

**PERILAKU DINAMIK PELAT LANTAI DASAR BANGUNAN
DI ATAS LAPISAN TANAH PENDUKUNG DENGAN 3
PARAMETER AKIBAT BEBAN LEDAKAN REED**

TUGAS AKHIR



ESA HOIRUNISA

1182004013

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2022**

**PERILAKU DINAMIK PELAT LANTAI DASAR BANGUNAN
DI ATAS LAPISAN TANAH PENDUKUNG DENGAN 3
PARAMETER AKIBAT BEBAN LEDAKAN REED**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik



ESA HOIRUNISA

1182004013

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA**


2022

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Esa Hoirunisa

NIM : 1182004013

Tanda Tangan : 

Tanggal : 7 Februari 2022

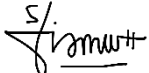
HALAMAN PENGESAHAN


Tugas akhir ini diajukan oleh :


Nama : Esa Hoirunisa
NIM : 1182004013
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Perilaku Dinamik Pelat Lantai Dasar Bangunan
Di Atas Lapisan Tanah Pendukung Dengan 3
Parameter Akibat Beban Ledakan Reed

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D., IPU ()

Penguji 1 : Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc. ()

Penguji 2 : Jouvan Chandra Pratama Putra, S.T., M.Eng., IPP ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 7 Februari 2022

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah. Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Shalawat serta salam juga senantiasa penyusun ucapkan kepada junjungan nabi besar Muhammad SAW.

Tugas akhir ini berjudul “Perilaku Dinamik Pelat Lantai Dasar Bangunan Di Atas Lapisan Tanah Pendukung Dengan 3 Parameter Akibat Beban Ledakan Reed”. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

Selama penyusunan tugas akhir ini, tentunya penulis mendapatkan banyak kendala dan tantangan. Akan tetapi, hal ini dapat diselesaikan dengan adanya bantuan, bimbingan, dan saran dari pihak-pihak terkait yang turut membantu dan mendukung penulis dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayah, Ibu, Kakak yang senantiasa mendoakan penulis serta senantiasa mendukung, menasehati, dan juga memberikan motivasi kepada penulis selama penulis melalui pendidikan dan penelitian ini.
2. Ibu Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc. Ph.D., IPU selaku Rektor Universitas Bakrie, serta selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan masukan, bimbingan, dukungan, dan motivasi bagi penulis selama penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie yang selalu mendukung setiap mahasiswa untuk terus maju dan berkembang baik dalam akademik pada saat perkuliahan, non-akademik di internal dan eksternal kampus, penelitian, dan juga pengabdian.
4. Ibu Fatin Adriati, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu membimbing, memberikan motivasi dan juga arahan kepada penulis selama masa perkuliahan dari awal semester hingga akhir semester ini.

5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya selama masa perkuliahan.
6. Teman-teman Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil angkatan 2018 yang selalu saling mendukung dan memberikan motivasi satu sama lain.
7. Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Keluarga Basmala Universitas Bakrie yang senantiasa mendukung dan memberikan motivasi dan juga arahan bagi penulis selama masa perkuliahan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah disebutkan di atas karena atas bantuan, dukungan, arahan dan doa mereka sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan tepat pada waktunya.

Penulis sangat menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran dari semua pihak. Demikian penulisan tugas akhir ini, penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, Februari 2022

Penulis

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI

Sebagai civitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Esa Hoirunisa
NIM : 1182004013
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

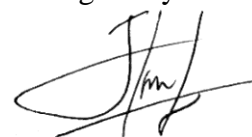
**PERILAKU DINAMIK PELAT LANTAI DASAR BANGUNAN DI ATAS
LAPISAN TANAH PENDUKUNG DENGAN 3 PARAMETER AKIBAT
BEBAN LEDAKAN REED**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada Tanggal : 7 Februari 2022

Yang Menyatakan,



Esa Hoirunisa

**PERILAKU DINAMIK PELAT LANTAI DASAR BANGUNAN
DI ATAS LAPISAN TANAH PENDUKUNG DENGAN 3
PARAMETER AKIBAT BEBAN LEDAKAN REED**

Esa Hoirunisa¹

ABSTRAK

Dalam hal merancang sebuah bangunan baik itu bangunan tingkat tinggi ataupun bangunan sederhana, khususnya pada bangunan operasional seperti rumah sakit, perkantoran, dan juga rumah susun, haruslah melalui perencanaan struktur yang aman dari segala kemungkinan yang terjadi, termasuk kemungkinan terjadinya ledakan.

Pada penelitian ini, dilakukan analisis terhadap perilaku dinamik pelat lantai dasar bangunan di atas lapisan tanah pendukung dengan 3 parameter (K_f , G_s , dan m_0) akibat beban ledakan reed yang dimodelkan dalam beberapa variasi ketebalan pelat dan juga kondisi tanah, dimana pelat dimodelkan sebuah pelat orthotropik persegi panjang dengan perletakan *semi rigid* pada keempat sisinya. Beban ledakan dimodelkan dalam 5 fase arah gelombang dengan salah satu fase merupakan persamaan reed dengan pendekatan polinomial orde 4. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh ketebalan pelat lantai dan kondisi tanah pada lapisan tanah pendukung terhadap respons dinamik pelat, dan juga gaya-gaya dalam (momen lentur dan gaya geser). Analisis ini diselesaikan secara numerik dengan metode yang digunakan pada penelitian ini ialah *Modified Bolotin Method* dengan bantuan *software Wolfram Mathematica*.

Kata Kunci : Pelat Lantai, Beban Ledakan Reed, Kondisi Tanah, Respons Dinamik, *Modified Bolotin Method*, *Wolfram Mathematica*.

¹ Mahasiswa Sarjana Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie

**PERILAKU DINAMIK PELAT LANTAI DASAR BANGUNAN
DI ATAS LAPISAN TANAH PENDUKUNG DENGAN 3
PARAMETER AKIBAT BEBAN LEDAKAN REED**

Esa Hoirunisa¹

ABSTRACT

In terms of designing a building, be it a high-rise building or a simple building, especially in operational buildings such as hospitals, offices, and flats, it is necessary to go through structural planning that is safe from all possibilities, including the possibility of an explosion.

In this study, an analysis was carried out on the dynamic behavior of the ground floor slab of the building on the supporting soil layer with 3 parameters (K_f , G_s , and m_0) due to the reed blast load which was modeled in several variations of slab thickness and also soil conditions, where the slab was modeled as a slab, rectangular orthotropic with semi-rigid support on all four sides. The blast load is modeled in 5 phases in the direction of the wave with one phase being the reed equation with a polynomial order of order 4. The purpose of this study was to determine the effect of the thickness of the floor slab and soil conditions on the supporting soil layer on the dynamic response of the slab, as well as internal forces. (bending moment and shear force). This analysis was solved numerically with the method used in this study is the Modified Bolotin Method with the help of Wolfram Mathematica software.

Keywords: Floor Plate, Reed Blast Load, Soil Condition, Dynamic Response, Modified Bolotin Method, Wolfram Mathematica.

¹ Undergraduate Student of Civil Engineering Universitas Bakrie

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI.....	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR GRAFIK.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR NOTASI.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.5.1 Bagi Mahasiswa.....	4
1.5.2 Bagi Structural Engineer dan Peneliti.....	5
1.6 Metodologi Penelitian.....	5
1.7 Kerangka Pemikiran Penelitian.....	7
1.8 Sistematika Penulisan.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Landasan Teori.....	9
2.1.1 Teori Pelat.....	9
2.1.2 Hukum Hooke dan Elastisitas.....	13
2.1.3 Lapisan Tanah Pendukung.....	17
2.1.4 Ledakan.....	20
2.2 Persamaan Gerak Pelat.....	26
BAB III PENYELESAIAN PERSAMAAN GERAK PELAT LANTAI.....	29
3.1 Modified Bolotin Method.....	29
3.2 Analisis Getaran Bebas.....	30
3.2.1 Masalah Auxiliary Pertama.....	32

3.2.2	Masalah Auxiliary Kedua	37
3.3	Respons Dinamik Pelat Lantai	41
3.3.1	Solusi Homogen	42
3.3.2	Solusi Partikuler	45
3.3.3	Solusi Total.....	47
3.4	Fungsi Beban Ledakan	48
3.5	Gaya - Gaya Dalam	50
BAB IV ANALISIS NUMERIK PELAT LANTAI BANGUNAN		51
4.1	Ukuran dan Sifat Bahan Pelat	51
4.2	Beban Ledakan	52
4.3	Frekuensi Alami	53
4.4	Defleksi Absolut Maksimum.....	58
4.5	Riwayat Waktu	61
4.6	Momen Lentur	65
4.7	Gaya Geser	69
BAB V PENUTUP.....		73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA		75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Flow Chart Metode Penelitian	7
Gambar 2. 1 Tampak depan Pelat Kantilever	10
Gambar 2. 2 Tampak atas Pelat Kantilever	11
Gambar 2. 3 Pelat dengan Sistem Dua Arah	11
Gambar 2. 4 Hukum Hooke dan Elastisitas	15
Gambar 2. 5 Pemodelan Pondasi Winkler	18
Gambar 2. 6 Pemodelan Pondasi Pasternak	18
Gambar 2. 7 Pemodelan Pondasi Kerr	19
Gambar 2. 8 Ledakan Udara Bebas	20
Gambar 2. 9 Ledakan Udara	21
Gambar 2. 10 Ledakan Permukaan	21
Gambar 2. 11 Grafik antara Tekanan dan Waktu Ledakan	23
Gambar 2. 12 Proses Efek Ledakan terhadap Struktur Bangunan	24
Gambar 2. 13 Keseimbangan Gaya pada Pelat	26
Gambar 4. 1 Grafik Time History dan 3D Defleksi Maksimum Pelat 0,26 m pada Kondisi Tanah I Kf $1,662 \cdot 10^7$	60

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Hubungan Frekuensi Alami dan Ragam Getar Pelat Tebal 0.26 m pada Kondisi Tanah I Kf $1,662.10^7$	54
Grafik 4. 2 Hubungan Frekuensi Alami dan Ragam Getar Pelat Tebal 0.26 m pada Kondisi Tanah II Kf $1,662.10^9$	54
Grafik 4. 3 Hubungan Frekuensi Alami dan Ragam Getar Pelat Tebal 0.28 m pada Kondisi Tanah I Kf $1,662.10^7$	56
Grafik 4. 4 Hubungan Frekuensi Alami dan Ragam Getar Pelat Tebal 0.28 m pada Kondisi Tanah II Kf $1,662.10^9$	56
Grafik 4. 5 Hubungan Frekuensi Alami dan Ragam Getar Pelat Tebal 0.30 m pada Kondisi Tanah I Kf $1,662.10^7$	57
Grafik 4. 6 Hubungan Frekuensi Alami dan Ragam Getar Pelat Tebal 0.30 m pada Kondisi Tanah II Kf $1,662.10^9$	58
Grafik 4. 7 Perbandingan Defleksi Maksimum pada Setiap Kondisi	59
Grafik 4. 8 Riwayat Waktu Defleksi Dinamik pada Pelat 0.26 m	62
Grafik 4. 9 Riwayat Waktu Defleksi Dinamik pada Pelat 0.28 m	62
Grafik 4. 10 Riwayat Waktu Defleksi Dinamik pada Pelat 0.28 m	63
Grafik 4. 11 Riwayat Waktu Defleksi Dinamik pada Kondisi Tanah I	63
Grafik 4. 12 Riwayat Waktu Defleksi Dinamik pada Kondisi Tanah II.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Karakteristik Material Pelat Beton dan Lapisan Tanah Pendukung	51
Tabel 4. 2 Parameter Beban Ledakan.....	52
Tabel 4. 3 Frekuensi Alami Pelat Tebal 0.26 m pada Kondisi Tanah I, II.....	53
Tabel 4. 4 Frekuensi Alami Pelat Tebal 0.28 m pada Kondisi Tanah I, II.....	55
Tabel 4. 5 Frekuensi Alami Pelat Tebal 0.30 m pada Kondisi Tanah I, II.....	56
Tabel 4. 6 Defleksi Absolut Maksimum.....	59
Tabel 4. 7 3D Defleksi Pelat pada setiap Tebal Pelat dan Kondisi Tanah	60
Tabel 4. 8 Waktu Terjadi Defleksi Absolut Maksimum	64
Tabel 4. 9 Distribusi Momen Lentur arah x	66
Tabel 4. 10 Distribusi Momen Lentur arah y	67
Tabel 4. 11 Distribusi Gaya Geser arah x.....	69
Tabel 4. 12 Distribusi Gaya Geser arah y.....	71

DAFTAR NOTASI

a	= Dimensi pelat dalam arah x
b	= Dimensi pelat dalam arah y
h	= Tebal pelat
c	= Konstanta redaman
γ	= Koefisien redaman viscous
ξ	= Koefisien redaman kritis
D_x	= Kekakuan lentur pelat arah x
D_y	= Kekakuan lentur pelat arah y
B	= Kekakuan puntir efektif pelat
ρ	= Massa jenis
ω	= Frekuensi alami pelat lantai
E_x, E_y	= Modulus elastisitas pelat arah x dan arah y
ν_x, ν_y	= Poisson's ratio arah x dan arah y
k_f	= Koefisien kekakuan tanah lapisan tanah pendukung
G_s	= Koefisien geser lapisan tanah pendukung
m_0	= Inersia tanah lapisan tanah pendukung
k_1	= Kekakuan rotasi pelat dalam arah x
k_2	= Kekakuan rotasi pelat dalam arah y
m	= Ragam getar di arah x
n	= Ragam getar di arah y
$T(t)$	= Fungsi <i>temporal</i>
$W(x,y)$	= Fungsi <i>spatial</i>
t_d	= Durasi beban ledakan
$w(x,y,t)$	= Fungsi lendutan yang tergantung pada fungsi posisi, fungsi waktu
$p(x,y,t)$	= Fungsi beban yang tergantung pada fungsi posisi, fungsi waktu.
x_0, y_0	= posisi konstan dalam sistem koordinat kartesian
M_x	= momen dalam arah sumbu x
M_y	= momen dalam arah sumbu y
V_x	= gaya geser dalam arah sumbu x
V_y	= gaya geser dalam arah sumbu y