

**RESPONS DINAMIK PELAT LANTAI DI ATAS PONDASI
PASTERNAK AKIBAT BEBAN LEDAKAN SETEMPAT
BERBENTUK *STEPPED TRIANGULAR***

TUGAS AKHIR

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



FADHIIL MU'AMMAR ROHANURA

1122004005

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

2016

**RESPONS DINAMIK PELAT LANTAI DI ATAS PONDASI
PASTERNAK AKIBAT BEBAN LEDAKAN SETEMPAT
BERBENTUK *STEPPED TRIANGULAR***

TUGAS AKHIR



FADHIIL MU'AMMAR ROHANURA

1122004005

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

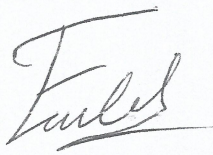
2016

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Fadhiil Mu'ammara Rohanura

NIM : 1122004005

Tanda Tangan : 

Tanggal : 25 Juli 2016

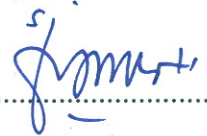
HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

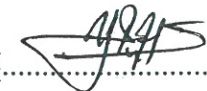
Nama : Fadhiil Mu'ammarr Rohanura
NIM : 1122004005
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Respons Dinamik Pelat Lantai di Atas Pondasi Pasternak
Akibat Beban Ledakan Setempat Berbentuk *Stepped Triangular*

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. (.....)

Penguji 1 : Jouvan Chandra Pratama Putra, S.T., M.Eng (.....)

Penguji 2 : Yustian Heri Suprpto, M.Sc. (.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 25 Juli 2016

UNGKAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas segala kesehatan, kemudahan, tuntunan, dan keselamatan yang telah diberikan kepada penulis selama mengerjakan Tugas Akhir, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan lancar.
2. Bapak Ohan Rohanura dan Ibu Rahayu Sukwaniwati, selaku ayah dan ibu dari penulis yang selalu memberikan bantuan, saran, dan motivasi baik lahir maupun batin, juga doa yang tiada henti dipanjatkan kepada Allah SWT, agar penulis selalu selat, selamat, dan sukses dunia akhirat.
3. Chaerun Nisa Putri selaku kakak kandung dari penulis yang selalu memberikan semangat berupa saran, motivasi, serta dukungannya kepada penulis selama proses penulisan Tugas Akhir.
4. Kartika Putri Hanafi selaku *best friend and lover* dari penulis yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan motivasi kepada penulis selama proses penulisan Tugas Akhir.
5. Ibu Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D. selaku Rektor Universitas Bakrie, dosen Program Studi Teknik Sipil, sekaligus pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu dan membimbing dari awal perkuliahan sampai dengan penyusunan Tugas Akhir ini, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.
6. Bapak Dr. Ade Asmi, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie sekaligus dosen yang telah banyak memberikan bantuan, bimbingan, dan arahan selama empat tahun perkuliahan di Universitas Bakrie.

7. Bapak Dr. Ir. B. P. Kusumo Bintoro, M.B.A., Ibu Safrilah, S.T., M.Sc., Bapak Jouvan Chandra Pratama Putra, S.T., M.Eng., selaku dosen pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie yang telah memberikan dukungan serta ilmu yang sangat bermanfaat selama empat tahun perkuliahan di Universitas Bakrie.
8. Ibu Dr. Susy Fatena Rostiyanti, S.T., M.Sc., Bapak Ir. Suwito, Ph.D., Bapak Sugiarto, S.T., M.T., selaku dosen yang telah memberikan dukungan serta ilmu yang sangat bermanfaat selama proses perkuliahan.
9. Ibu Nia Nurliani, S.E., selaku staf Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie yang telah banyak membantu penulis untuk segala urusan yang berkaitan dengan program studi maupun himpunan.
10. Teman-teman mahasiswa Program Studi Teknik Sipil angkatan 2012, Adistiean Saputra, Nindya Ratih Kusuma Dewi, Indah Eva Yuashari, Resa Nugraha, dan Rahmad Efendi yang selalu memberikan dukungan semangat kepada penulis selama empat tahun perkuliahan, baik suka maupun duka yang telah dijalani bersama.
11. Adik-adik Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Bakrie angkatan 2013, 2014, dan 2015 yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Jakarta, 25 Juli 2016

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Fadhiil Mu'ammara Rohanura
NIM : 1122004005
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 Royalti-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**RESPONS DINAMIK PELAT LANTAI DI ATAS PONDASI PASTERNAK
AKIBAT BEBAN LEDAKAN SETEMPAT BERBENTUK *STEPPED*
*TRIANGULAR***

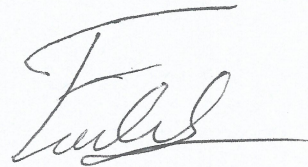
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 25 Juli 2016

Yang menyatakan



(Fadhiil Mu'ammara Rohanura)

**RESPONS DINAMIK PELAT LANTAI DI ATAS PONDASI PASTERNAK
AKIBAT BEBAN LEDAKAN SETEMPAT BERBENTUK
*STEPPED TRIANGULAR***

Fadhiil Mu'ammarr Rohanura¹

ABSTRAK

Pelat lantai merupakan salah satu komponen yang paling penting dalam suatu struktur bangunan. Investigasi mengenai keruntuhan yang terjadi pada pelat lantai akibat beban ledakan telah dilakukan oleh beberapa ahli dalam 50 tahun terakhir dan masih terus berkembang hingga saat ini. Pada penelitian ini, akan dibahas mengenai respons dinamik pelat lantai bangunan yang terletak di atas pondasi pasternak akibat beban ledakan setempat berbentuk *stepped triangular*. Pelat yang akan dianalisis pada penelitian ini berupa pelat persegi panjang orthotropik dengan perletakan jepit pada keempat sisinya. Respons dinamik dari pelat akan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti posisi beban ledakan, ketebalan pelat, dan rasio redaman. Frekuensi natural dari pelat orthotropik diperoleh dengan menyelesaikan masalah auxiliary tipe Levy pertama dan kedua dengan menggunakan program Mathematica, dan waktu getar alami dari sistem diperoleh dengan menggunakan *Modified Bolotin Method* (MBM). Beban ledakan berbentuk *stepped triangular* kemudian diintegrasikan dengan menggunakan metode integrasi Duhamel untuk mencari respons dinamik total dari sistem. Dari hasil numerik berdasarkan respons dinamik pelat akan terlihat bagaimana posisi beban ledakan, ketebalan pelat, dan rasio redaman merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap respons dinamik pelat. Hasil dari respons dinamik pelat meliputi defleksi dinamik absolut maksimum, dan gaya-gaya dalam akibat beban ledakan setempat berbentuk *stepped triangular*.

Kata kunci: Respons dinamik pelat, pondasi pasternak, beban ledakan setempat berbentuk *stepped triangular*, defleksi dinamik absolut maksimum, gaya-gaya dalam.

¹ Mahasiswa Sarjana Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie

DYNAMIC RESPONSE OF PLATES ON PASTERNAK FOUNDATION UNDER STEPPED TRIANGULAR LOCALIZED BLAST LOADING

Fadhiil Mu'ammara Rohanura²

ABSTRACT

A floor plate structure is one of the most important components in a building structure. The investigation of the collapse that occurred on the floor plate due to the blast loading was carried out by several experts in the last 50 years and still continues to grow until now. In this paper, the dynamic response of a plate on Pasternak foundation under stepped triangular localized blast loading is investigated. The plates that will be analyzed in this paper is in the form of a rectangular orthotropic plate with rigid condition along all four sides. The dynamic response of the plate will be influenced by several factors such as the position of the blast loading, the thickness of plate, and the damping ratio. The natural frequencies of orthotropic plate is obtained by solving the first and the second auxiliary Levy-type problems using the Mathematica program, and the eigen value of the system is obtained using the Modified Bolotin Method (MBM). The stepped triangular blast loading is further integrated using the Duhamel Integration method to find the total dynamic response of the system. From the numerical results of the dynamic response of a plate, it can be shown that the thickness of the plate, the position of the load and the damping ratio play a very important factor to the dynamic response of the plate. The dynamic response of the plate in this work is also included the absolute maximum dynamic deflection, and the internal forces subjected to a localized stepped triangular blast load.

Keywords: Dynamic response of plate, Pasternak foundation, stepped triangular localized blast loading, absolute maximum dynamic deflection, internal forces.

² Undergraduate Student at Civil Engineering Department Bakrie University

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	0
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
UNGKAPAN TERIMA KASIH.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.4.1 Bagi Mahasiswa	5
1.4.2 Bagi Institusi	6
1.4.3 Bagi Structure Engineers.....	6
1.5 Pembatasan Masalah	6
1.6 Metodologi Penelitian	7
1.7 Kerangka Pemikiran	9

1.8	Sistematika Penulisan.....	10
BAB II PERSAMAAN GERAK PELAT LANTAI BANGUNAN		11
2.1	Landasan Teori	11
2.2	Penurunan Persamaan Diferensial Pelat Lantai Bangunan	15
2.2.1	Sistem Koordinat <i>Carrtesius</i>	15
2.2.2	Keseimbangan Elemen Pelat.....	16
2.3	Persamaan Gerak Pelat Lantai Bangunan	16
BAB III ANALISIS GETARAN PELAT PERSEGI PANJANG ORTHOTROPIK DENGAN PERLETAKAN JEPIT		18
3.1	Pendahuluan	18
3.2	Analisis Umum.....	18
3.2.1	Masalah Pelat Tipe Levy.....	20
BAB IV RESPONS DINAMIK PELAT ORTHOTROPIK PERSEGI PANJANG.....		27
4.1	Solusi Homogen	27
4.2	Solusi Partikuler	30
4.3	Solusi Total.....	34
4.4	Fungsi Beban Dinamik	35
4.5	Gaya-Gaya Dalam Pada Pelat	40
BAB V ANALISIS NUMERIK PELAT LANTAI BANGUNAN		42
5.1	Parameter Pelat Lantai Bangunan	42
5.2	Beban Ledakan	43
5.3	Analisis Numerik.....	43
5.4	Frekuensi Alami Sistem	44
5.5	Hasil Numerik	47
5.6	Riwayat Waktu Defleksi Dinamik	48

5.7	Pengaruh Posisi Beban Ledakan Terhadap Defleksi Absolut Maksimum	52
5.8	Hubungan Ketebalan Pelat Dengan Defleksi Absolut Maksimum	57
5.9	Hubungan Rasio Redaman Dengan Defleksi Absolut Maksimum	61
5.10	Pengecekan Lendutan Kecil.....	66
5.11	Distribusi Momen	68
5.12	Distribusi Gaya Geser	70
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		72
6.1	Kesimpulan.....	72
6.2	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA		74

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Parameter Sistem Pelat Persegi Panjang Orthotropik	42
Tabel 5.2 Harga Konstanta Pondasi Pasternak dan Konstanta Berbagai Jenis Tanah	42
Tabel 5.3 Parameter Fungsi Beban Pada Pelat Lantai Bangunan	43
Tabel 5.4 Variasi Posisi Beban Ledakan.....	44
Tabel 5.5 Harga Frekuensi Alami Sistem Untuk 7 Ragam Pertama.....	44
Tabel 5.6 Nilai Defleksi Dinamik Absolut Maksimum Pelat Lantai Bangunan ($h = 12$ cm) Pada Saat $t \geq td_2$	47
Tabel 5.7 Nilai Defleksi Dinamik Absolut Maksimum Pelat Lantai Bangunan ($h = 14$ cm) Pada Saat $t \geq td_2$	48
Tabel 5.8 Presentase Perubahan Defleksi Dinamik Absolut Maksimum Akibat Perubahan Posisi Beban Ledakan ($h = 12$ cm)	56
Tabel 5.9 Presentase Perubahan Defleksi Dinamik Absolut Maksimum Akibat Perubahan Posisi Beban Ledakan ($h = 14$ cm)	56
Tabel 5.10 Presentase Perubahan Defleksi Dinamik Absolut Maksimum Akibat Penambahan Ketebalan Pelat	61
Tabel 5.11 Presentase Perubahan Defleksi Dinamik Absolut Maksimum Akibat Perubahan Rasio Redaman ($h = 12$ cm).....	66
Tabel 5.12 Presentase Perubahan Defleksi Dinamik Absolut Maksimum Akibat Perubahan Rasio Redaman ($h = 14$ cm).....	66
Tabel 5.13 Perbandingan Antara Defleksi Dinamik Absolut Maksimum Dengan Lendutan yang Diijinkan.....	67
Tabel 5.14 Distribusi Gaya Geser Pada Saat $t = 60$ ms Untuk Ketebalan Pelat 12 cm dan 14 cm dengan Rasio Redaman 0%, 5%, dan 10%.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Fungsi Beban Ledakan Berbentuk <i>Stepped Triangular</i>	5
Gambar 1.2 Pelat Persegi Panjang Orthotropik yang Ditunjang Oleh Pondasi Pasternak	6
Gambar 1.3 <i>Flowchart</i> Kerangka Pemikiran Penelitian	9
Gambar 2.1 Pelat Persegi Panjang yang Dibebani Dengan Beban Lateral.....	14
Gambar 2.2 Geometri Pelat dan Gaya Dalam Pelat.....	15
Gambar 2.3 Gaya Luar dan Gaya Dalam Pada Elemen Di Bidang Pusat.....	16
Gambar 5.1 Grafik fungsi beban ledakan berbentuk stepped triangular.....	43
Gambar 5.2 Harga Frekuensi Alami Sistem Untuk Berbagai Mode m dan n ($h = 12$ cm).....	46
Gambar 5.3 Harga Frekuensi Alami Sistem Untuk Berbagai Mode m dan n ($h = 14$ cm).....	46
Gambar 5.4 Grafik Respons Spektra Hubungan Antara Variasi Posisi Beban Dengan Defleksi Dinamik Absolut Maksimum ($h = 12$ cm)	47
Gambar 5.5 Grafik Respons Spektra Hubungan Antara Variasi Posisi Beban Dengan Defleksi Dinamik Absolut Maksimum ($h = 14$ cm)	48
Gambar 5.6 Riwayat Waktu (<i>Time History</i>) Untuk Berbagai Jenis Parameter yang Ditinjau.....	49
Gambar 5.7 Riwayat Waktu (<i>Time History</i>) Untuk Berbagai Jenis Parameter yang Ditinjau (Lanjutan).....	50
Gambar 5.8 Riwayat Waktu (<i>Time History</i>) Untuk Berbagai Jenis Parameter yang Ditinjau (Lanjutan).....	51
Gambar 5.9 Perilaku 3D Respons Dinamik Pelat Lantai Terhadap Posisi Beban Ledakan	53
Gambar 5.10 Perilaku 3D Respons Dinamik Pelat Lantai Terhadap Posisi Beban Ledakan (Lanjutan)	54
Gambar 5.11 Perilaku 3D Respons Dinamik Pelat Lantai Terhadap Posisi Beban Ledakan (Lanjutan)	55
Gambar 5.12 Perilaku 3D Respons Dinamik Pelat Lantai Terhadap Ketebalan Pelat	58

Gambar 5.13 Perilaku 3D Respons Dinamik Pelat Lantai Terhadap Ketebalan Pelat	59
Gambar 5.14 Perilaku 3D Respons Dinamik Pelat Lantai Terhadap Ketebalan Pelat	60
Gambar 5.15 Perbandingan Grafik Riwayat Waktu Berdasarkan Rasio Redaman ($h = 12 \text{ cm}$, $x_0 = 0,625 \text{ m}$).....	62
Gambar 5.16 Perbandingan Grafik Riwayat Waktu Berdasarkan Rasio Redaman ($h = 12 \text{ cm}$, $x_0 = 1,25 \text{ m}$).....	62
Gambar 5.17 Perbandingan Grafik Riwayat Waktu Berdasarkan Rasio Redaman ($h = 12 \text{ cm}$, $x_0 = 1,875 \text{ m}$).....	63
Gambar 5.18 Perbandingan Grafik Riwayat Waktu Berdasarkan Rasio Redaman ($h = 12 \text{ cm}$, $x_0 = 2,5 \text{ m}$).....	63
Gambar 5.19 Perbandingan Grafik Riwayat Waktu Berdasarkan Rasio Redaman ($h = 14 \text{ cm}$, $x_0 = 0,625 \text{ m}$).....	64
Gambar 5.20 Perbandingan Grafik Riwayat Waktu Berdasarkan Rasio Redaman ($h = 14 \text{ cm}$, $x_0 = 1,25 \text{ m}$).....	64
Gambar 5.21 Perbandingan Grafik Riwayat Waktu Berdasarkan Rasio Redaman ($h = 14 \text{ cm}$, $x_0 = 1,875 \text{ m}$).....	65
Gambar 5.22 Perbandingan Grafik Riwayat Waktu Berdasarkan Rasio Redaman ($h = 14 \text{ cm}$, $x_0 = 2,5 \text{ m}$).....	65
Gambar 5.23 Respons Spektrum Momen x Sebagai Fungsi Waktu Pada Saat $t > td2$	68
Gambar 5.24 Respons Spektrum Momen y Sebagai Fungsi Waktu Pada Saat $t > td2$	69
Gambar 5.25 Momen x Terhadap Sumbu x Pada Saat $t > td2$	69
Gambar 5.26 Momen y Terhadap Sumbu y Pada Saat $t > td2$	70

DAFTAR NOTASI

A	Panjang pelat persegi panjang di arah sumbu x
A_{mn}	Koefisien amplitudo beban dinamik
B	Panjang pelat persegi panjang di arah sumbu y
D_x	Kekakuan lentur pelat di arah x
D_y	Kekakuan lentur pelat di arah y
E	Bilangan eksponensial = 2.718281828
E	Modulus elastisitas pelat
F_D	Gaya redaman viskos
F_{Gs}	Gaya yang diakibatkan oleh modulus geser pondasi Pasternak
F_i	Gaya inersia lateral
F_k	Gaya yang ditimbulkan akibat modulus kekakuan pondasi Pasternak
F_p	Gaya dalam elastis pelat
G_s	Modulus geser atau gelincir (<i>rigidity modulus</i>) pondasi Pasternak
h	Tebal pelat
B	Kekakuan puntir efektif pelat
$H(.)$	<i>Heaviside unit step generalized function</i>
I	Bilangan imajiner ($\sqrt{-1}$)
k_1	Kekakuan torsi pada arah sumbu x
k_f	Konstanta pegas untuk pondasi Pasternak dari berbagai jenis tanah
M	Pola ragam getar yang terjadi (<i>mode</i>) di arah x
M_x	Momen lentur pelat di arah sumbu x
M_y	Momen lentur pelat di arah sumbu y
N	Pola ragam getar yang terjadi (<i>mode</i>) di arah y
P	Bilangan riil
$P(x,y,t)$	Fungsi beban dinamik
$P(t)$	Fungsi beban yang tergantung pada waktu
P_0	Beban ledakan
Q	Bilangan riil
q_x	Gaya geser transversal di arah sumbu x
q_y	Gaya geser transversal di arah sumbu y

Q_{mn}	Faktor normalisasi
T	Waktu
t_d	Lamanya beban ledakan bekerja
$T(t)$	Fungsi waktu atau <i>temporal function</i>
$\hat{T}_{mn}(t)$	Solusi homogen dari fungsi waktu
$T'_{mn}(t)$	Solusi partikuler dari fungsi waktu
$w(x,y,t)$	Fungsi posisi atau <i>spatial function</i>
X	Variabel koordinat kartesian arah x
x_0	Posisi beban ledakan awal di arah x
$X(x)$	Fungsi posisi pada arah x
Y	Variabel koordinat kartesian di arah y
y_0	Posisi beban ledakan awal di arah y
$Y(y)$	Fungsi posisi pada arah y
z	Variabel koordinat kartesian di arah z
β	Konstanta pemisah
$\delta[.]$	<i>Dirac's delta function</i>
ξ	Rasio redaman
γ	Redaman viskos ekivalen pelat (konstanta redaman per satuan isi)
θ	Sudut rotasi
Π	$\Phi = 3.141592654$
P	Massa jenis
Σ	Tegangan normal
ν_x	Angka <i>Poisson ratio</i> di arah sumbu x
ν_y	Angka <i>Poisson ratio</i> di arah sumbu y
T	Variabel integrasi terhadap waktu
τ_{xy}	Tegangan geser bidang
Ω	Frekuensi beban transversal
ω_{mn}	Frekuensi alami sistem

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A PROGRAM MATHEMATICA UNTUK MENCARI NILAI P DAN Q.....	76
LAMPIRAN B PROGRAM MATHEMATICA UNTUK MENCARI DETERMINAN	77
LAMPIRAN C PROGRAM MATHEMATICA UNTUK MENCARI NILAI DEFLEKSI ABSOLUT MAKSIMUM DAN PLOT 3D.....	78
LAMPIRAN D PROGRAM MATHEMATICA UNTUK MENCARI MOMEN DAN GAYA GESER.....	79