

**PERILAKU DINAMIK PELAT LANTAI BANGUNAN AKIBAT  
BEBAN SETEMPAT POSITIF DAN NEGATIF FRIEDLANDER**

**TUGAS AKHIR**



**BANGUN PAMUNGKAS**

**1142004001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER**

**UNIVERSITAS BAKRIE**

**JAKARTA**

**2018**

**PERILAKU DINAMIK PELAT LANTAI BANGUNAN AKIBAT  
BEBAN SETEMPAT POSITIF DAN NEGATIF FRIEDLANDER**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
Universitas Bakrie**



**BANGUN PAMUNGKAS**

**1142004001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER**

**UNIVERSITAS BAKRIE**

**JAKARTA**

**2018**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

**Nama** : Bangun Pamungkas

**NIM** : 1142004001

**Tanda Tangan** : 

**Tanggal** : Agustus 2018

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Bangun Pamungkas  
NIM : 1142004001  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer  
Judul Skripsi : Perilaku Dinamik Pelat Lantai Bangunan akibat Beban Setempat Positif dan Negatif Friedlander

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bahan 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. (.....  
Penguji 1 : Jouvan Chandra P, S.T., M.Eng. (.....  
Penguji 2 : Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc. (.....

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : Agustus 2018

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan bimbingan-Nya yang telah memberikan kesehatan dan menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Tugas akhir berjudul “Perilaku Dinamik Pelat Lantai Bangunan akibat Beban Setempat Positif dan Negatif Friedlander” ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Program Sarjana Teknik Sipil, Universitas Bakrie.

Selesaiannya tugas akhir ini tidak terlepas dari dorongan, bantuan, maupun kritik dan saran dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing akademik dan pembimbing tugas akhir yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan dorongan dalam penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ade Asmi, S.T., M.Sc. selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie.
3. Seluruh dosen dari Program Sarjana Teknik Sipil Universitas Bakrie yang telah memberikan saran dan dukungan kepada penulis.
4. Orang tua dan mba rurin yang selalu memberi doa, dukungan, dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Muhamad Faris Aditya sebagai sahabat seperjuangan dari awal semester hingga akhir semester yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
6. Teman-teman sipil galaksi 2014 Alfa, Irsyad, Ali, Deby, Ciko, Radit, Haris, Fatur, Nadia, Laras, Pinky, Imam, Hendi, Ina dan Dhani.
7. Kakak-kakak sipil 12 dan 13 dan adik-adik sipil 15, 16 dan 17 yang selalu mensupport penulis.

8. Seluruh karyawan Program Sarjana Teknik Sipil dan petugas perpustakaan yang telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis selama pembuatan tugas akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran untuk menambah wawasan penulis dan menyempurnakan penulisan ini.

Jakarta, 9 Agustus 2017

Penulis

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Bangun Pamungkas  
NIM : 1142004001  
Program : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer  
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

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

### **PERILAKU DINAMIK PELAT LANTAI BANGUNAN AKIBAT BEBAN SETEMPAT POSITIF DAN NEGATIF FRIEDLANDER**

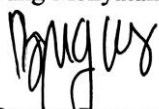
Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti, Noneklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : Agustus 2018

Yang Menyatakan

  
(Bangun Pamungkas)

**PERILAKU DINAMIK PELAT LANTAI BANGUNAN AKIBAT BEBAN  
SETEMPAT POSITIF DAN NEGATIF FRIEDLANDER**

Bangun Pamungkas<sup>1</sup>

---

**ABSTRAK**

Respons dinamik sebuah pelat lantai bangunan dapat dijadikan penelitian akibat banyaknya kasus pengeboman pada sebuah pelat lantai bangunan khususnya di Indonesia. Dengan demikian untuk merancang pelat lantai bangunan perlu diperhitungkan akibat beban ledakan. Pada penelitian ini, dianalisis perilaku dinamik pelat lantai bangunan akibat beban ledakan Friedlander yang memiliki fase positif dan fase negative. Pelat yang dianalisis adalah sebuah pelat orthotropik dengan perletakan *semi rigid* pada keempat sisinya. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui respons dinamik pelat orthotropic dengan perletakan *semi rigid* pada ke empat sisinya akibat beban ledakan setempat Friedlander serta pengaruh dari posisi beban ledakan, dan rasio redaman terhadap respons dinamik. Pada penelitian ini juga akan dihitung gaya-gaya dalam yaitu momen lentur dan gaya geser. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Modified Bolotin Method* dengan bantuan program *Wolfram Mathematica*. Variasi posisi beban ledakan yang digunakan yaitu  $\frac{1}{8}a$ ,  $\frac{2}{8}a$ ,  $\frac{3}{8}a$ , dan  $\frac{4}{8}a$  dengan rasio redaman 0%, 5% dan 10% pada ketebalan pelat 13 cm.

Kata kunci : Pelat orthotropik, beban Friedlander, *Modified Bolotin Method*, perletakan *semi rigid*, momen lentur, gaya geser, posisi beban, rasio redaman

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Sarjana Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie



**PERILAKU DINAMIK PELAT LANTAI BANGUNAN AKIBAT BEBAN  
SETEMPAT POSITIF DAN NEGATIF FRIEDLANDER**

Bangun Pamungkas<sup>1</sup>

---

**ABSTRACT**

*Dynamic response of an orthotropic plate has been studied in this research subjected to localized blast load Friedlander. Due to the occurrence of many terrorist attack recently in Indonesia, the dynamic response of the concrete floor should be studied in detail. The plate used in this research is an orthotropic plate with semi-rigid condition along its edges. The dynamic response of the plate will be solved by using the modified Bolotin method and the numerical solutions are solved by using the Mathematica by Wolfram Research. The influences of the position of the blast load as well as the damping ratio to the maximum dynamic deflection are solved in this study. The internal forces such as bending moments and shear forces are also solved in this study for the plate thickness equal to 0.13 m.*

*Keywords: Orthotropic plate, Friedlander function, Modified Bolotin Method, semi rigid placement, bending moment, shear force, load position, damping ratio*

<sup>1</sup> Mahasiswa Sarjana Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.5.1 Bagi Mahasiswa .....	4
1.5.2 Bagi structure engineers dan peneliti .....	4
1.6 Metode Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
1.8 Kerangka pemikiran .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Hukum <i>Hooke</i> dan Elastisitas.....	8
2.2 Landasan Teori .....	10
2.3 Persamaan Gerak Pelat .....	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Teori Modified Bolotin Method .....	16
3.2 Analisis Umum.....	16
3.3 Masalah <i>Auxiliary</i> Pertama.....	18
3.4 Masalah <i>Auxiliary</i> Kedua .....	22
3.5 Solusi Homogen .....	24

3.6	Solusi Partikuler .....	28
3.7	Solusi Total.....	30
3.8	Fungsi Beban Dinamik .....	31
3.9	Respons Dinamik Sistem.....	33
3.10	Gaya – gaya Dalam.....	36
BAB IV ANALISIS NUMERIK PELAT LANTAI BANGUNAN .....		38
4.1	Pendahuluan .....	38
4.2	Ukuran dan Sifat Bahan Pelat .....	39
4.3	Beban Ledakan .....	40
4.4	Frekuensi Alami .....	40
4.5	Defleksi Absolut Maksimum.....	42
4.6	Riwayat Waktu ( <i>Time History</i> ) .....	44
4.7	Momen Lentur Pelat .....	45
4.8	Gaya Geser Pelat .....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran .....	53
DAFTAR PUSTAKA .....		54
LAMPIRAN .....		55

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1. 1</b> Pelat lantai bangunan yang dimodelkan sebagai sebuah pelat orthotropik persegi panjang (Alisjahbana, S.W, 2011).....	2
<b>Gambar 1. 2</b> Diagram alur metodologi peneliti .....	7
<b>Gambar 2. 1</b> Pelat dengan sistem satu arah (SNI,2002) .....	11
<b>Gambar 2. 2</b> Pelat dengan sistem dua arah (SNI,2002).....	11
<b>Gambar 2. 3</b> Keseimbangan Gaya pada pelat.....	12
<b>Gambar 3. 1</b> Geometri pelat lantai (Muhammad, F 2017) .....	16
<b>Gambar 4. 1</b> Beban Ledakan Friedlander (Rigby et al, 2014).....	38
<b>Gambar 4. 2</b> Denah pelat lantai yang ditinjau .....	39
<b>Gambar 4. 3</b> Nilai Frekuensi Alami.....	42
<b>Gambar 4. 4</b> Pengaruh Posisi Beban terhadap Defleksi Dinamik Maksimum untuk berbagai variasi Nilai Rasio Redaman .....	44
<b>Gambar 4. 5</b> Riwayat Waktu Nilai Defleksi Dinamik dengan Variasi Redaman pada Posisi Beban 28 .....	45
<b>Gambar 4. 6</b> Momen Lentur terhadap sumbu x $M_x$ untuk variasi posisi pada fase 2 $td_3 \leq t \leq td_3 + td_4$ dengan Damping 10% .....	46
<b>Gambar 4. 7</b> Momen Lentur terhadap sumbu y $M_y$ untuk variasi posisi pada fase 2 $td_3 \leq t \leq td_3 + td_4$ dengan Damping 10% .....	46
<b>Gambar 4. 8</b> Perilaku 3D Momen Lentur arah x $M_x$ untuk variasi posisi pada fase 2 $td_3 \leq t \leq td_3 + td_4$ dengan Damping 10% .....	47
<b>Gambar 4. 9</b> Perilaku 3D Momen Lentur arah y $M_y$ untuk variasi posisi pada fase 2 $td_3 \leq t \leq td_3 + td_4$ dengan Damping 10% .....	48
<b>Gambar 4. 10</b> Gaya Geser arah x $Q_x$ untuk variasi posisi pada fase 2 $td_3 \leq t \leq td_3 + td_4$ dengan Damping 10% .....	49
<b>Gambar 4. 11</b> Gaya Geser arah y $Q_y$ untuk variasi posisi pada fase 2 $td_3 \leq t \leq td_3 + td_4$ dengan Damping 10% .....	49
<b>Gambar 4. 12</b> Perilaku 3D Gaya Geser arah x $Q_x$ untuk variasi posisi pada fase 2 $td_3 \leq t \leq td_3 + td_4$ dengan Damping 10% .....	50
<b>Gambar 4. 13</b> Perilaku 3D Gaya Geser arah y $Q_y$ untuk variasi posisi pada fase 2 $td_3 \leq t \leq td_3 + td_4$ dengan Damping 10% .....	51

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4. 1</b> Data pelat lantai bangunan .....	39
<b>Tabel 4. 2</b> Parameter Beban Ledakan.....	40
<b>Tabel 4. 3</b> Nilai ragam getar frekuensi alami pelat lantai bangunan .....	41
<b>Tabel 4. 4</b> Defleksi Absolut Maksimum pada fase 3 $t \geq td3 + td4$ .....	43
<b>Tabel 4. 5</b> Defleksi Absolut Maksimum pada fase 2 $td3 \leq t \leq td3 + td4$ .....	43

## DAFTAR NOTASI

$a$	= dimensi pelat dalam arah x
$b$	= dimensi pelat dalam arah y
$c$	= konstanta redaman
$D_x$	= kekakuan pelat arah x
$D_y$	= kekakuan pelat arah y
$B$	= kekakuan punter efektif pelat
$\rho$	= massa jenis
$h$	= tebal pelat
$\gamma$	= koefisien redaman
$w(x,y,t)$	= fungsi lendutan yang tergantung pada fungsi posisi dan fungsi waktu
$p(x,y,t)$	= fungsi beban yang tergantung pada fungsi posisi dan fungsi waktu
$E_x$	= modulus elastisitas pelat arah x
$E_y$	= modulus elastisitas pelat arah y
$\nu_x$	= <i>Poisson's ratio</i> arah x
$\nu_y$	= <i>Poisson's ratio</i> arah y
$u, v, w$	= lendutan bidang xz, yz, dan xy dalam arah sumbu x, y dan z
$k_1$	= kekakuan rotasi pelat dalam arah x
$k_2$	= kekakuan rotasi pelat dalam arah y
$x_0, y_0$	= posisi konstan dalam sistem koordinat kartesian
$M_x$	= momen dalam arah sumbu x
$M_y$	= momen dalam arah sumbu y
$Q_x$	= gaya geser dalam arah sumbu x
$Q_y$	= gaya geser dalam arah sumbu y