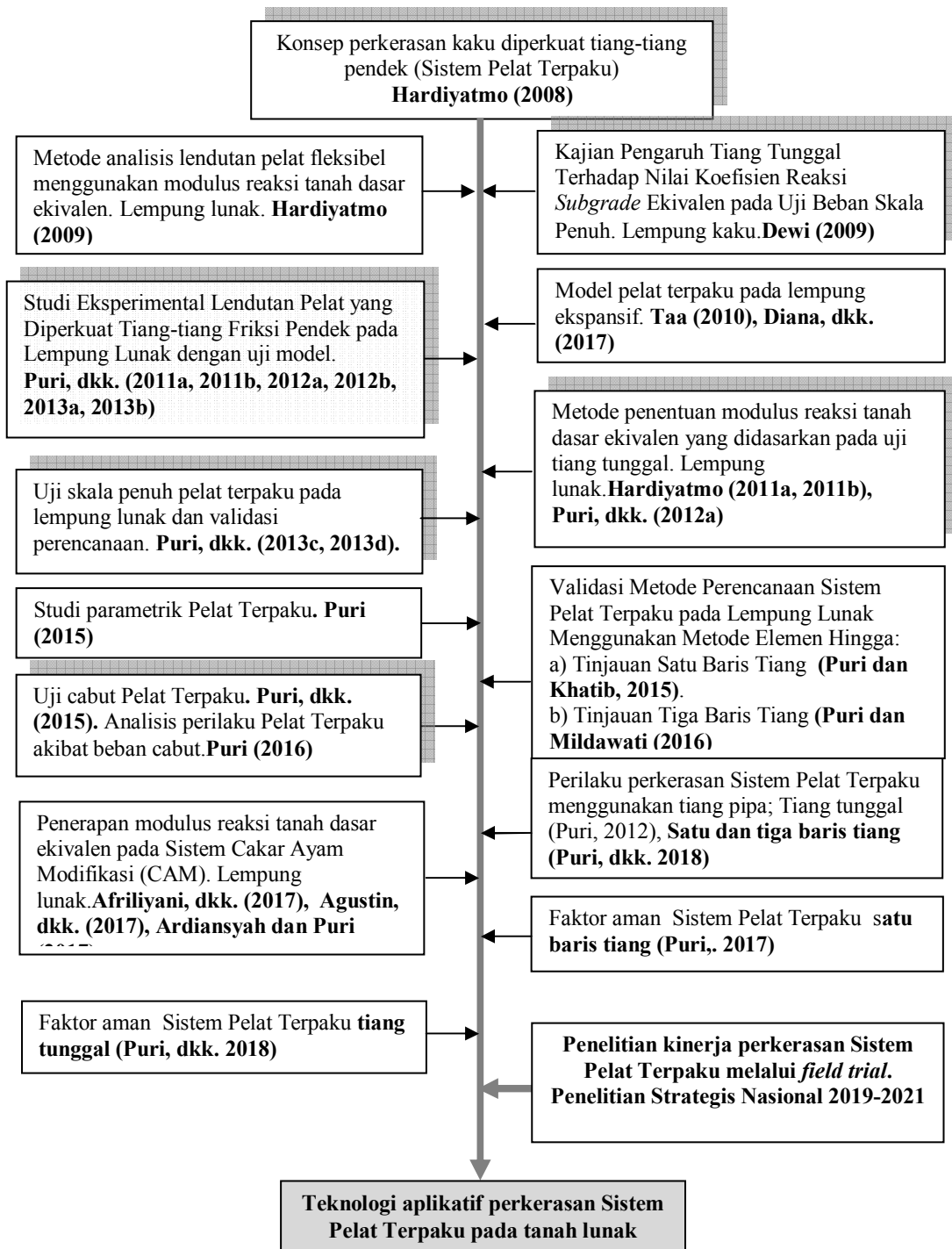
atau,

$$k'_a = \frac{k + \Delta k_m}{SF_G} \quad (2.5)$$

dimana k'_a adalah modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin (kN/m^3), dan SF_G adalah faktor aman global. Karena Persamaan (2.4) dan (2.5) memiliki faktor aman global, faktor aman dalam Persamaan (2.2) dan (2.3) harus netral (1,0). Kemudian modulus tambahan reaksi *subgrade* harus dimodifikasi sebagai tambahan modulus reaksi *subgrade* modifikasi (Δk_m).

$$\Delta k_m = \frac{f_s A_s}{\delta_a A_{ps}} \quad (2.6)$$

Persamaan (2.6) adalah untuk tahanan ujung tiang diabaikan ($Q_b = 0$).



Gambar 2.4:

Kerangka konseptual dan rekam jejak penelitian.

Adapun untuk tahanan ujung yang diperhitungkan, tambahan modulus reaksi *subgrade* modifikasi (Δk_m) diturun sebagai berikut:

$$\Delta k_m = \frac{Q_s + Q_b}{\delta_a A_{ps}} \quad (2.7)$$

atau,

$$\Delta k_m = \frac{f_s A_s + f_b A_b}{\delta_a A_{ps}} \quad (2.8)$$

dengan, $f_s = a_d \cdot c_u$, a_d adalah faktor adhesi (non-dimensi), c_u adalah kohesi *undrained* (kN/m²), f_b adalah tahanan ujung satuan ultimit (kN/m²), $f_b = c_u \cdot N_c$, N_c adalah faktor kapasitas dukung, umumnya pada tanah lempung diambil 9 (Skempton, 1959), A_b adalah luasan penampang ujung tiang (m²).

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Riau dan Laboratorium Komputasi Teknik Sipil FT. Universitas Islam Riau.

B. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data sekunder yaitu hasil uji skala penuh Sistem Pelat Terpaku tiang tunggal pada lempung lunak (Puri, 2017a) dan pengaruh faktor aman terhadap perhitungan lendutan Sistem Pelat Terpaku satu baris tiang pada lempung lunak akibat beban konsentris (Puri, 2017b). Gambaran parameter bahan pada Sistem Pelat Terpaku yang menggunakan tiang beton bertulang masif oleh Puri (2017) diuraikan berikut ini.

B.1 Sifat-sifat lempung lunak

Sifat tanah lempung lunak yang digunakan Puri (2017) adalah tanah lempung lunak Ngawi-2 yang berasal dari Ngawi, Jawa Timur dengan sifat-sifat seperti diberikan pada Tabel 3.1. Lempung ini mempunyai kadar air tanah yang cukup tinggi rerata 54,87% dan mendekati kadar air asli 50,49%. Berdasarkan kuat geser *undrained* (S_u) kondisi tidak terganggu rerata sebesar 20,14kN/m², maka termasuk kategori lunak. Kondisi lunak tersebut juga dibuktikan dengan nilai CBR lapangan rerata 0,83%. Nilai *PI* sebesar 59,98% membuat lempung ini termasuk klasifikasi CH (lempung plastisitas tinggi) menurut klasifikasi USCS, atau setara dengan klasifikasi A-7-6 menurut AASHTO. Distribusi ukuran butiran

tanah didominasi gradasi butir halus yang mencapai rerata 92,93% dan sisanya berupa pasir halus. Koefisien reaksi *subgrade* adalah 15.000 kPa/m berdasarkan uji beban pelat standar.

Tabel 3.1:
Sifat-sifat Lempung Ngawi-2 (Puri, 2017)

No.	Sifat-sifat	Satuan	Rerata
1	Berat spesifik, G_s	-	2,55
2	Batas-batas konsistensi:		
	- Batas cair, LL	%	88,46
	- Batas plastis, PL	%	28,48
	- Batas susut, SL	%	9,34
	- Indeks plastisitas, PI	%	59,98
3	Kadar air, w	%	54,87
4	Kadar lempung	%	92,93
5	Kandungan pasir	%	6,89
6	Berat volume basah, γ	kN/m ³	16,32
7	Berat volume kering, γ_d	kN/m ³	10,90
8	Kuat geser <i>undrained</i> , S_u		
	- Tak terganggu	kN/m ²	20,14
	- <i>Remolded</i>	kN/m ²	11,74
9	Kuat tekan bebas, q_u	kN/m ²	37,20
10	CBR lapangan	%	0,83
11	Klasifikasi tanah:		
	- AASHTO	-	A-7-6
	- USCS	-	CH

B.3 Sifat-sifat beton

Berdasarkan uji kelecakan beton pelat diperoleh *slump* sebesar rerata 12,5 cm dan masih dapat diterima untuk beton K350. Mengacu pada uji kuat tekan beton diperoleh kuat tekan rerata pada umur 28 hari sebesar 29,21 MPa. Jadi target mutu beton K350 yang setara dengan 29 MPa tercapai. Berdasarkan uji kuat tarik belah (*splitting test*) diperoleh kuat tarik belah rerata sebesar 3.128 kPa. Adapun beton tiang diperoleh mutu K210 ($f_c' = 17,4$ MPa). Berdasarkan pengamatan, keruntuhan beton terjadi pada pecahnya agregat kasar. Untuk lantai

kerja dengan campuran 1PC : 3PS : 5KR diasumsikan mempunyai mutu K175 ($f_c' = 14,5$ MPa).

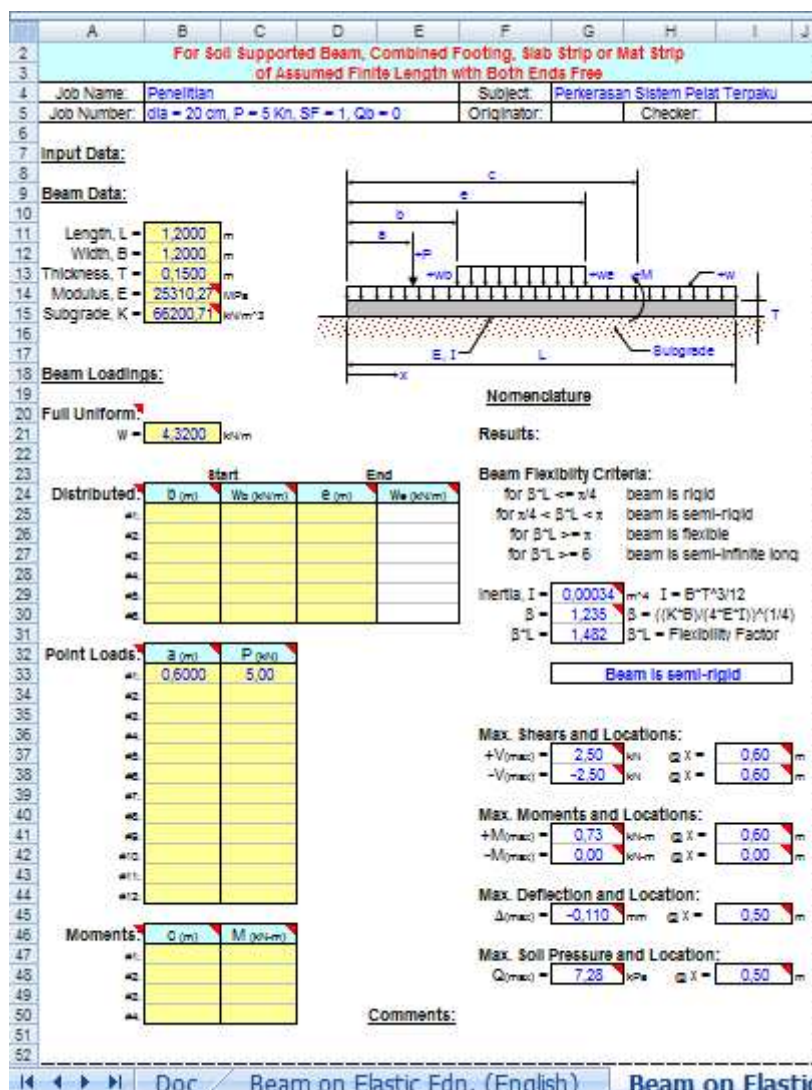
C. Cara Analisis

Analisis dilakukan menggunakan teori modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin sesuai Persamaan (2.5) dan modulus tambahan reaksi *subgrade* modifikasi dengan menerapkan faktor aman global sebagaimana Persamaan (2.6) untuk tahanan ujung tiang diabaikan ($Q_b = 0$) dan Persamaan (2.8) dengan tahanan ujung tiang diperhitungkan ($Q_b \neq 0$). Analisis numerik menggunakan aplikasi “BoEF.xls” Program Versi 1.4. Karena limitasi dari BoEF maka beberapa penyederhanaan dilakukan (Puri, 2015, 2017) yaitu mengabaikan reaksi *subgrade* lantai kerja dan penebalan sambungan antara pelat dan tiang. Oleh karena pelat penebalan sambungan antara pelat dan tiang diabaikan maka panjang tiang disesuaikan dengan cara menambahkan tebal pelat ke dalam panjang tiang. Prosedur analisis lebih lengkap telah diberikan oleh Puri, dkk (2013) dan Puri (2015). Secara singkat diuraikan sebagai berikut:

- a) Menghitung koefisien modulus reaksi *subgrade* terkoreksi untuk tanah lempung lunak di bawah pelat (koreksi terhadap dimensi dan bentuk pelat). Pada studi ini, koreksi mengacu pada Das (2011).
- b) Menghitung tambahan modulus reaksi *subgrade* modifikasi tanah lempung lunak.
- c) Menghitung modulus reaksi *subgrade* ekuivalen.
- d) Menetapkan besaran faktor aman global.
- e) Menghitung modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin.

- f) Menghitung momen inersia penampang pelat.
- g) Meng-input parameter yang diperlukan ke dalam software BoEF.
- h) Investigasi output analisis (kecuali tekanan dukung di bawah pelat tidak diperhitungkan).

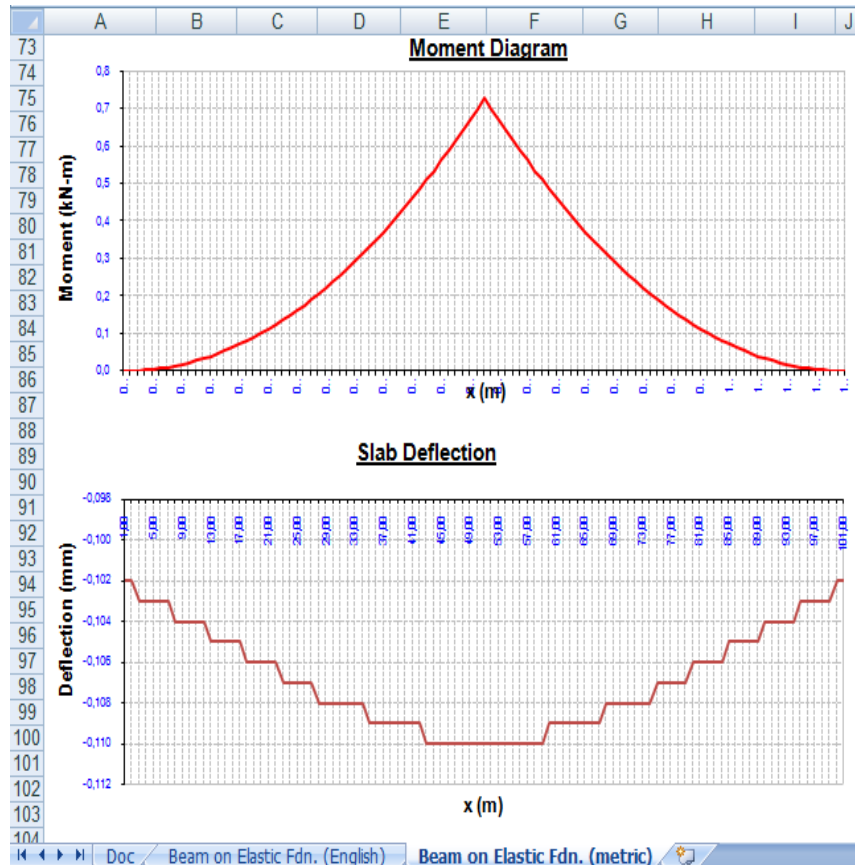
Berikut merupakan tampilan *input* data dari program komputer BoEF dalam *M.S Excel* ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 :

Tampilan *input* data Program BoEF dalam *M.S. Excel*.

Pada program ini *output* berupa grafik dan tabel nilai yaitu momen (kNm), dan lendutan (mm). Berikut merupakan tampilan *output* program BoEF dalam MS. Excel pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.



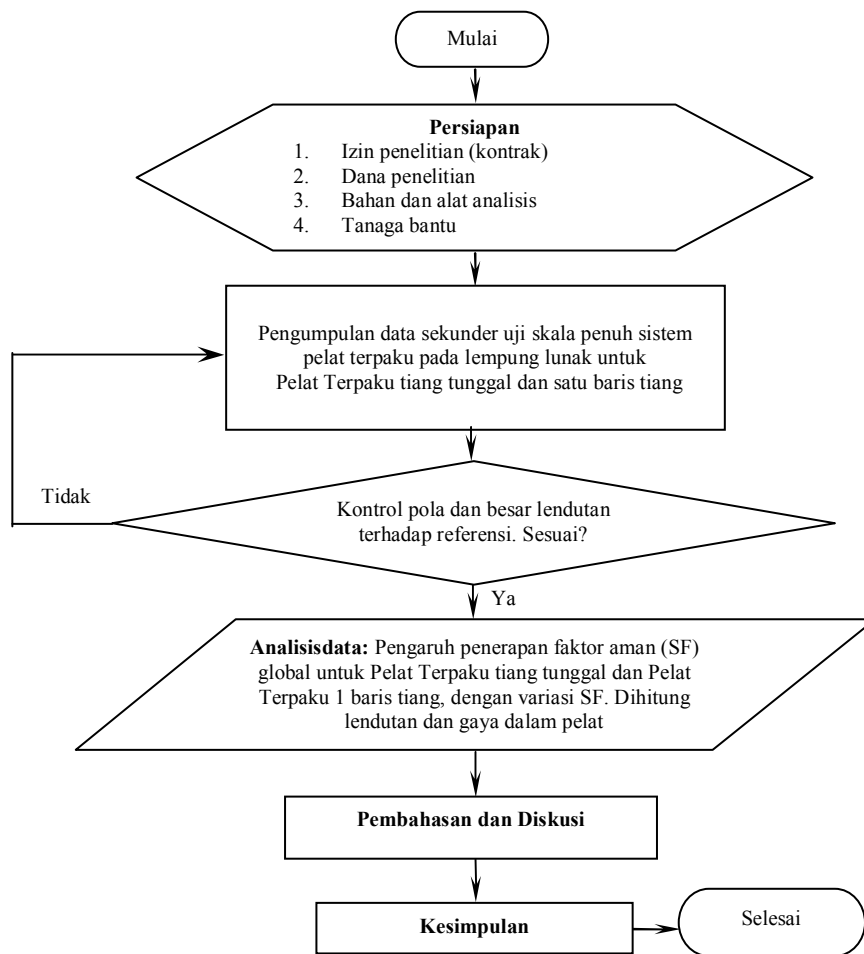
Gambar 3.2 :
Tampilan *Output* Program BoEF.xls v.1.4 berupa Grafik.

Point #	X (m)	Shear (kN)	Moment (kN-m)	Deflection (mm)	Bearing Pressure (kPa)
1	0.0000	0.00	0.00	-0.1020	6.75
2	0.0120	0.05	0.00	-0.1020	6.75
3	0.0240	0.09	0.00	-0.1030	6.82
4	0.0360	0.14	0.00	-0.1030	6.82
5	0.0480	0.18	0.00	-0.1030	6.82
6	0.0600	0.23	0.01	-0.1030	6.82
7	0.0720	0.28	0.01	-0.1030	6.82
8	0.0840	0.32	0.01	-0.1040	6.88
9	0.0960	0.37	0.02	-0.1040	6.88
10	0.1080	0.42	0.02	-0.1040	6.88
11	0.1200	0.47	0.03	-0.1040	6.88
12	0.1320	0.51	0.03	-0.1040	6.88
13	0.1440	0.56	0.04	-0.1050	6.95
14	0.1560	0.61	0.05	-0.1050	6.95
15	0.1680	0.66	0.05	-0.1050	6.95
16	0.1800	0.71	0.06	-0.1050	6.95
17	0.1920	0.76	0.07	-0.1050	6.95
18	0.2040	0.80	0.08	-0.1060	7.02
19	0.2160	0.85	0.09	-0.1060	7.02
20	0.2280	0.90	0.10	-0.1060	7.02
21	0.2400	0.95	0.11	-0.1060	7.02
22	0.2520	1.00	0.12	-0.1060	7.02
23	0.2640	1.05	0.14	-0.1070	7.08
24	0.2760	1.10	0.15	-0.1070	7.08
25	0.2880	1.15	0.16	-0.1070	7.08
26	0.3000	1.20	0.18	-0.1070	7.08
27	0.3120	1.25	0.19	-0.1070	7.08
28	0.3240	1.30	0.21	-0.1080	7.15
29	0.3360	1.35	0.22	-0.1080	7.15
30	0.3480	1.40	0.24	-0.1080	7.15
31	0.3600	1.45	0.26	-0.1080	7.15
32	0.3720	1.51	0.27	-0.1080	7.15
33	0.3840	1.56	0.29	-0.1080	7.15
34	0.3960	1.61	0.31	-0.1080	7.15
35	0.4080	1.66	0.33	-0.1090	7.22
36	0.4200	1.71	0.35	-0.1090	7.22
37	0.4320	1.76	0.37	-0.1090	7.22
38	0.4440	1.82	0.39	-0.1090	7.22
39	0.4560	1.87	0.42	-0.1090	7.22
40	0.4680	1.92	0.44	-0.1090	7.22
41	0.4800	1.97	0.46	-0.1090	7.22
42	0.4920	2.03	0.49	-0.1090	7.22
43	0.5040	2.08	0.51	-0.1100	7.28
44	0.5160	2.13	0.54	-0.1100	7.28
45	0.5280	2.18	0.56	-0.1100	7.28
46	0.5400	2.24	0.59	-0.1100	7.28
47	0.5520	2.29	0.62	-0.1100	7.28
48	0.5640	2.34	0.64	-0.1100	7.28
49	0.5760	2.39	0.67	-0.1100	7.28
50	0.5880	2.45	0.70	-0.1100	7.28
51	0.6000	2.50	0.73	-0.1100	7.28
52	0.6120	2.45	0.70	-0.1100	7.28
53	0.6240	2.39	0.67	-0.1100	7.28

Gambar 3.3 :
Tampilan *Output* Program BoEF.xls v.1.4 berupa Tabel.

D. Konsep Operasional

Penelitian dilakukan dengan tahapan operasional sebagaimana bagan alir penelitian yang diberikan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4:
Bagan alir penelitian.

Adapun tahapan pelaksanaan penelitian dirunut sebagaimana uraian berikut.

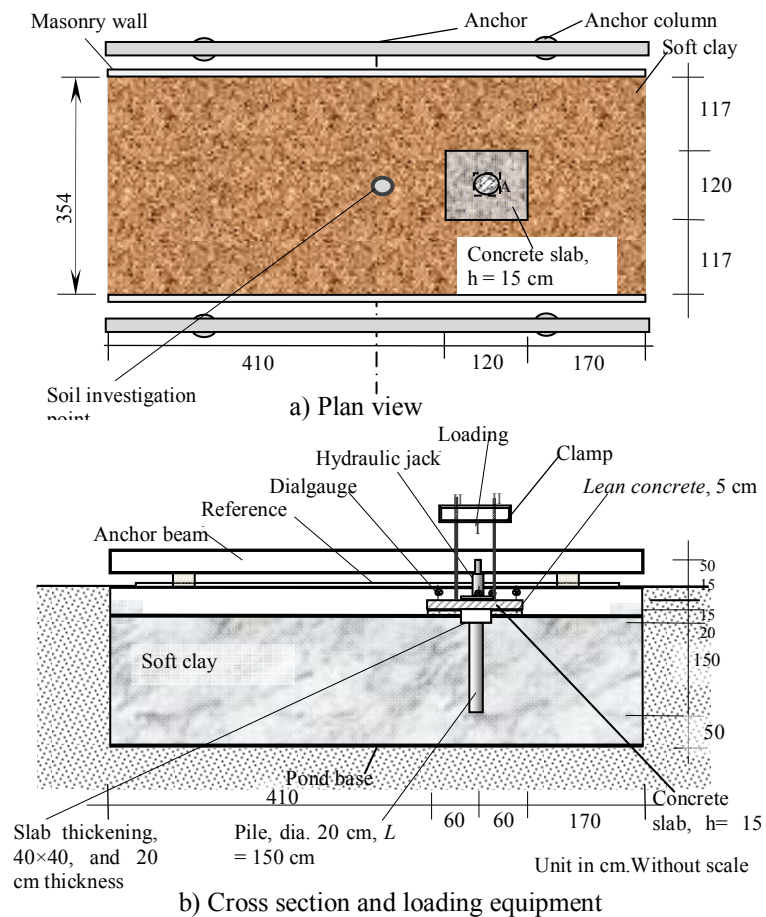
1. Persiapan, meliputi perizinan penelitian dll.
2. Pengumpulan data sekunder. Indikator capaiannya adalah terpenuhi data yang memadai.
3. Analisis data. Simulasi analisis lendutan pelat terpaku tiang tunggal dan dengan 1 baris tiang menggunakan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen dengan menerapkan SF global dimana SF divariasikan dengan variasi 1,0; 2,0; 2,5; dan 3,0. Analisis dilakukan terhadap Pelat Terpaku tiang tunggal

menggunakan teori BoEF. Indikator berupa hasil analisis secara numerik atas perilaku Sistem Pelat Terpakuberupa lendutan dan gaya dalam pelat.

4. Pembahasan dan kesimpulan. Indikator: teori tentang perilaku Sistem Pelat Terpaku yang menggunakan faktor aman global.
5. Laporan hasil dan publikasi ilmiah. Indikator: dokumentasi *hardcopy* dan *softcopy* sebagai sarana distribusi ilmu pengetahuan untuk kemaslahatan manusia.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN PELAT TERPAKU TIANG TUNGGAL

Puri (2017a), telah menyajikan hasil uji dan analisis Pelat Terpaku tiang tunggal skala penuh. Prosedur uji dijelaskan secara singkat oleh Puri, dkk, (2013 dan 2014). Pelat Terpaku tiang tunggal skala penuh dibangun diatas tanah lempung lunak. Gambar 4.1 menunjukkan diagram skema pengujian dan Gambar 4.2 menyajikan foto pengujian (Puri, 2017a).



Gambar 4.1 :
Diagram skema investigasi pengujian (Puri, 2017a).



Gambar 4.2 :

Foto uji pembebanan konsentris Sistem Pelat Terpaku tiang tunggal.

A. Modulus Reaksi *Subgrade* Ekuivalen Izin

Modulus reaksi *subgrade* (k) dengan lebar pelat 1,2 m adalah 4.500 kPa/m. Persamaan (2.6) digunakan untuk menghitung modulus tambahan reaksi *subgrade* yang dimodifikasi karena pemasangan tiang tunggal di bawah pelat. Modulus tambahan reaksi *subgrade* yang dimodifikasi (Δk_m) dan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin (k_a') dihitung dengan mengabaikan tahanan ujung tiang ($Q_b=0$). Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.1 untuk berbagai variasi faktor aman. Toleransi penurunan (δ_a) diambil dari lendutan maksimum pengamatan. Terlihat Δk_m dan k_a' cenderung berkurang dengan bertambahnya beban karena peningkatan lendutan pelat. Variabel-variabel tersebut cenderung pula menurun dengan meningkatkan faktor aman global, SF_G . Hasil yang sama juga telah disampaikan oleh Puri (2017a) dan Puri, dkk (2018) bahwa modulus reaksi *subgrade* ekuivalen berkurang dengan meningkatnya beban. Selain itu, peningkatan

faktor aman cenderung menurunkan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen (Puri, (2017a) dan Puri, dkk (2018)).

Tabel 4.1:
Modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin untuk $Q_b=0$

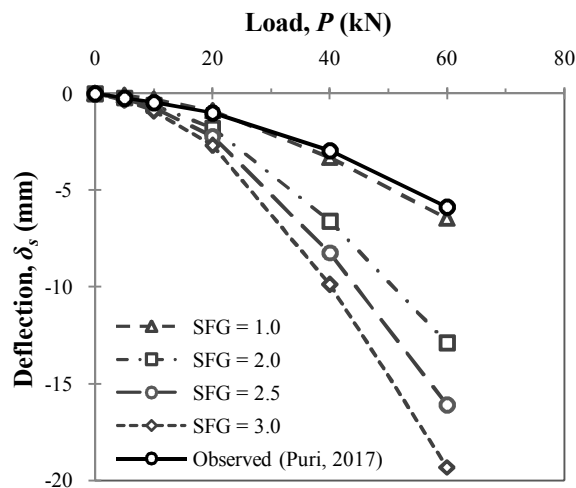
Beban, P (kN)	$\delta_a = \delta_s$ (mm)	SF_G	Δk_m (kN/m ³)	k_a' (kN/m ³)
5	0,24	1,0	61700,71	66200,71
		2,0		33100,36
		2,5		26480,28
		3,0		22066,90
10	0,48	1,0	31303,09	35803,09
		2,0		17901,54
		2,5		14321,23
		3,0		11934,36
20	0,98	1,0	15189,80	19689,80
		2,0		9844,90
		2,5		7875,92
		3,0		6563,27
40	2,95	1,0	5066,70	9566,70
		2,0		4783,35
		2,5		3826,68
		3,0		3188,90
60	5,86	1,0	2548,05	7048,05
		2,0		3524,02
		2,5		2819,22
		3,0		2349,35

B. Hasil Lendutan Pelat Sistem Pelat Terpaku

Hasil analisis lendutan pelat terpaku dengan mengabaikan tahanan ujung tiang ($Q_b=0$) ditunjukkan pada Gambar 4.3. Hasil yang diperoleh cukup baik karena pola lendutan hitungan sesuai dengan lendutan pengamatan namun tingkat akurasinya berbeda menurut variasi faktor aman SF_G . Untuk $SF_G = 1,0$ *over-estimated* terjadi sekitar 34% pada beban maksimum 60 kN. Tambahan modulus

reaksi *subgrade* yang dimodifikasi (Δk_m) dihitung menggunakan lendutan pengamatan sebagai lendutan izin ($\delta_s = \delta_a$). Di kasus ini, metode yang diusulkan dapat digunakan sebagai analisis perencanaan awal sehingga dapat menghasilkan peningkatan level keamanan dalam perencanaan. Sebab lendutan izin δ_a tidak boleh melampaui 5,0 mm guna menghindari retak permukaan pada pelat beton.

Variasi SF_G mempengaruhi hasil lendutan hitungan. Semua lendutan yang dihitung berdasarkan variasi SF_G cenderung *over-estimated*. *Over-estimated* meningkat dengan meningkatnya SF_G . Untuk $SF_G = 3,0$, *over-estimate* sekitar 229% pada beban maksimum. Dengan demikian, untuk keperluan desain, dengan mengambil faktor aman yang semakin besar maka akan menghasilkan desain yang semakin aman, namun perlu memperhatikan efisiensi desain.



Gambar 4.3:

Hubungan P - δ pada titik pembebanan Pelat Terpaku tiang tunggal dengan variasi SF_G .

Hal ini juga ditunjukkan pada Gambar 4.3 bahwa kurva $P-\delta$ berada di zona elastis-plastis yang berbedadengan teori. Semakin besar SF_G maka perilaku elastis-plastis cenderung melemah. Dalam hal ini, rasio Poisson tidak mempengaruhi lendutan pelat (Puri, 2017a). Analisis BoEF yang dilakukan 2D. Rasio Poisson dapat mempengaruhi gaya dalam. Dengan demikian, kriteria kegagalan pelat akan meningkat, artinya desain awal dengan menggunakan Persamaan (4) akan berada pada zona aman.

C. Pengaruh Tahanan Ujung Tiang

C.1 Pengaruh tahanan ujung tiang terhadap modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin

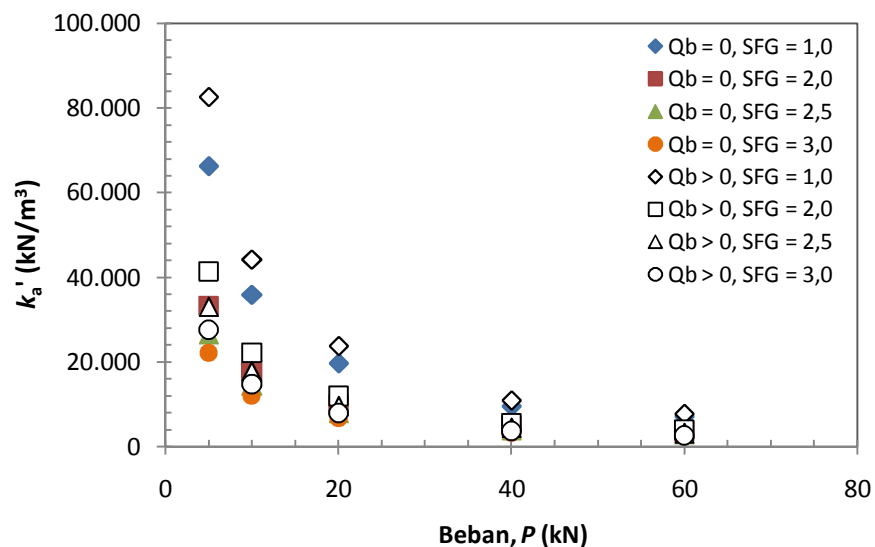
Persamaan (2.8) digunakan untuk menghitung modulus tambahan reaksi *subgrade* yang dimodifikasi karena pemasangan tiang tunggal di bawah pelat. Tambahan modulus reaksi *subgrade* yang dimodifikasi (Δk_m) dan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin (k_a') dengan memperhitungkan pengaruh tahanan ujung tiang ($Q_b \neq 0$). Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.2 untuk berbagai variasi faktor aman. Toleransi penurunan (δ_a) diambil dari lendutan maksimum pengamatan. Terlihat Δk_m dan k_a' cenderung berkurang dengan bertambahnya beban karena peningkatan lendutan pelat. Variabel-variabel tersebut cenderung pula menurun dengan meningkatkan faktor aman global, SF_G . Hasil ini berperilaku sama seperti pada Tabel 4.1. Dengan demikian, sebagaimana yang telah disampaikan oleh Puri (2017a) dan Puri, dkk (2018) bahwa modulus reaksi *subgrade* ekuivalen berkurang dengan meningkatnya beban.

Tabel 4.2 :
Modulus reaksi *subgrade* ekivalen izin saat $Q_b \neq 0$

Beban, P (kN)	$\delta_a = \delta_s$ (mm)	SF_G	Δk_m (kN/m ³)	k_a' (kN/m ³)
5	0,24	1,0	78033,25	82533,25
		2,0		41266,63
		2,5		33013,30
		3,0		27511,08
10	0,48	1,0	39589,20	44089,20
		2,0		22044,60
		2,5		17635,68
		3,0		14696,40
20	0,98	1,0	19210,63	23710,63
		2,0		11855,31
		2,5		9484,25
		3,0		7903,54
40	2,95	1,0	6407,89	10907,89
		2,0		5453,94
		2,5		4363,16
		3,0		3635,96
60	5,86	1,0	3222,53	7722,53
		2,0		3861,27
		2,5		3089,01
		3,0		2574,18

Selain itu, peningkatan faktor aman cenderung menurunkan modulus reaksi *subgrade* ekivalen (Puri, (2017a) dan Puri, dkk (2018)). Namun terlihat bahwa nilai Δk_m dan k_a' lebih besar dengan memperhitungkan tahanan ujung tiang dibanding bila mengabaikan tahanan ujung tiang. Keberadaan tiang di bawah pelat yang pada kasus ini disebut sebagai Sistem Pelat Terpaku, semakin meningkatkan nilai Δk_m dan k_a' bilamana tahanan ujung tiang diperhitungkan. Terlihat nilai Δk_m dan k_a' dengan memperhitungkan tahanan ujung tiang ($Q_b \neq 0$) lebih besar dibanding mengabaikan tahanan ujung tiang ($Q_b = 0$). Dengan demikian tahanan

ujung tiang mempunyai kontribusi dalam meningkatkan modulus reaksi *subgrade* ekivalen izin. Gambar 4.4 memperlihatkan perbandingan nilai k_a untuk tahanan ujung tidak diperhitungkan dengan tahanan ujung yang diperhitungkan.



Gambar 4.4:

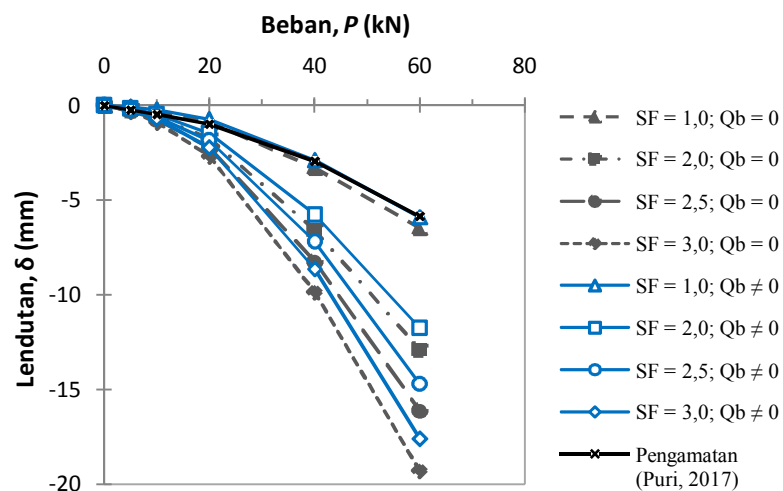
Perbandingan nilai k_a untuk tahanan ujung $Q_b = 0$ dan $Q_b > 0$.

Bilamana dikaitkan dengan faktor aman global, maka modulus reaksi *subgrade* ekivalen izin cenderung pula menurun dengan meningkatkan faktor aman global, SF_G . Perlu dipahami bahwa penggunaan faktor aman pada analisis Sistem Pelat Terpaku menggunakan konsep modulus reaksi *subgrade* berbeda dengan konsep faktor aman pada analisis kuat dukung pondasi. Pada analisis kuat dukung pondasi, faktor aman diberikan pada kuat dukung ultimit guna membatasi beban izin. Adapun pada analisis Sistem Pelat Terpaku, faktor aman diberikan pada modulus reaksi *subgrade* ekivalen sehingga diperoleh modulus reaksi

subgrade ekuivalen izin. Disini modulus reaksi *subgrade* Sistem Pelat Terpaku yang dibatasi dalam memikulkan beban agar konstruksi Pelat Terpaku dalam kondisi aman.

C.2 Pengaruh tahanan ujung tiang terhadap lendutan pelat

Sebagai pembanding, lendutan pelat juga dianalisis dengan memperhitungkan tahanan ujung tiang, sehingga diperoleh hasil seperti Gambar 4.5. Hasilnya menunjukkan bahwa lendutan pelat dengan memperhitungkan tahanan ujung tiang ($Q_b \neq 0$) lebih rendah dibanding lendutan dengan mengabaikan tahanan ujung tiang ($Q_b = 0$). Untuk $SF_G = 1,0$, grafik lendutan saat $Q_b \neq 0$ sangat mendekati nilai lendutan pengamatan dan berimpitan pada beban 40 kN dan 60 kN.



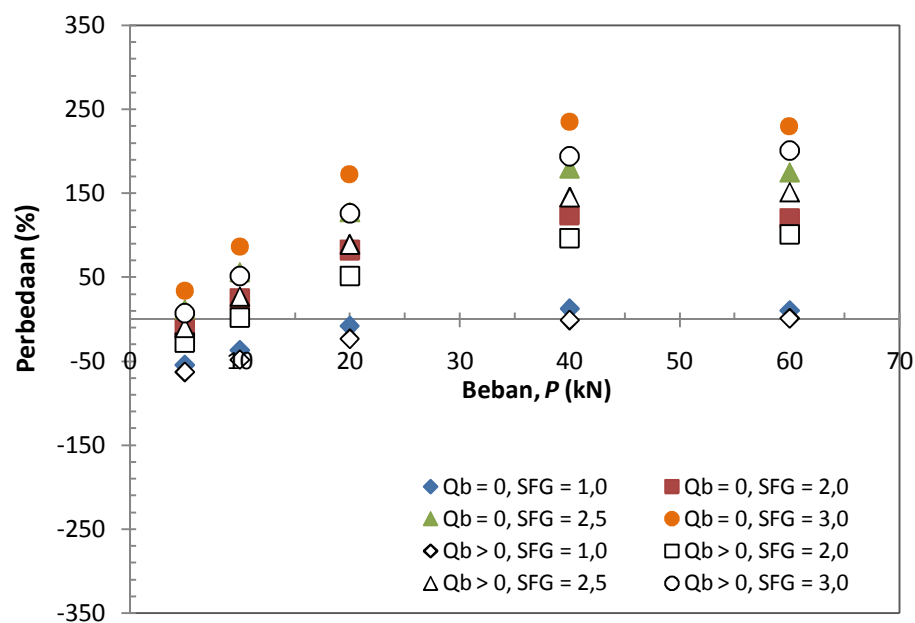
Gambar 4.5:
Hubungan P - δ Pelat Terpaku tiang tunggal dengan variasi SF_G saat $Q_b = 0$ dan $Q_b \neq 0$.

Tabel 4.3 menyajikan hasil hitungan lendutan pelat terhadap lendutan pengamatan pada kondisi tahanan ujung tiang diabaikan ($Q_b=0$) dan diperhitungkan ($Q_b \neq 0$). Di tabel tersebut juga disajikan persentase perbedaan antara lendutan hitungan dengan lendutan pengamatan.

Tabel 4.3:
Lendutan hitungan pelat untuk $Q_b=0$ dan $Q_b \neq 0$

No.	Beban, P (kN)	Faktor Aman Global, SF_G	Lendutan Penga- matan, δ_s (mm)	$Q_b = 0$		$Q_b \neq 0$	
				δ_s hitung (mm)	Selisih (%) = $[(E)-$ $(D)]/(D)] \times$ 100%	δ_s hitung (mm)	Selisih (%) = $[(G)-$ $(D)]/(D)] \times$ 100%
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)
1	5	1,0	-0,242	-0,110	-55	-0,089	-63
		2,0		-0,217	-10	-0,174	-28
		2,5		-0,270	12	-0,217	-10
		3,0		-0,324	34	-0,260	7
2	10	1,0	-0,477	-0,301	-37	-0,245	-49
		2,0		-0,595	25	-0,485	2
		2,5		-0,743	56	-0,604	27
		3,0		-0,890	87	-0,724	52
3	20	1,0	-0,983	-0,901	-8	-0,750	-24
		2,0		-1,789	82	-1,488	51
		2,5		-2,233	127	-1,857	89
		3,0		-2,677	172	-2,225	126
4	40	1,0	-2,947	-3,305	12	-2,902	-2
		2,0		-6,585	123	-5,778	96
		2,5		-8,225	179	-7,217	145
		3,0		-9,865	235	-8,655	194
5	60	1,0	-5,86	-6,460	10	-5,899	1
		2,0		-12,883	120	-11,761	101
		2,5		-16,094	175	-14,692	151
		3,0		-19,306	229	-17,623	201

Gambar 4.5 memperlihatkan grafik perbedaan lendutan hitungan pelat dengan lendutan pengamatan pelat untuk berbagai faktor aman global. Perbedaan bernilai positif bermakna *over-estimated* sedangkan untuk nilai negatif mempunyai arti *under-estimated*. Terlihat bahwa untuk $SF_G=1,0$ cenderung mendekati lendutan pengamatan dimana pada beban <40 kN cenderung *under-estimated*. Khusus untuk $Q_b \neq 0$, pada beban ≥ 40 kN sama dengan pengamatan. Semakin besar nilai SF_G maka semakin *over-estimated* hasil lendutan hitungan.



Gambar 4.6:

Perbedaan lendutan hitungan pelat dengan lendutan pengamatan pelat untuk berbagai SF_G .

C.3 Pengaruh tahanan ujung tiang terhadap momen pelat

Pengaruh tahanan ujung tiang terhadap momen maksimum di tengah pelat diberikan pada Tabel 4.4 dengan variasi SF_G . Terlihat bahwa tahanan ujung tiang tidak berpengaruh terhadap momen pelat. Hal ini benar bila merujuk pada hasil hitungan BoEF oleh karena keberadaan tiang (termasuk tahanan ujungnya) ditransformasikan menjadi modulus reaksi *subgrade* ekuivalen. Namun bila dikaitkan kondisi riil konstruksinya maka hal tersebut adalah salah. Faktanya tiang berada di tengah bagian bawah pelat, sehingga bila tahanan ujung diperhitungkan maka akan mempengaruhi distribusi dan besar momen pada pelat. Oleh karena itu perlu justifikasi hasil hitungan momen ataupun gaya dalam dari pendekatan yang digunakan yang dihitung menggunakan metode BoEF terhadap metode hitungan yang lebih realistis seperti metode elemen hingga. Terlihat bahwa seluruh momen adalah bernilai positif yang menunjukkan bahwa terjadi lentur pada sisi/serat bawah pelat. Semestinya di tengah pelat terjadi momen negatif karena adanya tiang di tengah bawah pelat tersebut.

Tabel 4.4:
Momen maksimum di tengah pelat

No.	Beban, P (kN)	Faktor Aman Global, SF_G	Momen Pelat, M (kN-m)	
			$Q_b = 0$	$Q_b > 0$
1	5	1,0	0,73	0,73
		2,0	0,74	0,74
		2,5	0,74	0,74
		3,0	0,74	0,74
2	10	1,0	1,48	1,47
		2,0	1,49	1,49
		2,5	1,49	1,49
		3,0	1,49	1,49
3	20	1,0	2,98	2,97
		2,0	2,99	2,99
		2,5	2,99	2,99
		3,0	2,99	2,99
4	40	1,0	5,98	5,97
		2,0	5,99	5,99
		2,5	5,99	5,99
		3,0	5,99	5,99
5	60	1,0	8,97	8,97
		2,0	8,99	8,99
		2,5	8,99	8,99
		3,0	8,99	8,99

A. Modulus Reaksi *Subgrade* Ekuivalen Izin

Modulus reaksi *subgrade* (k) pelat terpaku satu baris tiang dengan panjang pelat sama dengan lebar perkerasan yaitu 6 m adalah 3300 kPa/m. Modulus tambahan reaksi *subgrade* modifikasi dihitung sesuai Persamaan (2.6). Kemudian Persamaan (2.8) digunakan dalam menghitung modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 5.1 dengan mengabaikan tahanan ujung tiang ($Q_b=0$). Toleransi penurunan (δ_a) diambil dari lendutan maksimum pengamatan (Puri, 2017b).

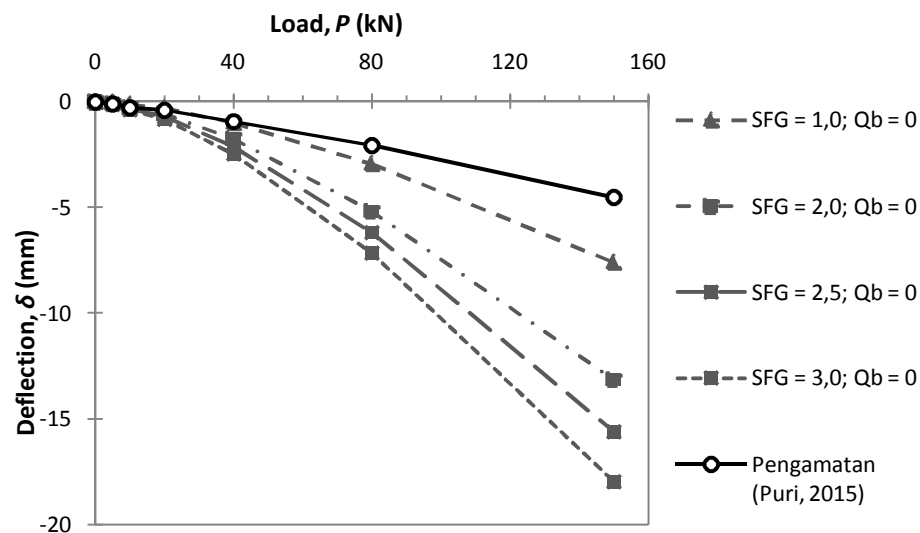
Tabel 5.1 :
Modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin pelat terpaku 1 baris tiang untuk $Q_b=0$

Beban, P (kN)	$(\delta_a = \delta_s)$ (mm)	Faktor Aman	Δk_m (kN/m ³)	ka' (kN/m ³)
5	0,10	1,0	149315,72	152615,72
		2,0		76307,86
		2,5		61046,29
		3,0		50871,91
10	0,27	1,0	55302,12	58602,12
		2,0		29301,06
		2,5		23440,85
		3,0		19534,04
20	0,41	1,0	36418,47	39718,47
		2,0		19859,24
		2,5		15887,39
		3,0		13239,49
40	0,93	1,0	16055,45	19355,45
		2,0		9677,73
		2,5		7742,18
		3,0		6451,82
80	2,06	1,0	7248,34	10548,34
		2,0		5274,17
		2,5		4219,34
		3,0		3516,11
150	4,52	1,0	3303,45	6603,45
		2,0		3301,725
		2,5		2641,38
		3,0		2201,15

B. Hasil Lendutan Sistem Pelat Terpaku Satu Baris Tiang

Seperti halnya sistem pelat terpaku tiang tunggal, lendutan sistem pelat terpaku satu baris tiang dihitung dengan mengabaikan tahanan ujung tiang ($Q_b=0$) ditunjukkan Gambar 5.2. Pola lendutan yang dihasilkan sesuai dengan lendutan pengamatan (Puri, 2015), namun variasi faktor aman SF_G memberikan tingkat akurasi yang berbeda.

Variasi SF_G mempengaruhi hasil lendutan hitungan. Lendutan yang dihitung berdasarkan variasi SF_G cenderung *over-estimated*. *Over-estimated* meningkat dengan meningkatnya SF_G . Untuk $SF_G = 3,0$, *over-estimate* sekitar 206% pada beban maksimum 150 kN. Oleh sebab itu, untuk keperluan desain, dengan mengambil faktor aman yang semakin besar maka akan menghasilkan desain yang semakin aman, namun perlu memperhatikan efisiensi desain.



Gambar 5.2 :

Hubungan P - δ pada titik pembebanan Pelat Terpaku satu baris tiang dengan variasi SF_G .

Gambar 5.2 menunjukkan hasil lendutan Pelat Terpaku satu baris tiang dengan variasi pembebanan dan variasi SF_G . Semakin besar SF_G , lendutan yang terjadi semakin besar. Begitupun lendutan yang dipengaruhi variasi beban.

C. Pengaruh Tahanan Ujung Tiang

C.1 Pengaruh tahanan ujung tiang terhadap modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin

Tambahan modulus reaksi *subgrade* modifikasi (Δk_m) dan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin (k_a') dengan memperhitungkan pengaruh tahanan ujung tiang ($Q_b \neq 0$) dihitung dengan Persamaan (2.8). Hasil hitungan ditunjukkan pada Tabel 5.2 untuk berbagai SF_G .

Tabel 5.2 :

Modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin saat $Q_b \neq 0$

Beban, P (kN)	$(\delta_a = \delta_s)$ (mm)	SF_G	Δk_m (kN/m ³)	ka' (kN/m ³)
5	0,10	1,0	188840,47	192140,47
		2,0		96070,24
		2,5		76856,19
		3,0		64046,82
10	0,27	1,0	69940,92	73240,92
		2,0		36620,46
		2,5		29296,37
		3,0		24413,64
20	0,41	1,0	46058,65	49358,65
		2,0		24679,33
		2,5		19743,46
		3,0		16452,88
40	0,93	1,0	20305,43	23605,43
		2,0		11802,72
		2,5		9442,17
		3,0		7868,48
80	2,06	1,0	9167,01	12467,01
		2,0		6233,51
		2,5		4986,80
		3,0		4155,67

Tabel 5.2 :

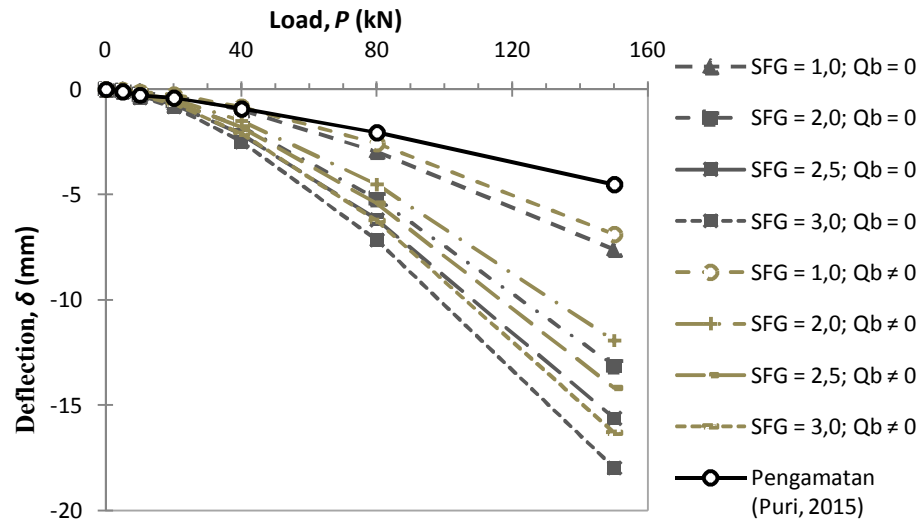
Lanjutan

Beban, P (kN)	$(\delta_a = \delta_s)$ (mm)	SF_G	Δk_m (kN/m ³)	k_a' (kN/m ³)
150	4,52	1,0	4177,89	7477,89
		2,0		3738,95
		2,5		2991,16
		3,0		2492,63

Hasil hitungan menunjukkan perilaku yang sama seperti Tabel 5.1, Δk_m dan k_a' cenderung berkurang dengan bertambahnya beban dan meningkatnya SF_G . Seperti yang disampaikan Puri (2017a) dan Puri, dkk (2018) bahwa modulus reaksi *subgrade* ekuivalen berkurang dengan meningkatnya beban dan peningkatan faktor aman cenderung menurunkan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen. Keberadaan tiang di bawah pelat sistem pelat terpaku sangat berpengaruh terhadap nilai tambahan modulus reaksi *subgrade* dan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin. Hal ini terbukti dengan memperhitungkan tahanan ujung tiang, maka nilai Δk_m dan k_a' lebih besar dibanding saat mengabaikan tahanan ujung tiang.

C.2 Pengaruh tahanan ujung tiang terhadap lendutan pelat

Sama halnya dengan pelat terpaku tiang tunggal, lendutan pelat dianalisis dengan memperhitungkan tahanan ujung tiang dilakukan agar diperoleh perbandingan seperti pada Gambar 5.3. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa lendutan pelat dengan memperhitungkan tahanan ujung tiang ($Q_b \neq 0$) lebih kecil dibanding lendutan dengan mengabaikan tahanan ujung tiang ($Q_b = 0$).



Gambar 5.3:
 Hubungan $P-\delta$ Pelat Terpaku satu baris tiang dengan variasi SF_G
 saat $Q_b=0$ dan $Q_b \neq 0$.

Tabel 5.3 menampilkan hasil hitungan lendutan pelat terhadap lendutan pengamatan pada kondisi tahanan ujung tiang diabaikan ($Q_b=0$) dan diperhitungkan ($Q_b \neq 0$). Di tabel tersebut juga disajikan persentase perbedaan antara lendutan hitungan dengan lendutan pengamatan.

Tabel 5.3 :
 Lendutan hitungan pelat untuk $Q_b = 0$ dan $Q_b \neq 0$

No.	Beban, P (kN)	Faktor Aman Global, SF_G	Lendutan Pengamatan, δ_s (mm)	$Q_b = 0$		$Q_b \neq 0$	
				δ_s hitung (mm)	Selisih (%) $= \frac{[(E)-(D)]}{(D)} \times 100\%$	δ_s hitung (mm)	Selisih (%) $= \frac{[(G)-(A)]}{(A)} \times 100\%$
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)
1	5	1,0	-0,10	-0,044	-82	-0,036	-85
		2,0		-0,082	-66	-0,067	-72
		2,5		-0,100	-59	-0,082	-66
		3,0		-0,118	-51	-0,096	-60
2	10	1,0	-0,27	-0,147	-69	-0,121	-75
		2,0		-0,268	-44	-0,221	-54
		2,5		-0,327	-31	-0,268	-44
		3,0		-0,384	-19	-0,315	-34

Tabel 5.3 :
Lanjutan

No.	Beban, P (kN)	Faktor Aman Global, SF_G	Lendutan Penga- matan, δ_s (mm)	$Q_b = 0$		$Q_b \neq 0$	
				δ_s hitung (mm)	Selisih (%) = $[(E)-$ $(D)]/(D)] \times$ 100%	δ_s hitung (mm)	Selisih %= $[(G)-$ $(D)]/(A)]$ $\times 100\%$
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)
3	20	1,0	-0,41	-0,320	-67	-0,268	-73
		2,0		-0,576	-41	-0,478	-51
		2,5		-0,697	-29	-0,579	-41
		3,0		-0,816	-17	-0,676	-31
4	40	1,0	-0,93	-0,991	-66	-0,841	-71
		2,0		-1,766	-40	-1,496	-49
		2,5		-2,127	-28	-1,803	-39
		3,0		-2,475	-16	-2,099	-29
5	80	1,0	-2,06	-2,945	-50	-2,570	-56
		2,0		-5,167	-12	-4,517	-23
		2,5		-6,178	5	-5,405	-8
		3,0		-7,142	22	-6,253	7
6	150	1,0	-4,52	-7,606	30	-6,887	18
		2,0		-13,122	124	-11,911	103
		2,5		-15,599	166	-14,167	142
		3,0		-17,960	206	-16,314	178

C.3 Pengaruh tahanan ujung tiang terhadap momen pelat

Tabel 5.4 memperlihatkan pengaruh tahanan ujung tiang terhadap momen maksimum di tengah pelat dengan variasi SF_G . Diketahui bahwa tahanan ujung tiang pada Pelat Terpaku satu baris tiang berpengaruh terhadap momen pelat. Ini berbeda dengan pelat terpaku tiang tunggal. Nilai momen berbanding lurus dengan variasi SF_G dan beban. Semakin besar SF_G , semakin besar momen yang terjadi. Terlihat juga bahwa momen dengan memperhitungkan tahanan ujung tiang lebih kecil dibanding momen dengan mengabaikan tahanan ujung tiang.

Tabel 5.4:

Momen maksimum di tengah pelat Sistem Pelat Terpaku satu baris tiang

No.	Beban, P (kN)	Faktor Aman Global, SF_G	Moment Pelat, M (kN-m)	
			$Q_b = 0$	$Q_b > 0$
1	5	1,0	0,820	0,780
		2,0	0,980	0,920
		2,5	1,030	0,970
		3,0	1,080	1,020
2	10	1,0	2,080	1,970
		2,0	2,470	2,340
		2,5	2,620	2,470
		3,0	2,750	2,590
3	20	1,0	4,580	4,350
		2,0	5,470	5,170
		2,5	5,810	5,480
		3,0	6,120	5,760
4	40	1,0	11,020	10,460
		2,0	13,410	12,650
		2,5	14,340	13,510
		3,0	15,160	14,270
5	80	1,0	26,140	24,900
		2,0	32,240	30,640
		2,5	34,490	32,800
		3,0	36,390	34,650
6	150	1,0	56,440	54,340
		2,0	69,490	67,030
		2,5	73,930	71,450
		3,0	77,540	75,090

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hitungan Sistem Pelat Terpaku dengan pendekatan menggunakan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin ditujukan untuk keperluan perencanaan awal. Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Lendutan pelat hasil hitungan atau prediksi lendutan pelat yang sesuai dengan lendutan pengamatan bilamana menggunakan faktor aman global $SF_G = 1,0$.
2. Peningkatan faktor aman global SF_G mengakibatkan lendutan pelat meningkat, sehingga desain dengan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin cenderung menghasilkan desain pada zona aman.
3. Tahanan ujung tiang mempengaruhi lendutan hitungan. Lendutan pelat dengan memperhitungkan tahanan ujung tiang $Q_b \neq 0$ lebih rendah dibanding lendutan dengan mengabaikan tahanan ujung tiang $Q_b = 0$.
4. Dalam perencanaan dapat menggunakan lendutan izin δ_a yang tidak melebihi 5,0 mm guna menghindari retak pada permukaan pelat beton.
5. Hasil hitungan perencanaan awal akan lebih aman oleh karena di lapangan konstruksi Sistem Pelat Terpaku akan dibangun menggunakan banyak baris tiang yang akan meningkatkan kekakuan sistem, sehingga desain dengan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin cenderung menghasilkan desain pada zona aman.

B. Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah penelitian dilanjutkan dengan memperhitungkan jumlah baris tiang maupun menggunakan variasi dimensi tiang dan juga penggunaan aplikasi perhitungan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Das, B.M., 2011, *Principle of Foundation Engineering 7thed* Cengage Learning (Stamford-USA).
- Hardiyatmo, H.C., 2008, Sistem "Pelat Terpaku" (*Nailed Slab*) Untuk Perkuatan Pelat Beton Pada Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*), *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Tepat Guna dalam Penanganan Sarana-prasarana*, MPSP JTSL FT UGM., pp. M-1—M-7.
- Hardiyatmo, H.C., 2009, Metoda Hitungan Pelat dengan Menggunakan Modulus Reaksi Tanah Dasar Ekuivalen untuk Struktur Pelat Fleksibel, sub mitted in *Dinamika Teknik*, Vol 9(2), pp. 149-154.
- Hardiyatmo, H.C., 2011, Method to Analyze the Deflection of the Nailed-slab System, *International Journal of Civil and Environmental Engineering IJCE-IJENS*, Vol. 11 No. 4, pp. 22-28.
- Hardiyatmo, H.C. dan Suhendro, B., 2003, Fondasi Tiang dengan *Pile Cap* Tipis sebagai Alternatif untuk Mengatasi Problem Penurunan Bangunan di Atas Tanah Lunak, *Laporan Komprehensif Penelitian Hibah Bersaing IX Perguruan Tinggi*, Lembaga Penelitian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.
- Puri, A., 2015, Perilaku Perkerasan Sistem Pelat Terpaku pada Lempung Lunak, *Disertasi*, Program Doktor Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Puri, A., 2017a, Developing The Curve of Displacement Factor for Determination The Additional Modulus of Subgrade Reaction on Nailed-Slab Pavement System, *International Journal of Technology (IJTech)*, Vol. 8 No. 1 (2017), pp. 124-133. ISSN 2086-9614.
- Puri, A., 2017b Effect of Safety Factors on The Calculated Deflection of 1-Pile Row Full Scale Nailed-Slab Pavement System Resting on Soft Clay Due to Concentric Loadings *ICoSET & ICoSEEH UIR 2017* (Pekanbaru: Universitas Islam Riau).
- Puri, A., Hardiyatmo, C. H., Suhendro, B., dan Rifa'i, A., 2011a, Studi Eksperimental Lendutan Pelat yang Diperkuat Tiang-tiang Friksi Pendek pada Lempung Lunak, *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan XIV HATTI*, HATTI, Yogyakarta, pp. 317-321.
- Puri, A., Hardiyatmo, H.C., Suhendro, B., dan Rifa'i, A., 2011b, Kontribusi Koperan dalam Mereduksi Lendutan Sistem Pelat Terpaku pada Lempung Lunak, *Prosiding Konferensi Geoteknik Indonesia (KOGEI) IX dan Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) XV*, HATTI, Jakarta, 7-8 Desember 2011, pp. 299-306.

- Puri, A., Hardiyatmo, H.C., Suhendro, B., dan Rifa'i, A., 2012a, Determining Additional Modulus of Subgrade Reaction Based on Tolerable Settlement for the Nailed-slab System Resting on Soft Clay, *IJCEE-IJENS*, Vol. 12 No. 3, pp. 32-40.
- Puri, A., Hardiyatmo, H.C., Suhendro, B., and Rifa'i, A., 2012b, Application of The Additional Modulus of Subgrade Reaction to Predict The Deflection of Nailed-slab System Resting on Soft Clay Due to Repetitive Loadings, *Proc. of 16th Annual Scientific Meeting (PIT) HATTI*, Jakarta, 4 December, pp. 217-222.
- Puri, A., Hardiyatmo, H.C., Suhendro, B., dan Rifa'i, A., 2013c, Application of Method of Nailed-slab Deflection Analysis on Full Scale Model and Comparison to Loading Test, *Proc. the 7th National Conference of Civil Engineering (KoNTekS7)*, Universitas Negeri Sebelas Maret, Surakarta, 24-26 October 2013, pp. G201-G211.
- Puri, A., Hardiyatmo, H.C, Suhendro, B., dan Rifa'i, A., 2014, *The Behavior of Nailed-slab System on Soft Clay Due to Repetitive Loadings by Conducting a Full-Scale Test*, *IJCEE-IJENS*, Vol 14 no06 pp. 24-30.
- Puri A, Hardiyatmo HC, SuhendroB and Rifa'i A 2014 *The Behavior of Nailed-slab System on Soft Clay Due to Repetitive Loadings by Conducting a Full-Scale Test* *IJCEE-IJENS* vol 14 no06 (Islamabad: IJENS Publisher) p 24-30.
- Puri, A., Hardiyatmo, H.C, Suhendro, B., dan Rifa'i, A., 2019, *Validating The Curve Of Displacement Factor Due To Full Scale Of One Pile Row Nailed-Slab Pavement System*, *Int. Journal of GEOMATE*, Vol 17 issue 59 pp. 181-188.
- Puri, A., Oktavia, F., dan Mildawati, R. 2018, Pengaruh Tahanan Ujung Tiang Dan Faktor Aman Terhadap Lendutan Pelat Terpaku Tiang Tunggal Pada Lempung Lunak, *Proceeding 20th SEAGC – 3rd AGSSEA Conference in conjunction with 22nd Annual Indonesian National Conference on Geotechnical Engineering* (Jakarta: HATTI) pp 529-533.
- Puri, A., Suhendro, B., dan Rifa'i, A., 2017, Effects of Vertical Wall Barrier on The Rigid Pavement Deflection of Full Scale 1-Pile Row Nailed-Slab System on Soft Sub Grade, *International Journal of GEOMATE, April, 2017, Vol. 12, Issue 32*, pp. 25-29.
- Somantri, A.K., 2013, Kajian Lendutan Pelat Terpaku pada Tanah Pasir Dengan Menggunakan Metode Beam on Elastic Foundation (BoEF) dan Metode Elemen Hingga, *Tesis*, Program Studi Teknik Sipil, Program Pascasarjana UGM, Yogyakarta, Indonesia.

LAMPIRAN I: HASIL ANALISIS

A. Perhitungan Pelat Terpaku Tiang Tunggal

A.1. Perhitungan Modulus Reaksi *Subgrade* (k)

Diketahui data-data sebagai berikut :

- a. Panjang pelat tiang tunggal = $L = s$ = 1,2 m
- b. Kohesi tidak terdrainase (c_u) = 20,14 kN/m²
- c. Modulus reaksi *subgrade* di lapangan (k_v) = 15000 kN/m³
- d. $k_v = k_{v0,3}$ = 15000 kN/m³
- e. Panjang tiang (L_p) = 1,7 m
- f. Tebal pelat (T) = 0,15 m
Tebal pelat konektor diabaikan
- g. Diameter tiang yang digunakan = 20 cm = 0,2 m
 A_s = 1,068 m²
- h. Diameter pelat beban ϕ = 30 cm

Koreksi (k_v) modulus reaksi *subgrade* terhadap uji pelat beban :

- i. Koreksi terhadap kedalaman : tidak perlu karena tanah kohesif homogen
- ii. Koreksi terhadap ukuran pelat :

Das (2011),

$$k_v = k_{v0,3} \left[\frac{0,3}{B} \right] = 15.000 \left[\frac{0,3}{1,2} \right] = 3750 \text{ kN/m}^3$$

- iii. Koreksi terhadap bentuk pelat :

Das (2011),

$$k_v = \frac{k(BXB) \left(1 + \frac{0,5B}{L} \right)}{1,5} = \frac{3750 \left(1 + \frac{0,5(1,2)}{1,2} \right)}{1,5} = 3750 \text{ kN/m}^3$$

Modulus reaksi *subgrade* (k) untuk pelat perkerasan dengan $B = 1,2$ m adalah

$$k = k_v XB = 3750 \times 1,2 = 4500 \text{ kN/m}^3$$

A.2. Lendutan Pengamatan sebagai Lendutan Izin ($\delta_a = \delta_s$)

Perhitungan berdasarkan lendutan pengamatan sebagai lendutan izin ($\delta_a = \delta_s$) ditinjau pada pembebanan tengah pelat, lebih jelas dapat dilihat pada Tabel A.1 sebagai berikut :

Tabel A.1:

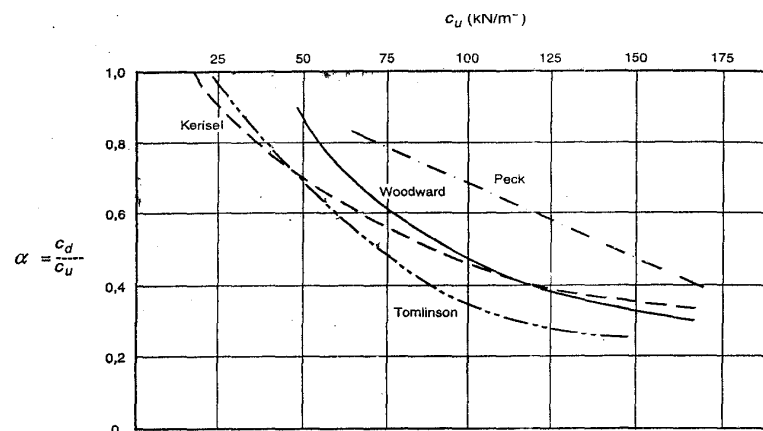
Nilai ($\delta_a = \delta_s$) pada pengujian pembebanan tengah pelat tiang tunggal (Puri, 2017)

No.	Beban (kN)	($\delta_a = \delta_s$) (mm)
1.	5	0,242
2.	10	0,477
3.	20	0,983
4.	40	2,947
5.	60	5,860

Pembebanan tengah pelat dianalisis dengan Persamaan 2.6 untuk $Q_b = 0$ dan Persamaan 2.8 dengan $Q_b \neq 0$, selanjutnya Persamaan 2.5 untuk menentukan nilai modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin dengan beban dan lendutan izin seperti Tabel A.1 serta variasi faktor aman global (1,0; 2,0 ; 2,5 ; 3,0).

A.3. Tahanan Ujung Tiang Diabaikan ($Q_b = 0$)

Modulus tambahan reaksi *subgrade* modifikasi karena adanya tiang dalam menentukan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin dihitung sesuai Persamaan (2.5). Untuk $c_u = 20,14 \text{ kN/m}^2$, berdasarkan kurva Tomlinson pada Grafik Mc Clelland (1974), diperoleh faktor adhesi $a_d = 1$.



Gambar A.1:

Faktor adhesi untuk tiang pancang pada tanah lempung (Mc Clelland).

Maka,

a. $f_s = c_u \times a_d = 20,14 \times 1 = 20,14 \text{ kN/m}^2$

b. Luas pelat yang didukung tiang tunggal, $A_{ps} = s^2 = 1,2 \times 1,2 = 1,44 \text{ m}^2$

Perhitungan nilai modulus tambahan reaksi *subgrade* modifikasi (Δk_m) dan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin (k') beban 5 kN disajikan seperti berikut :

Lendutan pengamatan sebagai lendutan izin ($\delta_a = 0,242 \text{ mm}$) maka,

$$\Delta k_m = \frac{f_s A_s}{\delta_a A_{ps}} = \frac{20,14 \times 1,0676}{0,242 \times 10^{-3} \times 1,44} = 61700,71 \text{ kN/m}^3$$

1. Faktor aman global, $SF_G = 1,0$

nilai modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin (k_a') adalah :

$$k_a' = \frac{k + \Delta k_m}{SF_G} = \frac{4500 + 61700,71}{1,0} = 66200,71 \text{ kN/m}^3$$

2. Faktor aman global, $SF_G = 2,0$

nilai modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin (k_a') adalah :

$$k_a' = \frac{k + \Delta k_m}{SF_G} = \frac{4500 + 61700,71}{2,0} = 33100,36 \text{ kN/m}^3$$

3. Faktor aman global, $SF_G = 2,5$

nilai modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin (k_a') adalah :

$$k_a' = \frac{k + \Delta k_m}{SF_G} = \frac{4500 + 61700,71}{2,5} = 26480,28 \text{ kN/m}^3$$

4. Faktor aman global, $SF_G = 3,0$

nilai modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin (k_a') adalah :

$$k_a' = \frac{k + \Delta k_m}{SF_G} = \frac{4500 + 61700,71}{3,0} = 22066,90 \text{ kN/m}^3$$

Pada beban selanjutnya dihitung dengan cara yang sama, maka diperoleh Δk_m dan k_a' dengan variasi faktor aman (1,0; 2,0; 2,5; 3,0) adalah sebagai berikut :

Tabel A.2:

Nilai Δk_m dan k_a' pembebanan tengah pelat pada tiang tunggal Dia. = 20 cm ($Q_b=0$)

Beban (kN)	($\delta_a = \delta_s$) (mm)	Faktor Aman	Δk (kN/m ³)	k_a' (kN/m ³)
5	0,242	1,0	61700,71	66200,71
		2,0		33100,36
		2,5		26480,28
		3,0		22066,90
10	0,477	1,0	31303,09	35803,09
		2,0		17901,54
		2,5		14321,23
		3,0		11934,36
20	0,983	1,0	15189,80	19689,80
		2,0		9844,90
		2,5		7875,92
		3,0		6563,27
40	2,947	1,0	5066,70	9566,70
		2,0		4783,35
		2,5		3826,68
		3,0		3188,90
60	5,860	1,0	2548,05	7048,05
		2,0		3524,02
		2,5		2819,22
		3,0		2349,35

A.4. Pengaruh Tahanan Ujung Tiang ($Q_b \neq 0$)

Nilai $c_u = 20,14 \text{ kN/m}^2$, berdasarkan kurva Tomlinson pada Grafik Mc Clelland (1974), diperoleh faktor adhesi $a_d = 1$ dapat dilihat pada Gambar A.1.

Nilai N_c pada tanah lempung diambil 9 (Skempton, 1959), sehingga didapat :

- $f_s = c_u \times a_d = 20,14 \times 1 = 20,14 \text{ kN/m}^2$
- $f_b = c_u \times N_c = 20,14 \times 9 = 181,26 \text{ kN/m}^2$
- Luas ujung tiang, $A_b = \frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,2^2 = 0,0314 \text{ m}^2$
- Luas pelat yang didukung tiang tunggal, $A_{ps} = s^2 = 1,2 \times 1,2 = 1,44 \text{ m}^2$

Perhitungan nilai modulus tambahan reaksi *subgrade* modifikasi (Δk_m) dan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin (k') beban 5 kN disajikan seperti berikut :

Lendutan Pengamatan sebagai Lendutan izin ($\delta_a = 0,242 \text{ mm}$) maka,

$$\Delta k_m = \frac{f_s A_s + f_b A_b}{\delta_a A_{ps}} = \frac{20,14 \times 1,068 + 181,26 \times 0,0314}{0,242 \times 10^{-3} \times 1,44} = 78033,25 \text{ kN/m}^3$$

1. Faktor aman global, $SF_G = 1,0$

nilai modulus reaksi *subgrade* ekivalen izin (k_a') adalah :

$$k_a' = \frac{k + \Delta k_m}{SF_G} = \frac{4500 + 78033,25}{1,0} = 82533,25 \text{ kN/m}^3$$

2. Faktor aman global, $SF_G = 2,0$

nilai modulus reaksi *subgrade* ekivalen izin (k_a') adalah :

$$k_a' = \frac{k + \Delta k_m}{SF_G} = \frac{4500 + 78033,25}{2,0} = 41266,63 \text{ kN/m}^3$$

3. Faktor aman global, $SF_G = 2,5$

nilai modulus reaksi *subgrade* ekivalen izin (k_a') adalah :

$$k_a' = \frac{k + \Delta k_m}{SF_G} = \frac{4500 + 78033,25}{2,5} = 33013,30 \text{ kN/m}^3$$

4. Faktor aman global, $SF_G = 3,0$

nilai modulus reaksi *subgrade* ekivalen izin (k_a') adalah :

$$k_a' = \frac{k + \Delta k_m}{SF_G} = \frac{4500 + 78033,25}{3,0} = 27511,08 \text{ kN/m}^3$$

Pada beban selanjutnya dihitung dengan cara yang sama, maka diperoleh Δk_m dan k_a' dengan variasi faktor aman (1,0; 2,0; 2,5; 3,0) adalah sebagai berikut :

Tabel A.3:

Nilai Δk_m dan k_a' pembebanan tengah pelat pada tiang tunggal $D_{ia} = 20 \text{ cm} (Q_b \neq 0)$

Beban (kN)	$(\delta_a = \delta_s)$ (mm)	Faktor Aman	Δk (kN/m ³)	ka' (kN/m ³)
5	0,242	1,0	78033,25	82533,25
		2,0		41266,63
		2,5		33013,30
		3,0		27511,08

Tabel A.3:
Lanjutan

Beban (kN)	$(\delta_a = \delta_s)$ (mm)	Faktor Aman	Δk (kN/m ³)	ka' (kN/m ³)
10	0,477	1,0	39589,20	44089,20
		2,0		22044,60
		2,5		17635,68
		3,0		14696,40
20	0,983	1,0	19210,63	23710,63
		2,0		11855,31
		2,5		9484,25
		3,0		7903,54
40	2,947	1,0	6407,89	10907,89
		2,0		5453,94
		2,5		4363,16
		3,0		3635,96
60	5,860	1,0	3222,53	7722,53
		2,0		3861,27
		2,5		3089,01
		3,0		2574,18

B. Perhitungan Pelat Terpaku Satu Baris Tiang

B.1. Perhitungan modulus reaksi *subgrade* (k)

Selain data yang diketahui pada Lampiran A, data pelat yang dibutuhkan untuk perhitungan pelat terpaku satu baris tiang adalah panjang pelat sama dengan lebar perkerasan, yaitu 6 meter.

Koreksi (k_v) modulus reaksi *subgrade* terhadap uji pelat beban :

- Koreksi terhadap kedalaman : tidak perlu karena tanah kohesif homogen
- Koreksi terhadap ukuran pelat :

Das (2011),

$$k_v = k_{v0,3} \left[\frac{0,3}{B} \right] = 15.000 \left[\frac{0,3}{1,2} \right] = 3750 \text{ kN/m}^3$$

- Koreksi terhadap bentuk pelat :

Das (2011),

$$k_v = \frac{k(BXB) \left(1 + \frac{0,5B}{L}\right)}{1,5} = \frac{3750 \left(1 + \frac{0,5(1,2)}{6}\right)}{1,5} = 2750 \text{ kN/m}^3$$

Modulus reaksi *subgrade* (k) untuk pelat perkerasan dengan $B = 1,2$ m adalah

$$k = k_v XB = 2750 \times 1,2 = 3300 \text{ kN/m}^3$$

B.2. Lendutan Pengamatan sebagai Lendutan Izin ($\delta_a = \delta_s$)

Lendutan pengamatan sebagai lendutan izin diperoleh dari pembebanan tengah pelat Sistem Pelat Terpaku satu baris tiang ditunjukkan pada Tabel B.1 berikut ini :

Tabel B.1:

Nilai ($\delta_s = \delta_a$) pada pengujian pembebanan tengah pelat satu baris tiang (Puri, 2015)

No.	Beban (kN)	$\delta_s = \delta_a$ (mm)
1.	5	0,10
2.	10	0,27
3.	20	0,41
4.	40	0,93
5.	80	2,06
6.	150	4,52

Seperti halnya pelat terpaku tiang tunggal, perhitungan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin pelat terpaku satu baris tiang dilakukan dengan beban dan lendutan izin seperti Tabel B.1 serta variasi faktor aman global (1,0; 2,0 ; 2,5 ; 3,0).

B.3. Tahanan Ujung Tiang Diabaikan ($Q_b = 0$)

Perhitungan nilai modulus tambahan reaksi *subgrade* modifikasi (Δk_m) dan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin (k') beban 5 kN disajikan seperti berikut :

Lendutan pengamatan sebagai lendutan izin ($\delta_a = 0,10$ mm) maka,

$$\Delta k_m = \frac{f_s A_s}{\delta_a A_{ps}} = \frac{20,14 \times 1,0676}{0,10 \times 10^{-3} \times 1,44} = 149315,72 \text{ kN/m}^3$$

1. Faktor aman global, $SF_G=1,0$

nilai modulus reaksi *subgrade* ekivalen izin (k_a') adalah :

$$k_a' = \frac{k + \Delta k_m}{SF_G} = \frac{3300 + 149315,72}{1,0} = 152615,72 \text{ kN/m}^3$$

2. Faktor aman global, $SF_G=2,0$

nilai modulus reaksi *subgrade* ekivalen izin (k_a') adalah :

$$k_a' = \frac{k + \Delta k_m}{SF_G} = \frac{3300 + 149315,72}{2,0} = 76307,86 \text{ kN/m}^3$$

3. Faktor aman global, $SF_G=2,5$

nilai modulus reaksi *subgrade* ekivalen izin (k_a') adalah :

$$k_a' = \frac{k + \Delta k_m}{SF_G} = \frac{3300 + 149315,72}{2,5} = 61046,28 \text{ kN/m}^3$$

4. Faktor aman global, $SF_G=3,0$

nilai modulus reaksi *subgrade* ekivalen izin (k_a') adalah :

$$k_a' = \frac{k + \Delta k_m}{SF_G} = \frac{3300 + 149315,72}{3,0} = 50871,91 \text{ kN/m}^3$$

Pada beban selanjutnya dihitung dengan cara yang sama, maka diperoleh Δk_m dan k_a' dengan variasi faktor aman (1,0; 2,0; 2,5; 3,0) adalah sebagai berikut :

Tabel B.2 :

Nilai Δk_m dan k_a' pembebanan tengah pelat satu baris tiang Dia. = 20 cm ($Q_b=0$)

Beban (kN)	($\delta_a = \delta_s$) (mm)	Faktor Aman	Δk (kN/m ³)	ka' (kN/m ³)
5	0,10	1,0	149315,72	152615,72
		2,0		76307,86
		2,5		61046,29
		3,0		50871,91
10	0,27	1,0	55302,12	58602,12
		2,0		29301,06
		2,5		23440,85
		3,0		19534,04
20	0,41	1,0	36418,47	39718,47
		2,0		19859,24
		2,5		15887,39
		3,0		13239,49

Tabel B.2 :
Lanjutan

Beban (kN)	$(\delta_a = \delta_s)$ (mm)	Faktor Aman	Δk (kN/m ³)	ka' (kN/m ³)
40	0,93	1,0	16055,45	19355,45
		2,0		9677,73
		2,5		7742,18
		3,0		6451,82
80	2,06	1,0	7248,34	10548,34
		2,0		5274,17
		2,5		4219,34
		3,0		3516,11
150	4,52	1,0	3303,45	6603,45
		2,0		3301,725
		2,5		2641,38
		3,0		2201,15

B.4. Pengaruh Tahanan Ujung Tiang($Q_b \neq 0$)

Perhitungan nilai modulus tambahan reaksi *subgrade* modifikasi (Δk_m) dan modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin (k') beban 5 kN disajikan seperti berikut :

Lendutan Pengamatan sebagai Lendutan izin ($\delta_a = 0,10$ mm) maka,

$$\Delta k_m = \frac{f_s A_s + f_b A_b}{\delta_a A_{ps}} = \frac{20,14 \times 1,068 + 181,26 \times 0,0314}{0,10 \times 10^{-3} \times 1,44} = 188840,47 \text{ kN/m}^3$$

1. Faktor aman global, $SF_G = 1,0$

nilai modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin (k_a') adalah :

$$k_a' = \frac{k + \Delta k_m}{SF_G} = \frac{3300 + 188840,47}{1,0} = 192140,47 \text{ kN/m}^3$$

2. Faktor aman global, $SF_G = 2,0$

nilai modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin (k_a') adalah :

$$k_a' = \frac{k + \Delta k_m}{SF_G} = \frac{3300 + 188840,47}{2,0} = 96070,24 \text{ kN/m}^3$$

3. Faktor aman global, $SF_G=2,5$

nilai modulus reaksi *subgrade* ekivalen izin (k_a') adalah :

$$k_a' = \frac{k + \Delta k_m}{SF_G} = \frac{3300 + 188840,47}{2,5} = 76856,19 \text{ kN/m}^3$$

4. Faktor aman global, $SF_G=3,0$

nilai modulus reaksi *subgrade* ekivalen izin (k_a') adalah :

$$k_a' = \frac{k + \Delta k_m}{SF_G} = \frac{3300 + 188840,47}{3,0} = 64046,82 \text{ kN/m}^3$$

Selanjutnya, variasi beban dihitung dengan cara yang sama, sehingga diperoleh Δk_m dan k_a' dengan variasi faktor aman (1,0; 2,0; 2,5; 3,0) adalah sebagai berikut

Tabel B.3 :

Nilai Δk_m dan k_a' pembebanan tengah pelat satu baris tiang Dia. = 20 cm ($Q_b \neq 0$)

Beban (kN)	($\delta_a = \delta_s$) (mm)	Faktor Aman	Δk (kN/m ³)	k_a' (kN/m ³)
5	0,10	1,0	188840,47	192140,47
		2,0		96070,24
		2,5		76856,19
		3,0		64046,82
10	0,27	1,0	69940,92	73240,92
		2,0		36620,46
		2,5		29296,37
		3,0		24413,64
20	0,41	1,0	46058,65	49358,65
		2,0		24679,33
		2,5		19743,46
		3,0		16452,88
40	0,93	1,0	20305,43	23605,43
		2,0		11802,72
		2,5		9442,17
		3,0		7868,48
80	2,06	1,0	9167,01	12467,01
		2,0		6233,51
		2,5		4986,80
		3,0		4155,67

Tabel B.3 :

Lanjutan

Beban (kN)	$(\delta_a = \delta_s)$ (mm)	Faktor Aman	Δk (kN/m ³)	ka' (kN/m ³)
150	4,52	1,0	4177,89	7477,89
		2,0		3738,95
		2,5		2991,16
		3,0		2492,63

B. Data-data yang dibutuhkan dalam Analisis BoEF (*Beam on Elastic Foundation*)

Input data yang digunakan dalam analisis BoEF (*Beam on Elastic Foundation*) program “BoEF.xls” Program Versi 1.4 dibagi menjadi dua bagian, untuk lebih jelas *input* data program BoEF dapat dilihat pada Gambar 3.1

Beam Data :

- a. Panjang pelat (L)
 - Pelat dengan tiang tunggal = 1,2 m
 - Pelat satu baris tiang = 6,0 m
- b. Lebar pelat (B) = 1,2 m
- c. Tebal pelat (T) = 0,15 m
- d. Modulus Elastisitas beton (E)

Diketahui $f_c' = 29$ MPa

$$E_c = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{29} = 25310,27 \text{ MPa}$$

- e. Modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin (k_a')

Input nilai modulus reaksi *subgrade* ekuivalen izin (k_a') sesuai Tabel A.2 - A.3 (tiang tunggal) dan Tabel B.2 – B.3 (pelat satu baris tiang).

Beam Loading:

- i. Berat sendiri (w)

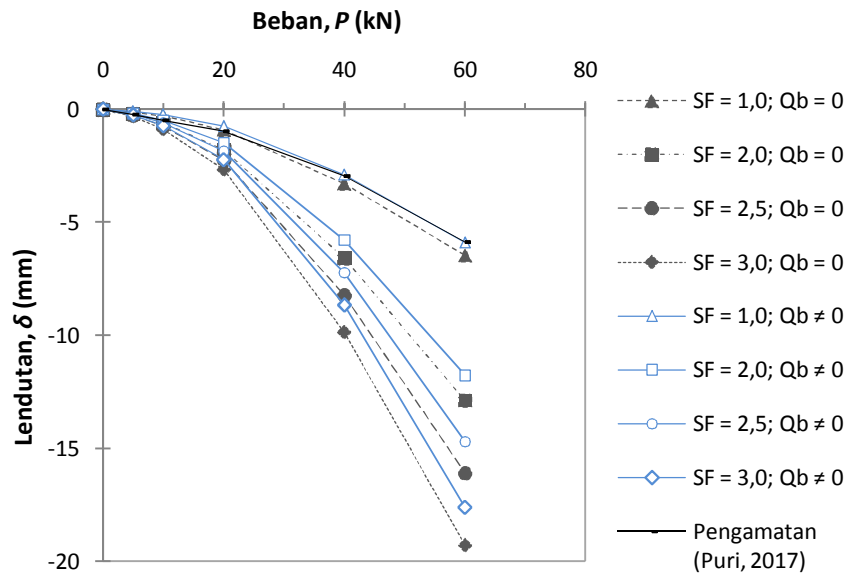
$$w = B \times T \times 24 = 1,2 \times 0,15 \times 24 = 4,32 \text{ kN/m}$$
- ii. Beban (P) = 5 kN, 10 kN, 20 kN, 40 kN dan 60 kN

C. Hasil Analisis Lendutan dan Gaya Dalam dengan Metode BoEF

Hasil perhitungan lendutan dengan metode BoEF pembebanan tengah pelat dianalisis dengan dua tinjauan, yaitu dengan mengabaikan tahanan ujung tiang dan dengan memperhitungkan tahanan ujung tiang. Hasil lendutan hitungan dengan variasi faktor aman global, disajikan pada Tabel D.1 serta Gambar D.1 untuk Pelat Terpaku Tiang Tunggal dan Tabel D.2 serta Gambar D.2 untuk Pelat Terpaku satu baris tiang.

Tabel D.1:
Hasil Perhitungan Lendutan Menggunakan Metode BoEF Pelat Terpaku Tiang Tunggal

Beban (kN)	SF_G	Pengamatan (Puri, 2017) (mm)	Perhitungan ($\delta_a = \delta_s$) (mm)	
			$Q_b = 0$	$Q_b \neq 0$
5	1,0	0,242	0,110	0,089
	2,0		0,217	0,174
	2,5		0,270	0,217
	3,0		0,324	0,260
10	1,0	0,477	0,301	0,245
	2,0		0,595	0,485
	2,5		0,743	0,604
	3,0		0,890	0,724
20	1,0	0,983	0,901	0,750
	2,0		1,789	1,488
	2,5		2,233	1,857
	3,0		2,677	2,225
40	1,0	2,947	3,305	2,902
	2,0		6,585	5,778
	2,5		8,225	7,217
	3,0		9,865	8,655
60	1,0	5,860	6,460	5,899
	2,0		12,883	11,761
	2,5		16,094	14,692
	3,0		19,306	17,623



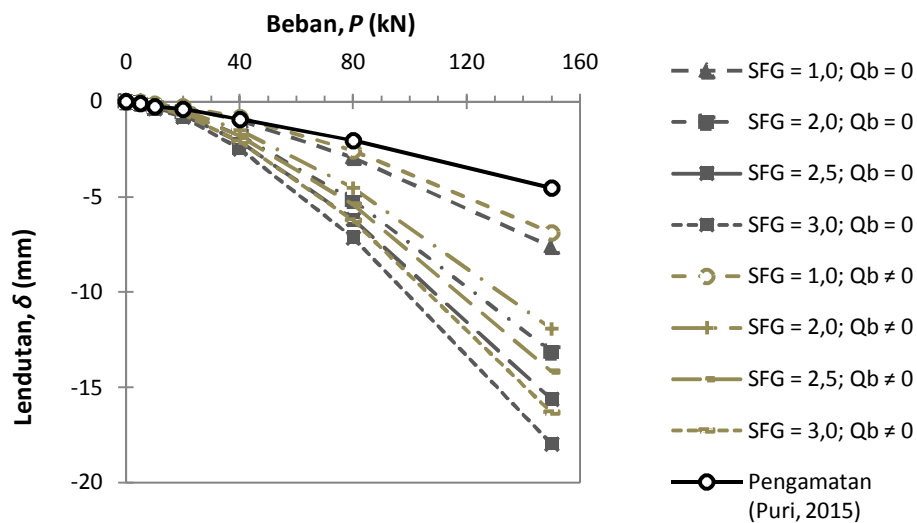
Gambar D.1 :
 Hubungan P - δ Pelat Terpakai tiang tunggal dengan variasi SF_G saat $Q_b = 0$ dan $Q_b \neq 0$.

Tabel D.2:
 Hasil Perhitungan Lendutan Menggunakan Metode BoEF Pelat Terpakai Satu Baris Tiang

Beban (kN)	SF_G	Pengamatan (Puri, 2015) (mm)	Perhitungan ($\delta_a = \delta_s$) (mm)	
			$Q_b = 0$	$Q_b \neq 0$
5	1,0	0,10	0,044	0,036
	2,0		0,082	0,067
	2,5		0,100	0,082
	3,0		0,118	0,096
10	1,0	0,27	0,147	0,121
	2,0		0,268	0,221
	2,5		0,327	0,268
	3,0		0,384	0,315
20	1,0	0,41	0,320	0,268
	2,0		0,576	0,478
	2,5		0,697	0,579
	3,0		0,816	0,676

Tabel D.2:
Lanjutan

Beban (kN)	SF_G	Pengamatan (Puri, 2015) (mm)	Perhitungan ($\delta_a = \delta_s$) (mm)	
			$Q_b = 0$	$Q_b \neq 0$
40	1,0	0,93	0,991	0,841
	2,0		1,766	1,496
	2,5		2,127	1,803
	3,0		2,475	2,099
80	1,0	2,06	2,945	2,570
	2,0		5,167	4,517
	2,5		6,178	5,405
	3,0		7,142	6,253
150	1,0	4,52	7,606	6,887
	2,0		13,122	11,911
	2,5		15,599	14,167
	3,0		17,960	16,314



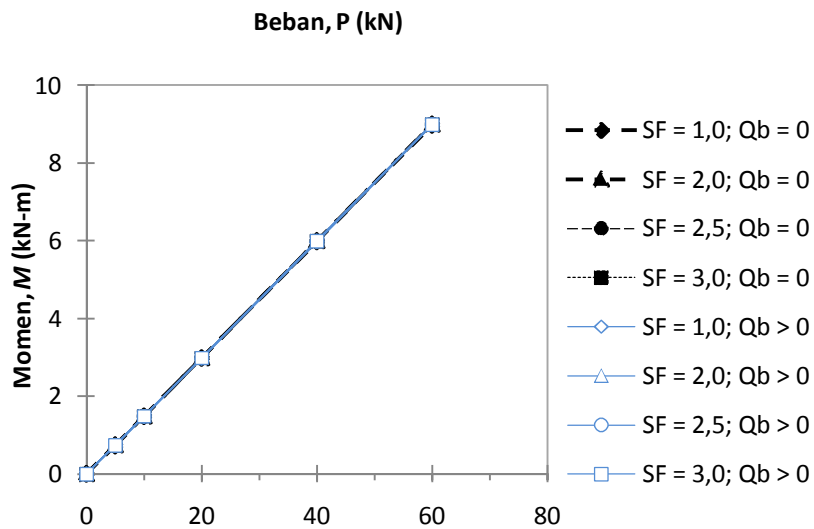
Gambar D.2 :

Hubungan P - δ Pelat Terpaku satu baris tiang dengan variasi SF_G saat $Q_b = 0$ dan $Q_b \neq 0$.

Selain lendutan, momen yang dihasilkan dengan metode BoEF ditinjau dengan mengabaikan tahanan ujung tiang dan dengan memperhitungkan tahanan ujung tiang dengan variasi faktor aman global, ditunjukkan pada Tabel D.3 dan Gambar D.3 untuk Pelat Terpaku tiang tunggal serta Tabel D.4 dan Gambar D.4 untuk Pelat Terpaku satu baris tiang.

Tabel D.3:
Hasil perhitungan momen menggunakan Metode BoEF Pelat Terpaku tiang tunggal

Beban, P (kN)	SF_G	Momen Pelat, M (kN-m)	
		$Q_b = 0$	$Q_b \neq 0$
5	1,0	0,73	0,73
	2,0	0,74	0,74
	2,5	0,74	0,74
	3,0	0,74	0,74
10	1,0	1,48	1,47
	2,0	1,49	1,49
	2,5	1,49	1,49
	3,0	1,49	1,49
20	1,0	2,98	2,97
	2,0	2,99	2,99
	2,5	2,99	2,99
	3,0	2,99	2,99
40	1,0	5,98	5,97
	2,0	5,99	5,99
	2,5	5,99	5,99
	3,0	5,99	5,99
60	1,0	8,97	8,97
	2,0	8,99	8,99
	2,5	8,99	8,99
	3,0	8,99	8,99



Gambar D.3 :

Hasil perhitungan momen di tengah pelat Sistem Pelat Terpaku tiang tunggal dengan variasi SF_G saat $Q_b = 0$ dan $Q_b \neq 0$.

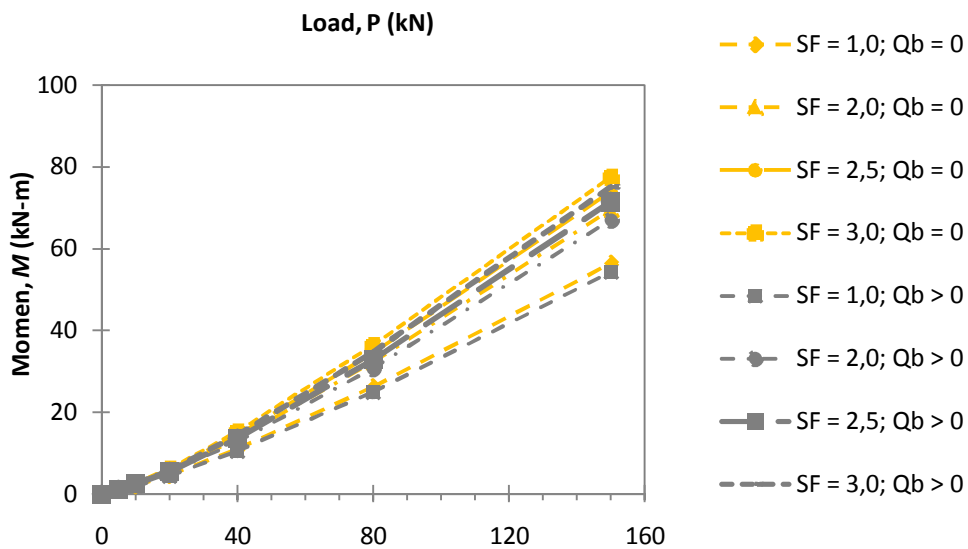
Tabel D.4:

Hasil perhitungan momen menggunakan Metode BoEF Pelat Terpaku satu baris tiang

Beban (kN)	SF_G	Moment Pelat, M (kN-m)	
		$Q_b = 0$	$Q_b > 0$
5	1,0	0,820	0,780
	2,0	0,980	0,920
	2,5	1,030	0,970
	3,0	1,080	1,020
10	1,0	2,080	1,970
	2,0	2,470	2,340
	2,5	2,620	2,470
	3,0	2,750	2,590
20	1,0	4,580	4,350
	2,0	5,470	5,170
	2,5	5,810	5,480
	3,0	6,120	5,760
40	1,0	11,020	10,460
	2,0	13,410	12,650
	2,5	14,340	13,510
	3,0	15,160	14,270

Tabel D.4:
Lanjutan

Beban (kN)	SF_G	Moment Pelat, M (kN-m)	
		$Q_b = 0$	$Q_b > 0$
80	1,0	26,140	24,900
	2,0	32,240	30,640
	2,5	34,490	32,800
	3,0	36,390	34,650
150	1,0	56,440	54,340
	2,0	69,490	67,030
	2,5	73,930	71,450
	3,0	77,540	75,090



Gambar D.4 :

Hasil perhitungan momen di tengah pelat Sistem Pelat Terpaku satu baris tiang dengan variasi SF_G saat $Q_b = 0$ dan $Q_b \neq 0$.

LAMPIRAN II: SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN

Penelitian perlu dilanjutkan dengan menggunakan tambahan modulus reaksi *subgrade* menggunakan metode Hardiyatmo dengan kurva Puri (2017) serta penggunaan aplikasi perhitungan lainnya. Data yang digunakan adalah data yang telah digunakan pada penelitian ini dan data uji pembebanan pada model skala penuh Sistem Pelat Terpaku dengan satu dan tiga baris tiang oleh Puri (2015a).

LAMPIRAN III: SURAT PERNYATAAN ORIGINAL KETUA PENELITIAN
SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. Anas Puri, S.T., M.T.
NIK/NIDN : 960902239/ 1005057003
Pangkat/ Golongan : Pembina Tk. I/IV.a
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Alamat : Perum Yepupa Utama Blok A7, Jl. As-Salam Utama
Kel. Simpang Tiga, Pekanbaru.

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian saya dengan judul **KAJIAN FAKTOR AMAN GLOBAL MODULUS REAKSI *SUBGRADE* EKIVALEN PADA PERKERASAN SISTEM PELATTERPAKU TIANG TUNGGAL** yang diusulkan dalam skim Penelitian Internal UIR untuk tahun anggaran 2020 **bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga/ sumber dana lain.**

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidak-sesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Pekanbaru, 3 Juni 2021

Yang Menyatakan,



Dr. Anas Puri, S.T., M.T.
NIK. 96 09 02 239

**LAMPIRAN IV: SURAT KETERANGAN PERSETUJUAN REVISI
LAPORAN PENELITIAN INTERNAL UIR TAHUN 2020**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : DR. ANAS PURI, S.T., M.T.
NIDN : 1005057003
Fakultas : Teknik
Judul Riset : KAJIAN FAKTOR AMAN GLOBAL MODULUS
REAKSI *SUBGRADE* EKIVALEN PADA PERKERASAN
SISTEM PELATTERPAKU TIANG TUNGGAL

Dengan ini menyatakan bahwa sudah melakukan perbaikan (laporan hasil) penelitian setelah diseminarkan sesuai dengan hasil *reviewer* pelaksanaan seminar (hasil penelitian) Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Universitas Islam Riau.

Demikianlah keterangan ini dibuat dengan sebenarnya agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Pekanbaru, Juni 2021

Ketua Peneliti, <u>Dr. Anas Puri, S.T., M.T.</u> <u>NIK 960902239</u>	
Mengetahui,	
Reviewer 1	Reviewer 2

LAMPIRAN V: BIODATA KETUA DAN ANGGOTA PENELITI

A. Biodata Ketua Peneliti

Identitas Diri

1.	Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr. Anas Puri, S.T., M.T.	Laki-laki
2.	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala	
3.	Jabatan Struktural	Kaprodi S2 Teknik Sipil	
4.	NIK	090602239	
5.	NIDN	1005057003	
6.	Tempat dan Tanggal Lahir	Pekanbaru, 5 Mei 1970	
7.	Alamat Rumah	Perum Yepupa Utama Permai Blok A7, Jl. As-Salam Utama, Kel. Simpang Tiga, Pekanbaru	
8.	Nomor Telepon/Fax	+6281365675895	
9.	Nomor HP	+6281365675895	
10.	Alamat Kantor	Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Jl. Kaharuddin Nasution 113 Pekanbaru	
11.	Nomor Telepon/Fax	+6276164717	
12.	Alamat e-mail	anaspuri@eng.uir.ac.id	
13.	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S1 > 65 orang; S2 > 10 orang; S3= 0 orang	
14.	Mata Kuliah yang Diampu	Mekanika Tanah	
		Rekayasa Pondasi	
		Perbaikan Tanah	
		Konstruksi di Atas Tanah Lunak	
		Perancangan Jalan pada Tanah Lunak	
		Metode Penelitian Teknik	

Riwayat Pendidikan

Program:	S1	S2	S3
Nama PT	Universitas Islam Riau	Universitas Gadjah Mada	Universitas Gadjah Mada
Bidang Ilmu	Teknik Sipil	Teknik Sipil	Teknik Sipil
Tahun Masuk-Lulus	1990-1996	2000-2003	2009-2015
Judul Skripsi/ Tesis	Evaluasi Perencanaan Fondasi Bored-pile Konstruksi Pylon Jembatan Cabled-stayed Batam-Tonton	Interaksi Antara Pasir dan Geotekstil Menggunakan Uji Tekan Triaksial Konvensional	Perilaku Perkerasan Sistem Pelat Terpakai pada Lempun Lunak
Nama Pembimbing/ Promotor	Ir. Halimah Sitompul, M.Sc., dan Ir. Sugeng Wiyono	Dr. Ir. Hary Christady Hardiyatmo, M.Eng., DEA. dan Prof. Ir. Bambang Suhendro, M.Sc., Ph.D.	Prof. Dr. Ir. Hary Christady Hardiyatmo, M.Eng., DEA. dan Prof. Ir. Bambang Suhendro, M.Sc., Ph.D., Dr.Ir. Ahmad Rifa'i, M.T.

Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2012	Studi Parametrik Sistem Pelat Terpaku	LP-UIR	4,0
2	2013	Uji Skala Penuh Pelat Terpaku pada Lempung Lunak	Hibah Doktor Dikti	44,5
3	2015	Validasi Metode Perencanaan Perkerasan Sistem Pelat Terpaku Pada Lempung Lunak Menggunakan Metode Elemen Hingga: Tinjauan Satu Baris Tiang	Hibah Bersaing	51,5
4	2016	Validasi Metode Perencanaan Perkerasan Sistem Pelat Terpaku Pada Lempung Lunak Menggunakan Metode Elemen Hingga: Tinjauan Tiga Baris Tiang	Hibah Bersaing	55,5
5	2016	Kajian Pengembangan Infrastruktur Penunjang Pariwisata Riau dalam Rangka Peningkatan Daya Saing Bangsa	BALITB ANG RIAU	20,0
6	2018	Studi Parametrik Perkerasan Sistem Pelat Terpaku Tiang Tunggal Menggunakan Tiang Pipa Baja Pada Tanah Lunak	LPPM UIR	12,0
7	2018	Kajian Penerapan Modulus Reaksi <i>Subgrade</i> Ekuivalen Pada Sistem Cakar Ayam Modifikasi	LPPM UIR	12,2
8	2018	Penerapan Faktor Aman Modulus Reaksi <i>Subgrade</i> Ekuivalen Pada Perkerasan Sistem Pelat Terpaku Tiang Tunggal	LPPM UIR	8,0
9	2019	Perilaku Perkerasan Sistem Pelat Terpaku Dengan Satu dan Tiga Baris Tiang Pipa Beton pada Lempung Lunak	LPPM UIR	16,0
10	2019	Kajian Perilaku Perkerasan Sistem Pelat Terpaku pada Tanah Lunak Melalui <i>Field Trial (on going)</i>	PSN Ristik-Dikti	153,2
11	2019	Pengaruh Rongga di Bawah Pelat Terhadap Perilaku Sistem Pelat Terpaku	Mandiri	10,0
12	2019	Pengaruh Pemanfaatan Abu Batang Jagung Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Beton	LPPM UIR	16,0
13	2020	Transport, Digitalization And Health: The Interaction of travel, activity, the intensity of physical and social activities, digitalization, and built environment on health performance.	Macthing Grant UIR-UTP	20.000RM

Pengalaman Pengabdian pada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian pada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2012	Pelatihan Pengenalan Plaxis 2D dan 3D	Umum	
2	2015	Pelatihan Pengenalan Plaxis 2D untuk Analisis Geoteknik	Umum	5,0
3	2016	Pelatihan Pengenalan Plaxis 2D untuk Analisis Geoteknik	LPM UIR & Umum	6,0

Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun terakhir

No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Vol./ Nomor	Nama Jurnal
1	2020	Travel behaviour and health: Interaction of Activity-Travel Pattern, Travel Parameter and Physical Intensity. http://solidstatetechnology.us/index.php/JSST/article/view/3750	Volume:63 Issue:6, pp. 4026-4039	Solid State Technology
2	2020	Numerical Analysis Of Nailed-Slab Pavement System By Considering A Void Under The End Of Slab. DOI: https://doi.org/10.21660/2020.66.9306	Volume 18 No. 66	International Journal of Geotechnique , Construction Materials And Environment (GEOMATE)
3	2019	Validation The Curve of Displacement Factor Due To Full Scale of One Pile Row Nailed-Slab Pavement System	April 2019, Vol. 17 Issue 59, pp. 181-188.	International Journal of Geotechnique , Construction Materials And Environment (GEOMATE)
4	2019	Uji Beban Horizontal Perkerasan Jalan Sistem Pelat Terpaku Tiang Tunggal Pada Lempung Lunak	Volume 7 No. 02	Jurnal Spektran
4	2019	Analisis Numerik Perkerasan Sistem Pelat Terpaku Tiang Tunggal Menggunakan Tiang Pipa Baja Pada Tanah Lunak	Vol. 25 No. 2	Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil (MKTS)
5	2017	Investigasi Numerik Perkerasan Jalan Sistem Pelat Terpaku Terhadap Variasi Dimensi Struktur	Vol. 7 No. 1 (2019), pp. 1-7	Jurnal Bentang
6	2017	Calculation The Edge Of Slab	Vol 15	Intntl. Symp.

		Deflection Of Modified <i>Cakar Ayam</i> System By Applying The Displacement Factor From Puri's Graph		of Quality in Research (QiR)
7	2017	Effects Of Vertical Wall Barrier On The Rigid Pavement Deflection Of Full Scale 1-Pile Row Nailed-Slab System On Soft Sub Grade. DOI: http://dx.doi.org/10.21660/2017.32.6577	Vol. 12, Issue 32, pp. 25-29 ISSN:2186-2990	International Journal of Geotec., Const. Mat. & Env. (GEOMATE)
8	2017	Developing The Curve Of Displacement Factor For Determination The Additional Modulus Of Sub Grade Reaction On Nailed-Slab Pavement System	Vol. 1, pp. 122-131. ISSN 2086-9614.	International Journal of Technology
9	2017	Perhitungan Lendutan Perkerasan Jalan Sistem Cakar Ayam Modifikasi dengan Variasi Faktor Aman pada Tambahan Modulus Reaksi <i>Subgrade</i>	Vol. 17 No. 01, pp. 15-23	Jurnal Saintis
10	2017	Infrastruktur Jalan Beton Sistem Pelat Terpaku Untuk Pembangunan Jalan Berkelanjutan pada Tanah Dasar Lunak dan Ekspansif	pp. 1-17.	Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan (KN-TSP)
11	2017	Penerapan Modulus Reaksi <i>Subgrade</i> Ekuivalen Metode Puri, dkk (2012) Dalam Perhitungan Lendutan Pelatpada Perkerasan Sistem Cakar Ayam Modifikasi	pp. 29-35	
12	2017	Pengaruh Indeks Plastisitas Terhadap Kuat Geser Bidang Kontak Tanah Kohesif dan Geotekstil	pp. 87-94	
13	2017	Perilaku Kuat Geser Tanah Terstabilisasi Semen Untuk <i>Subgrade</i> Jalan	pp. 18-28	
14	2017	Perbandingan Gradasi Agregat AC-WC Dari <i>Job Mix Formula</i> Dengan Variasi Jumlah Lintasan Pemasangan	pp. 112-119	
15	2017	Pengaruh perendaman terhadap kuat dukung tanah terstabilisasi pasir		
16	2016	Behavior of Uplift Resistance of Single Pile Row Nailed-Slab Pavement System on Soft Clay Sub Grade	pp. 1226-1230	The 3rd Asia Future Conference
17	2016	Differential Settlement of Rigid Pavement of 3-Pile Row Nailed-Slab System on Soft Clay Sub Grade Due to Monotonic And Repetitive Loadings	pp. 377-388 978-602-70570-4-3 © 2016 DOI 10.21063/ICT	Proc. Interntl. Conference on Tech., Innovation,

			IS.2016.1059	and Society (ICTIS)
18	2015	Validasi Metode Analisis Lendutan Perkerasan Sistem Pelat Terpaku pada Model Skala Penuh Dengan Satu Baris Tiang	pp. 453-464, (ISBN 978-602-17221-3-8)	Prosiding PIT XIX dan KOGEI X, HATTI
19	2015	Studi Paramterik Perkerasan Sistem Pelat Terpaku pada Tanah Lunak	pp. 305-313, (ISBN 978-979-792-636-6)	1st Annual Civil Eng. Seminar (ACES)
20	2015	Perilaku Perkerasan Sistem Pelat Terpaku pada Tanah Dasar Lempung Lunak	pp. 7-17, (ISSN 2477-0086)	Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KN PTS)
21	2015	Pull out Test of Single Pile Row Nailed-slab System on Soft Clay	pp. 62-67, (ISSN 1411-1284)	Proc. of 14 th Intl. Symp. on Quality in Research (QiR)

Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral pada Pertemuan/ Seminar 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Vol./ Nomor	Nama Pertemuan
1	2020	Prediction of Deflection of Single-pile Nailed-slab System by Using Allowable Equivalent Modulus of Subgrade Reaction in Case of Additional Modulus from Modified Hardiyatmo Method	Vol. 3	International Conference on Sustainable Infrastructures (ICSI)
2	2019	Pemanfaatan Abu Batang Jagung Sebagai Substitusi Semen Pada Beton Rigid Pavement	Vol. 6	Seminar Triwulan #6 Prodi Magister Teknik Sipil Universitas Islam Riau
3	2019	Mitigasi Lereng Longsor (Aspek Geoteknik)		Seminar Nasional Inovasi Teknologi Konstruksi dalam Perencanaan Infrastruktur di

				Kawasan Rawan Bencana. INTAKINDO
4	2018	Permasalahan Teknis Pembangunan Infrastruktur di Riau(Aspek Geoteknik)		Seminar dan Pelantikan Pengurus Ikatan Alumni Teknik Sipil (IKATS) Universitas Islam Riau
5	2017	Calculation The Edge Of Slab Deflection Of Modified <i>Cakar Ayam</i> System By Applying The Displacement Factor From Puri's Graph	Vol 15	Intntl. Symp. of Quality in Research (QiR)
6	2017	Effects Of Vertical Wall Barrier On The Rigid Pavement Deflection Of Full Scale 1-Pile Row Nailed-Slab System On Soft Sub Grade. DOI: http://dx.doi.org/10.21660/2017.32.6577	Vol. 12, Issue 32, pp. 25-29 ISSN:2186-2990	International Conference on Geotec., Const. Mat. & Env. (GEOMATE)
7	2017	Developing The Curve Of Displacement Factor For Determination The Additional Modulus Of Sub Grade Reaction On Nailed-Slab Pavement System	Vol. 1, pp. 122-131. ISSN 2086-9614.	International Journal of Technology
8	2017	Infrastruktur Jalan Beton Sistem Pelat Terpaku Untuk Pembangunan Jalan Berkelanjutan pada Tanah Dasar Lunak dan Ekspansif	pp. 1-17.	Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan (KN-TSP)
9	2017	Penerapan Modulus Reaksi <i>Subgrade</i> Ekuivalen Metode Puri, dkk (2012) Dalam Perhitungan Lendutan Pelat pada Perkerasan Sistem Cakar Ayam Modifikasi	pp. 29-35	
10	2017	Perhitungan Lendutan Perkerasan Jalan Sistem Cakar Ayam Modifikasi Dengan Variasi Faktor Aman Pada Tambahan Modulus Reaksi <i>Subgrade</i>	pp. 76-84	
11	2017	Pengaruh Indeks Plastisitas Terhadap Kuat Geser Bidang Kontak Tanah Kohesif dan Geotekstil	pp. 87-94	
12	2017	Perilaku Kuat Geser Tanah Terstabilisasi Semen Untuk <i>Subgrade</i> Jalan	pp. 18-28	
13	2017	Perbandingan Gradasi Agregat AC-WC Dari <i>Job Mix Formula</i> Dengan Variasi Jumlah Lintasan Pematatan	pp. 112-119	

14	2017	Pengaruh perendaman terhadap kuat dukung tanah terstabilisasi pasir		
15	2016	Behavior of Uplift Resistance of Single Pile Row Nailed-Slab Pavement System on Soft Clay SubGrade	pp. 1226-1230	The 3rd Asia Future Conference
16	2016	Differential Settlement of Rigid Pavement of 3-Pile Row Nailed-Slab System on Soft Clay Sub Grade Due to Monotonic And Repetitive Loadings	pp. 377-388 978-602-70570-4-3 © 2016 DOI 10.21063/ICTIS.2016.1059	Proc. Interntl. Conference on Tech., Innovation, and Society (ICTIS)
17	2015	Validasi Metode Analisis Lendutan Perkerasan Sistem Pelat Terpaku pada Model Skala Penuh Dengan Satu Baris Tiang	pp. 453-464, (ISBN 978-602-17221-3-8)	Prosiding PIT XIX dan KOGEI X, HATTI
18	2015	Studi Paramterik Perkerasan Sistem Pelat Terpaku pada Tanah Lunak	pp. 305-313, (ISBN 978-979-792-636-6)	1st Annual Civil Eng. Seminar (ACES)
19	2015	Perilaku Perkerasan Sistem Pelat Terpaku pada Tanah Dasar Lempung Lunak	pp. 7-17, (ISSN 2477-0086)	Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KN PTS)
20	2015	Pull out Test of Single Pile Row Nailed-slab System on Soft Clay	pp. 62-67, (ISSN 1411-1284)	Proc. of 14 th Intl. Symp. on Quality in Research (QiR)

Pengalaman Penulisan Buku

No	Tahun	Judul Buku	Jumlah Halaman	Penerbit
1	2003	Panduan Menyusun Usulan Penelitian dan Tugas Akhir	62	UIR Press

Pengalaman Perolehan HAKI

No	Judul/ Tema HAKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ ID
----	------------------	-------	-------	-------------

--	--	--	--	--

Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/ Rekayasa Sosial Lainnya

No	Judul/ Tema/ Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat

Penghargaan yang Pernah Diraih

No	Judul Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Terbaik I Poster Ilmiah	Ristek-Dikti	2017
2	Sedyatmo Award	Program Pascasarjana Teknik Sipil ITB pada Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil ke-6 (KNPTS)	2015
3	The Best Paper	Program Pascasarjana Teknik Sipil ITB pada Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil ke-6 (KNPTS)	2015
4	The Best Presenter	Program Pascasarjana Teknik Sipil ITB pada Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil ke-6 (KNPTS)	2015

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggung jawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resikoanya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Hibah UIR.

Pekanbaru, 3 Juni 2021

Dr. Anas Puri, S.T., M.T.

B. Biodata Anggota Peneliti I

Identitas Diri

1.	Nama Lengkap (dengan gelar)	Firman Syarif
2.	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli
3.	Jabatan Struktural	Sekretaris Program Studi Teknik Sipil UIR
4.	NIK	17070206
5.	NIDN	1029048803
6.	Tempat dan Tanggal Lahir	Pekanbaru, 29 April 1988
7.	Alamat Rumah	Jalan Kaharuddin Nst, Gang Ampin no 6
8.	Nomor Telepon/Fax	
9.	Nomor HP	+6285271781537
10.	Alamat Kantor	Jalan Kaharuddin Nst no 113
11.	Nomor Telepon/Fax	
12.	Alamat e-mail	firmansyarif@eng.uir.ac.id
13.	Lulusan yang Telah Dihasilkan	
14.	Mata Kuliah yang Diampu	Perbaikan Tanah
		Metode Elemen Hingga
		Pengantar Geologi Rekayasa
		Pemrograman Computer
		Pengembangan Sumber Daya Air
	Planologi	

Riwayat Pendidikan

Program:	S1	S2
Nama PT	UGM & Saxion University	UGM
Bidang Ilmu	Civil and Environmental Engineering	Geotechnical Engineering
Tahun Masuk-Lulus	2006-2012	2012-2016
Judul Skripsi/ Tesis	Growing Micro Algae Chlorella Vulgaris Beijerinck 211 – 11d for Uptake Phosphate on the effluent of Anaerobic Sludge Digester in the Domestic Wastewater Treatment Plant	Studi Karakteristik Fondasi Pelat Tipis Dengan Pengaku Tiang “+” Pada Tanah Granuler Melalui Uji Eksperimen Dan Analisis Pemodelan Menggunakan Software <i>Abaqus</i>
Nama Pembimbing/ Promotor	Ing. Hans Hasselt and Budi Kamulyan, ST, M.Sc	Ir. Agus Darmawan Adi, M.Sc, PhD

Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2019	Microbially induce calcite precipitation as bio grouting by bacillus subtilis on its shear parameter effects on organic soil (peat) from siak regency riau	DIKTI	18.500.000,-

		province Indonesia		
--	--	--------------------	--	--

Pengalaman Pengabdian pada Masyarakat

No	Tahun	Judul Pengabdian pada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2017	Melaksanakan Pengabdian pada : Masyarakat tentang : “Penyuluhan Tentang Pengendalian Dan Edukasi Infrastruktur Pedesaan di Desa Teluk Jering Kabupaten Kampar”	LPPM UIR	3.000.000,-
2	2018	Melaksanakan Pengabdian pada : Masyarakat tentang : “Penyuluhan Tentang Pengendalian Dan Edukasi Infrastruktur Pedesaan di Desa Muara Jalai Kabupaten Kampar”	LPPM UIR	2.000.000,-

Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Vol./ Nomor	Nama Jurnal
1	2019	Microbially induce calcite precipitation as bio grouting by bacillus subtilis on its shear strength parameter effects on organic soil (peat) from Siak Regency Riau Province Indonesia	<i>IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 615 012045</i>	<i>IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 615 012045</i>
2	2017	Studi Karakteristik Fondasi Pelat Tipis Dengan Pengaku Tiang “+” Pada Tanah Granuler Melalui Uji Eksperimen Dan Analisis Pemodelan Menggunakan Software <i>Abaqus</i>	<i>Volume 17 Nomor 2, Oktober 2017, 66-78</i>	SAINTIS

Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral pada Pertemuan/ Seminar

No	Nama Pertemuan Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	EACEF Germany	Microbially induce calcite precipitation as bio grouting by bacillus subtilis on its shear strength parameter effects on organic soil (peat) from Siak Regency Riau Prov. Indonesia	Germany 29Sept – 02 Okt 2019
2	ICOSI UMY	Applicability Of Biocementation Technique By <i>Bacillus Subtilis</i> And Its Effect Of Permeability In Organic Soil	30-31 July 2019
3	ICESE	Soil deformation analysis by using plaxis 2D that cause by vibration of pilling hammer	November 2019

Pengalaman Penulisan Buku

No	Tahun	Judul Buku	Jumlah Halaman	Penerbit

Pengalaman Perolehan HAKI

No	Judul/ Tema HAKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ ID

Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/ Rekayasa Sosial Lainnya

No	Judul/ Tema/ Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat

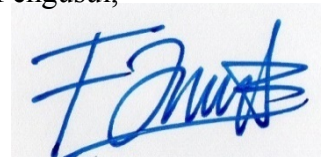
Penghargaan yang Pernah Diraih

No	Judul Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggung jawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resiko.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya.

Pekanbaru, 3 Juni 2021
Pengusul,



Firman Syarif, M.Eng.

C. Biodata Anggota Peneliti II

Identitas Diri

1.	Nama Lengkap (dengan gelar)	Ferly Oktavia, S.T.	Perempuan
2.	NIM	203121002	
3.	Tempat dan Tanggal Lahir	Tabek Panjang, 10 Oktober 1994	
4.	Alamat Rumah	Tabek Panjang, Koto Baru Simalanggang, Kecamatan Payakumbuh	
5.	Nomor Telepon/Fax	+6282386065008	
6.	Nomor HP	+6282386065008	
7.	Alamat Kantor	Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Jl. Kaharuddin Nasution 113 Pekanbaru	
8.	Nomor Telepon/Fax	+6276164717	
9.	Alamat e-mail	ferlyoktavia@student.uir.ac.id	

Riwayat Pendidikan

Program:	S1	S2
Nama PT	Universitas Islam Riau	Universitas Islam Riau
Bidang Ilmu	Teknik Sipil	Teknik Sipil
Tahun Masuk-Lulus	2013-2019	2020
Judul Skripsi/ Tesis	Analisis Variabel Faktor Aman Modulus Reaksi Tanah Dasar Sistem Pelat Terpaku Tiang Mini Beton Masif Tunggal Pada Lempung Lunak	
Nama Pembimbing	Dr. Anas Puri, S.T., M.T. dan Roza Mildawati, S.T., M.T.	

Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml(Juta Rp)
1	2018	Penerapan Faktor Aman Modulus Reaksi <i>Subgrade</i> Ekuivalen Pada Perkerasan Sistem Pelat Terpaku Tiang Tunggal	LPPM UIR	8,0

Pengalaman Pengabdian pada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian pada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)

Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Vol./ Nomor	Nama Jurnal
1	2018	Pengaruh Tahanan Ujung Tiang dan Faktor Aman terhadap Lendutan Pelat Terpaku Tiang Tunggal pada Lempung Lunak	pp. 529-533 (ISBN No. 9878-602-17221-6-9)	Proc. 20th SEAGC – 3 rd AGSSEA Conference in conjunction with 22 nd Annual Indonesian National Conference on Geotechnical Engineering
2	2018	Pengaruh Dimensi Tiang Mini dan Faktor Aman terhadap Lendutan Pelat Terpaku Tiang Tunggal	Vol. 18/No. 2	Jurnal Saintis

Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral pada Pertemuan/Seminar

No	Nama Pertemuan Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan	Pengaruh Dimensi Tiang Mini dan Faktor Aman terhadap Lendutan Pelat Terpaku Tiang Tunggal	17 Oktober 2018, Pekanbaru

Pengalaman Penulisan Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Buku	Jumlah Halaman	Penerbit

Penghargaan yang Pernah Diraih dalam 10 Tahun Terakhir

No	Judul Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggung jawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resikoanya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Hibah UIR.

Pekanbaru, 3 Juni 2021

Pengusul,

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above the name of the signatory.

Ferly Oktavia, S.T.

D. Biodata Anggota Peneliti III

Identitas Diri

1.	Nama Lengkap (dengan gelar)	Fasckal Willman
2.	Jabatan Fungsional	-
3.	Jabatan Struktural	-
4.	NIK	-
5.	NIDN	-
6.	Tempat dan Tanggal Lahir	Jakarta, 16 September 1994
7.	Alamat Rumah	Jl. Merak No.1, Sukajadi Pekanbaru, Riau, Indonesia - 28124
8.	Nomor Telepon/Fax	-
9.	Nomor HP	0852 1105 0201
10.	Alamat Kantor	Jl. Kaharuddin Nasution No.113, Marpoyan Pekanbaru, Riau, Indonesia - 28284
11.	Nomor Telepon/Fax	-
12.	Alamat e-mail	fasckal@student.uir.ac.id
13.	Lulusan yang Telah Dihasilkan	-
14.	Mata Kuliah yang Diampu	-

Riwayat Pendidikan

Program:	S1	S2	S3
Nama PT	UIR		
Bidang Ilmu	Teknik Sipil		
Tahun Masuk-Lulus	2016		
Judul Skripsi/Tesis			
Nama Pembimbing/Promotor			

Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1				
2				

Pengalaman Pengabdian pada Masyarakat

No	Tahun	Judul Pengabdian pada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1				
2				

Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Vol./ Nomor	Nama Jurnal

Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral pada Pertemuan/ Seminar

No	Nama Pertemuan Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat

Pengalaman Penulisan Buku

No	Tahun	Judul Buku	Jumlah Halaman	Penerbit

Pengalaman Perolehan HAKI

No	Judul/ Tema HAKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ ID

Penghargaan yang Pernah Diraih

No	Judul Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggung jawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resikoanya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Internal UIR.

Pekanbaru, 3 Juni 2021
Pengusul,



Fasckal Willman

LAMPIRAN VI: KONTRAK PENELITIAN



UNIVERSITAS ISLAM RIAU

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Alamat: Jalan Kaharuddin Nasution No. 113, Marpoyan, Pekanbaru, Riau, Indonesia - 28284
Telp. +62 761 72126 Fax +62 761 674834 Email: lppm@uir.ac.id Website: www.lppm.uir.ac.id

KONTRAK PENELITIAN TAHUN ANGGARAN 2020 NOMOR: 175/KONTRAK/LPPM-UIR/5-2020

Pada hari ini Senin tanggal 14 bulan Desember tahun Dua Ribu Dua Puluh , kami yang bertandatangan dibawah ini :

1. **Dr. Evizal Abdul Kadir, S.T., M.Eng** : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Islam Riau, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Islam Riau, yang berkedudukan di Jl. Kaharuddin Nasution No. 113 P. Marpoyan, Pekanbaru, untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**;
2. **Dr. Anas Puri, S.T., M.T.** : Dosen Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, dalam hal ini bertindak sebagai pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian Tahun Anggaran 2020 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

PIHAK PERTAMA dan **PIHAK KEDUA**, secara bersama-sama sepakat mengikatkan diri dalam suatu Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2020 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

Pasal 1 Ruang Lingkup Kontrak

PIHAK PERTAMA memberi pekerjaan kepada **PIHAK KEDUA** dan **PIHAK KEDUA** menerima pekerjaan tersebut dari **PIHAK PERTAMA**, untuk melaksanakan dan menyelesaikan Penelitian Tahun Anggaran 2020 dengan judul "**Kajian Faktor Aman Global Modulus Reaksi Subgrade Ekuivalen Pada Perkerasan Sistem Pelat Terpaku**"

Pasal 2 Dana Penelitian

- (1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 adalah sebesar **Rp 15.000.000,- (Limabelas Juta Rupiah)** sudah termasuk pajak.
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada Anggaran Pendapatan dan Belanja Universitas Islam Riau (APB UIR) tahun 2020.

Pasal 3 Tata Cara Pembayaran Dana Penelitian

- (1) **PIHAK PERTAMA** akan membayarkan Dana Penelitian kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a. Pembayaran Tahap Pertama sebesar 70% dari total dana penelitian yaitu $70\% \times 15.000.000 = \text{Rp. } 10.500.000,-$ (**Sepuluh Juta Lima Ratus Ribu Rupiah**) yang akan dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah **PIHAK KEDUA** membuat dan melengkapi usulan pelaksanaan penelitian yang memuat judul penelitian, halaman pengesahan, ringkasan, pendekatan dan metode penelitian yang digunakan, data yang akan diperoleh, anggaran yang akan digunakan, dan tujuan penelitian berupa luaran yang akan dicapai (sesuai pedoman sistematika dan muatan proposal penelitian). Selanjutnya **PIHAK KEDUA** mengunggah usulan penelitian yang telah diseminarkan ke web: riset.lppm.uir.ac.id
 - b. Pembayaran Tahap Kedua sebesar 30% dari total dana penelitian yaitu $30\% \times 15.000.000 = \text{Rp. } 4.500.000,-$ (**Empat Juta Lima Ratus Ribu Rupiah**), dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah **PIHAK KEDUA** mengunggah ke web: riset.lppm.uir.ac.id Laporan Akhir Pelaksanaan Penelitian dan menyerahkan hard copy sebanyak dua rangkap untuk arsip Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Islam Riau.



UNIVERSITAS ISLAM RIAU

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Alamat: Jalan Kaharuddin Nasution No. 113, Marpoyan, Pekanbaru, Riau, Indonesia - 28284
Telp. +62 761 72126 Fax. +62 761 674834 Email: lppm@uir.ac.id Website: www.lppm.uir.ac.id

Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) akan disalurkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** ke rekening sebagai berikut:

Nama : **Dr. Anas Puri, S.T., M.T.**
Nomor Rekening :
Nama Bank : Syariah Mandiri

- (2) **PIHAK PERTAMA** tidak bertanggung jawab atas keterlambatan dan/atau tidak terbayarnya sejumlah dana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) yang disebabkan karena kesalahan **PIHAK KEDUA** dalam menyampaikan data peneliti, dan persyaratan lainnya yang tidak sesuai dengan ketentuan.

Pasal 4 Jangka Waktu

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 sampai selesai 100%, adalah terhitung sejak **Tanggal 14 Desember 2020** dan berakhir pada **Tanggal 30 Juli 2021**.

Pasal 5 Target Luaran

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk mencapai target luaran wajib penelitian berupa artikel minimal accepted (diterima) atau dimuat di jurnal Nasional/Internasional, dan atau Prosiding Nasional/Internasional sebanyak satu artikel, selanjutnya **PIHAK KEDUA** mengunggah ke web: riset.lppm.uir.ac.id.
- (2) **PIHAK KEDUA** diharapkan dapat mencapai target luaran tambahan penelitian berupa jurnal Ilmiah Nasional/internasional atau Prosiding, atau Buku ajar, dll. selanjutnya diunggah ke web: riset.lppm.uir.ac.id
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA**.
- (4) Jika target luaran tidak tercapai, maka sisa dana 30% tidak dibayarkan sampai luaran terpenuhi hingga 30 Desember 2021.

Pasal 6 Hak dan Kewajiban Para Pihak

- (1) Hak dan Kewajiban **PIHAK PERTAMA**:
 - a. **PIHAK PERTAMA** berhak untuk mendapatkan dari **PIHAK KEDUA** luaran penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7;
 - b. **PIHAK PERTAMA** berkewajiban untuk memberikan dana penelitian kepada **PIHAK KEDUA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) dan dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.
- (2) Hak dan Kewajiban **PIHAK KEDUA**:
 - a. **PIHAK KEDUA** berhak menerima dana penelitian dari **PIHAK PERTAMA** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1);
 - b. **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan kepada **PIHAK PERTAMA** luaran Penelitian dengan judul "**Kajian Faktor Aman Global Modulus Reaksi Subgrade Ekuivalen Pada Perkerasan Sistem Pelat Terpaku**" **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk bertanggungjawab dalam penggunaan dana penelitian yang diterimanya sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui;

Pasal 7 Laporan Pelaksanaan Penelitian

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menyampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** berupa laporan akhir mengenai luaran penelitian dan rekapitulasi penggunaan anggaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh **PIHAK PERTAMA** yang tersusun secara sistematis sesuai pedoman yang ditentukan oleh **PIHAK PERTAMA**.

Handwritten signature/initials



UNIVERSITAS ISLAM RIAU

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Alamat: Jalan Kaharuddin Nasution No. 113, Marpoyan, Pekanbaru, Riau, Indonesia - 28284
Telp. +62 761 72126 Fax. +62 761 674834 Email: lppm@uir.ac.id Website: www.lppm.uir.ac.id

- (2) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah Laporan hasil penelitian yang telah dilaksanakan untuk diseminarkan ke web: riset.lppm.uir.ac.id paling lambat **30 Juli 2021**.
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah capaian hasil jurnal Nasional/Internasional, dan atau Prosiding Nasional/Internasional pada web: riset.lppm.uir.ac.id paling lambat **30 Juli 2021 (bagi penelitian tahun terakhir)**.
- (4) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan *Hardcopy* satu rangkap Laporan akhir capaian hasil /Poster/ artikel ilmiah dalam bentuk jurnal Nasional/Internasional, dan atau Prosiding Nasional/Internasional **PIHAK PERTAMA**, paling lambat **30 Desember 2021**.
- (5) Laporan hasil Penelitian sebagaimana tersebut pada ayat (4) harus memenuhi ketentuan yang ada dalam pedoman penelitian diantaranya sebagai berikut:

Di bawah bagian cover ditulis:

Dibiayai oleh:
Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas Islam Riau
Sesuai dengan Kontrak Penelitian
Nomor: 175/KONTRAK/LPPM-UIR/5-2020

Pasal 8 Monitoring dan Evaluasi

PIHAK PERTAMA dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2020 ini dilaksanakan pada bulan April - Mei tahun 2021.

Pasal 9 Sanksi

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Penelitian ini telah berakhir, namun **PIHAK KEDUA** belum menyelesaikan tugasnya, terlambat mengirim laporan akhir, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi administratif berupa penghentian pembayaran dan tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu satu tahun berturut-turut.
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat mencapai target luaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5, maka kekurangan capaian target luaran tersebut akan dicatat sebagai hutang **PIHAK KEDUA** kepada **PIHAK PERTAMA** yang apabila tidak dapat dilunasi oleh **PIHAK KEDUA**, akan berdampak pada kesempatan **PIHAK KEDUA** untuk mendapatkan pendanaan penelitian atau hibah lainnya yang dikelola oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 10 Pembatalan Perjanjian

- (1) Apabila dikemudian hari terhadap judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh **PIHAK KEDUA**, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya akan disetor ke Kas Universitas Islam Riau.
- (2) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 11 Penyelesaian Sengketa

Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum.



UNIVERSITAS ISLAM RIAU

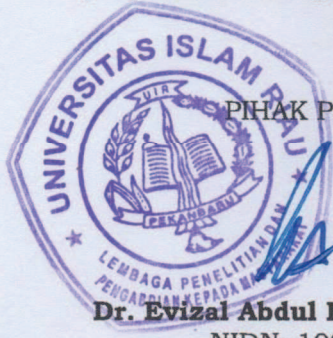
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Alamat: Jalan Kaharuddin Nasution No. 113, Marpoyan, Pekanbaru, Riau, Indonesia - 28284
Telp. +62 761 72126 Fax. +62 761 674834 Email: lppm@uir.ac.id Website: www.lppm.uir.ac.id

Pasal 12 Lain-lain

- (1) **PIHAK KEDUA** menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri.
- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh **PARA PIHAK**, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

Demikianlah surat perjanjian ini dibuat pada hari ini, tanggal, bulan dan tahun seperti tersebut diatas dan dibuat dalam rangkap 2 (dua) rangkap sebagai kekuatan dan untuk dipergunakan sebagaimana semestinya.



PIHAK PERTAMA

Dr. Evizal Abdul Kadir, S.T., M.Eng
NIDN: 1029027601

PIHAK KEDUA

Dr. Anas Puri, S.T., M.T.
NIDN: 1005057003