

TUGAS AKHIR

**STUDI KOMPARASI ANALISIS ELEMEN PELAT LENTUR DENGAN
MENGGUNAKAN METODE NAVIER DENGAN SOFTWARE ELEMEN HINGGA**

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (Strata-1)



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2020

ABSTRAK

Judul : Studi Komparasi Analisis Elemen Pelat Lentur Dengan Menggunakan Metode Navier Dengan Software Elemen Hingga

Nama : Yolanda Alviano (41116010098)

Dosen Pembimbing : Fajar Triwardono, S.T., MT.

Salah satu elemen struktur utama pada bangunan yang digunakan adalah pelat. Menurut peraturan pembebahan SNI 1727:2013, dalam perencanaan struktur bangunan, diharapkan struktur dapat menahan beban yang diterima sehingga memiliki kekuatan dan kekakuan yang cukup untuk memberikan stabilitas struktural serta melindungi komponen non struktural dan sistem terhadap pembebahan struktur yang terdiri dari beban mati, beban mati tambahan beban hidup. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *output* gaya momen tumpuan dan momen ditengah pelat, kontur momen dan tegangan pada setiap titik partisi sumbu x dan sumbu y, serta mengetahui pengaruh tebal terhadap perilaku lendutan pada sistem struktur dengan SNI 2847:2013. Berbagai metode salah satunya metode Navier dan pendekatan pelat kontinu dapat berguna untuk memberikan verifikasi hasil analisis model *software*. Dari hasil penelitian tersebut dengan perhitungan Metode Navier untuk empat tipe ketebalan pelat lendutan maksimum yang didapat tidak melebihi lendutan izin maka hasil perhitungan sudah sesuai dengan apa yang disyaratkan SNI, semakin kecil tebal pelat maka semakin besar lendutan itu yang terjadi. Dengan hasil yang bahwa Metode Navier terbukti sesuai dengan analisis pelat dengan lendutan kecil.

Kata Kunci : Metode Navier, Struktur Pelat, Lendutan Izin, Deformasi.

ABSTRACT

Title: Comparative study of bending plate element analysis using the Navier method with finite element software

Name: Yolanda Alviano (41116010098)

Advisor: Fajar Triwardono, S.T., MT.

One of the main structural elements in the building used is the courtyard. According to the SNI 1727: 2013 loading regulations, in the planning of building structures, it is hoped that a structure that can withstand the load received so that it has sufficient strength and stiffness to provide structural stability and protect non-structural components and systems against structural loading consisting of dead load, dead load additional live load. Therefore, this study aims to see the output of the bearing moment and moment in the center of the court, the moment and stress contours at each partition point on the x-axis and y-axis, as well as the strong influence on the deflection behavior in the structural system using SNI 2847: 2013. Various methods one of them is the Navier method and the continuous trigger approach can be useful to provide leverage on the results of software model analysis. From the results of these studies, with the calculation of the Navier Method for empathy, the maximum plate thickness obtained does not exceed the permit, then the calculation results are in accordance with what is determined by SNI, the smaller the plate thickness, the greater the deflection. The results show that the Navier method is proven to be compatible with the analysis of plates with small deflections.

Keywords: Navier Method, Plate Structure, Permit Deformation, Deformation.



**LEMBAR PENGESAHAN SIDANG
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Q

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : Studi Komparasi Analisis Elemen Pelat Lentur Dengan Menggunakan Metode Navier Dengan Software Elemen Hingga

Disusun oleh :

Nama : Yolanda Alviano

NIM : 41116010098

Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana :

Tanggal : 24 Agustus 2020

Mengetahui
Pembimbing Tugas Akhir

Fajar Triwardono, S.T., M.T.

Ketua Pengaji

Jef Franklyn Sinulingga, S.T., M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Acep Hidayat, S.T., M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yolanda Alviano
Nomor Induk Mahasiswa : 41116010098
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 24 Agustus 2020

Yang memberikan pernyataan

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**



.....
Yolanda Alviano.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena hanya atas berkat, karunia dan rahmat-Nya seluruh tahapan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Studi Komparasi Analisis Elemen Pelat Lentur Dengan Menggunakan Metode Navier Dengan *Software* Elemen Hingga” ini dapat diselesaikan. Adapun laporan ini diajukan sebagai untuk memenuhi kurikulum tingkat sarjana program pendidikan S1 di Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.

Tugas akhir ini disusun berdasarkan data-data dan riset-riset terlebih dahulu sehingga dapat dikembangkan lebih lanjut terkait penelitian tersebut. Tugas akhir ini membahas bagaimana studi komparasi analisis elemen pelat lentur dengan menggunakan metode navier dengan *software* elemen hingga.

Dalam kesempatan kali ini, saya ingin banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung saya secara moril maupun materil, memberikan kesempatan dan membimbing hingga pada akhirnya laporan ini dapat diselesaikan dengan baik. Diantaranya yaitu :



1. Allah SWT atas segala hidayah, kemudahan dan kelancaran karena dengan rahmat dan karunia-Nya kepada saya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik dan lancar.
2. Kedua orang tua dan Melda Feryana selaku kakak, Hayu Gangsar Widodo selaku kakak ipar dan Qiana Ardhena Dahayu selaku ponakan yang tidak berhenti mendukung saya berupa dukungan kasih sayang, perhatian, nasihat serta doa yang

tulus yang sangat memotivasi saya, juga dukungan moril maupun materil yang diberikan kepada saya.

3. Fajar Triwardono, ST, MT selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing dan memberikan nasihat-nasihat kepada saya serta saran yang dapat menambah wawasan saya.
4. Bapak Acep Hidayat, ST, MT. Selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.
5. Firmansyah, Friska Damayanti, Yeti Nurfauziah, Siti Umamah Fitriana, Anjarsasmara dan Vernanda Olivia selaku teman baik penulis yang selalu memberikan dukungan selama pengerjaan tugas akhir ini.
6. Rekan-rekan mahasiswa teknik sipil angkatan 2016 Universitas Mercu Buana Jakarta yang selalu mendorong dan memberikan motivasi bagi penulis.
7. Semua pihak yang ikut membantu memberikan masukan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir yang namanya tidak dapat disebut satu per satu.

Akhir kata penulis sadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak lepas dari kekurangan-kekurangan, untuk itu penulis memohon maaf atas kekurangan ini dan sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun mengenai laporan proposal tugas akhir ini. Semoga laporan proposal tugas akhir ini bermanfaat bagi para pembaca.

Jakarta, 12 April 2020

Yolanda Alviano

DAFTAR ISI

COVER

ABSTRAK	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah.....	I-2
1.3 Perumusan Masalah	I-2
1.4 Maksud dan Tujuan	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-3
1.6 Batasan dan Ruang Lingkup Masalah	I-3
1.7 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1. Elemen Pelat Lentur	II-1
2.1.1. Teori Pelat	II-1
2.1.2. Gaya dan Beban Luar Pelat	II-2
2.1.3. Persamaan Kesetimbangan Badan Bebas Pelat.....	II-4

2.1.4. Momen Lentur, Puntir dan Geser Pada Penampang Sembarang.....	II-4
2.1.5. Syarat-Syarat Batas	II-7
2.1.6. Teorema Green Untuk Bidang.....	II-8
2.1.7. Analisis Pelat Metode Navier	II-10
2.1.8. Metode Levy.....	II-11
2.1.9. Pendekatan Rekayasa Perencanaan Pelat Kontinu	II-13
2.1.10. Elemen Pelat Lentur	II-15
2.1.11. Elemen Hingga Persegi Empat Pelat Lentur	II-16
2.1.12. Elemen Hingga Segitiga Pelat Lentur	II-17
2.1.13. Transformasi Koordinat Ruang	II-19
2.1.14. Elemen Lentur Kirchhoff	II-20
2.1.15. Elemen Lentur Mindlin	II-21
2.2. Kerangka Berpikir	II-24
2.3. Kajian Literatur	II-25
BAB III METODE PENELITIAN	III-1
3.1. Metode Penelitian.....	III-1
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian.....	III-2
3.3. Data Struktur	III-2
3.4. Tahapan Penelitian	III-3
3.4.1. Desain dan Karakteristik Gedung.....	III-3
3.4.2. Desain Spesifikasi Material	III-4
3.4.3. Studi Literatur.....	III-4
3.5. Permodelan Struktur	III-4
3.5.1. Pembebaan Struktur.....	III-5

3.5.2. Kombinasi Beban.....	III-7
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	IV-1
4.1 Analisis Pelat Metode Navier	IV-1
4.2 Deformasi Pelat (w) Pada Setiap Titik Partisi Seluas Pelat Dalam Bentuk Kontur Lendutan	IV-2
4.2.1 Ketebalan Pelat 160 mm / 0,16 m	IV-3
a. Analisis Pelat Model Navier.....	IV-3
b. Analisis Pelat Model Elemen Hingga	IV-8
4.2.2 Ketebalan Pelat 140 mm / 0,14 m	IV-10
a. Analisis Pelat Model Navier.....	IV-10
b. Analisis Pelat Model Elemen Hingga	IV-15
4.2.3 Ketebalan Pelat 130 mm / 0,13 m	IV-17
a. Analisis Pelat Model Navier	IV-17
b. Analisis Pelat Model Elemen Hingga.....	IV-22
4.2.4. Ketebalan Pelat 120 mm / 0,12 m.....	IV-24
a. Analisis Pelat Model Navier	IV-24
b. Analisis Pelat Model Elemen Hingga	IV-29
4.3. Analisis Gaya Dalam Momen Mx Dalam Bentuk Kontur Momen Seluas Pelat Yang Dianalisis	IV-31
4.4. Analisis Gaya Dalam Momen My Dalam Bentuk Kontur Momen Seluas Pelat Yang Dianalisis	IV-34
4.5. Analisis Gaya Dalam Momen Mxy Dalam Bentuk Kontur Momen Seluas Pelat Yang Dianalisis	IV-37
4.6. Perhitungan Tulangan Untuk Pelat 2 Arah.....	IV-40
4.7. Rekapitulasi Perhitungan Excel.....	IV-76

4.8. Komperasi Persentase Margin.....	IV-77
BAB V PENUTUP	V-1
5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran.....	V-3
DAFTAR PUSTAKA.....	Pustaka-1
LAMPIRAN	Lampiran-1



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Jurnal Kajian Literatur	II-26
Tabel 3. 1. Data Struktur	III-2
Tabel 3. 2. Spesifikasi Material	III-4
Tabel 3. 3. Beban Mati Tambahan	III-6
Tabel 3. 4. Beban Hidup Yang Diaplikasikan	III-6
Tabel 4 1. Ketebalan Pelat 160 n = 1 dan m = 1	IV-3
Tabel 4 2. Ketebalan Pelat 160 mm n = 1 dan m = 3	IV-3
Tabel 4.3. Ketebalan Pelat 160 mm n = 1 dan m = 5	IV-4
Tabel 4. 4. Ketebalan Pelat 160 mm n = 3 dan m = 1	IV-4
Tabel 4. 5. Ketebalan Pelat 160 mm n = 3 dan m = 3	IV-4
Tabel 4.6. Ketebalan Pelat 160 mm n =3 dan m = 5	IV-5
Tabel 4.7. Ketebalan Pelat 160 mm n = 5 dan m = 1	IV-5
Tabel 4.8. Ketebalan Pelat 160 mm n = 5 dan m = 3	IV-5
Tabel 4.9. Ketebalan Pelat 160 mm n = 5 dan m = 5	IV-6
Tabel 4.10. Deformasi Total Pelat 160 mm	IV-6
Tabel 4.11. Ketebalan Pelat 140 mm n = 1 dan m = 1	IV-10
Tabel 4.12. Ketebalan Pelat 140 mm n = 1 dan m = 3	IV-10
Tabel 4.13. Ketebalan Pelat 140 mm n = 1 dan m =5	IV-10
Tabel 4.14. Ketebalan Pelat 140 mm n = 3 dan m = 1	IV-11
Tabel 4.15. Ketebalan Pelat 140 mm n = 3 dan m = 3	IV-11
Tabel 4.16. Ketebalan Pelat 140 mm n = 3 dan m = 3	IV-11
Tabel 4.17. Ketebalan Pelat 140 mm n = 5 dan m = 1	IV-12

Tabel 4.18. Ketebalan Pelat 140 mm n = 5 dan m = 3.....	IV-12
Tabel 4.19. Ketebalan Pelat 140 mm n = 5 dan m = 5.....	IV-12
Tabel 4.20. Deformasi Total Pelat 140 mm.....	IV-13
Tabel 4.21. Ketebalan Pelat 130 mm n = 1 dan m = 1.....	IV-17
Tabel 4.22. Ketebalan Pelat 130 mm n = 1 dan m = 3.....	IV-17
Tabel 4.23. Ketebalan Pelat 130 mm n = 1 dan m = 5.....	IV-17
Tabel 4.24. Ketebalan Pelat 130 mm n = 3 dan m = 1.....	IV-18
Tabel 4.25. Ketebalan Pelat 130 mm n = 3 dan m = 3.....	IV-18
Tabel 4.26. Ketebalan Pelat 130 mm n = 3 dan m = 5.....	IV-18
Tabel 4.27. Ketebalan Pelat 130 mm n = 5 dan m =	IV-19
Tabel 4.28. Ketebalan Pelat 130 mm n = 5 dan m = 3.....	IV-19
Tabel 4.29. Ketebalan Pelat 130 mm n = 5 dan m = 5.....	IV-19
Tabel 4.30. Deformasi Total pelat 130 mm	IV-20
Tabel 4.31. Ketebalan Pelat 120 mm n = 1 dan m = 1.....	IV-24
Tabel 4.32. Ketebalan Pelat 120 mm n = 1 dan m = 3.....	IV-24
Tabel 4.33. Ketebalan Pelat 120 mm n = 1 dan m = 5.....	IV-24
Tabel 4.34. Ketebalan Pelat 120 mm n = 3 dan m = 1.....	IV-25
Tabel 4.35. Ketebalan Pelat 120 mm n = 3 dan m = 3.....	IV-25
Tabel 4.36. Ketebalan Pelat 120 mm n = 3 dan m = 5.....	IV-25
Tabel 4.37. Ketebalan Pelat 120 mm n = 5 dan m = 1.....	IV-26
Tabel 4.38. Ketebalan Pelat 120 mm n = 5 dan m = 3.....	IV-26
Tabel 4.39. Ketebalan Pelat 120 mm n = 5 dan m = 5.....	IV-26
Tabel 4.40. Deformasi Total Pelat 120 mm.....	IV-27
Tabel 4.41. Gaya Dalam Mx Total	IV-32

Tabel 4.42. Gaya Dalam Momen My Total	IV-35
Tabel 4.43. Gaya Dalam Momen Mxy Total	IV-38
Tabel 4.44. Defleksi dan Momen Maksimum Pelat 160 mm	IV-40
Tabel 4.45. Defleksi dan Momen Maksimum Pelat 140 mm	IV-40
Tabel 4.46. Defleksi dan Momen Maksimum Pelat 130 mm	IV-40
Tabel 4.47. Defleksi dan Momen Maksimum Pelat 120 mm	IV-40
Tabel 4.48. Komperasi Persentase Margin Pelat 160 mm	IV-41
Tabel 4.49. Komperasi Persentase Margin Pelat 140 mm	IV-41
Tabel 4.50. Komperasi Persentase Margin Pelat 130 mm	IV-41
Tabel 4.51. Komperasi Persentase Margin Pelat 120 mm	IV-42
Tabel 5.1. Rekapitulasi Selisih Perhitungan Pelat 160 mm	V-1
Tabel 5.2. Rekapitulasi Selisih Perhitungan Pelat 140 mm	V-1
Tabel 5.3. Rekapitulasi Selisih Perhitungan Pelat 130 mm	V-2
Tabel 5.4. Rekapitulasi Selisih Perhitungan Pelat 120 mm	V-2
Tabel 5.5. Rekapitulasi Lendutan Max.....	V-2

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Badan Bebas Elemen Pelat	II-2
Gambar 2.2 Gaya Dalam Pelat	II-3
Gambar 2.3 Kesetimbangan Gaya Pada Beban Prisma	II-5
Gambar 2.4 Arah Positif Perputaran Sudut	II-8
Gambar 2.5 Teori Green Untuk Bidang.....	II-9
Gambar 2.6 Pelat Tertumpu Bebas	II-10
Gambar 2.7 Koordinat Cara Levy.....	II-12
Gambar 2.8 Enam Unsur Dasar Perletakan Pelat Beban Seragam	II-13
Gambar 2.9 Tiga Unsur Dasar Perletakan <i>Subsidiary</i> Pelat Beban Seragam	II-14
Gambar 2.10 Badan Bebas Elemen Lentur.....	II-16
Gambar 2.11 12 DOF Elemen Hingga Segitiga Pelat Lentur.....	II-17
Gambar 2.12 9 DOF Elemen Hingga Segitiga Pelat Lentur	II-18
Gambar 2.13 Dua Sistem Koordinat Orthogonal Ruang	II-19
Gambar 2.14 Posisi Elemen Sebelum dan Sesudah Pembebanan: Teori Kirchhoff.....	II-20
Gambar 2.15 Defleksi Pelat Dari Kirchhoff dan Mindlin	II-22
Gambar 2.16 Kerangka Berpikir.....	II-24
Gambar 3.1 Diagram Alir	III-1
Gambar 3.2 Layout Pelat Kolom Pojok, Eksterior dan Interior	III-3
Gambar 4.1 <i>Section</i> Pelat.....	IV-1
Gambar 4.2 Kontur Deformasi w Pada Setiap Titik Partisi x dan y	IV-7
Gambar 4.3 Kontur Deformasi w Pada Setiap Titik Partisi x dan Y (3D)	IV-7
Gambar 4.4 Pemodelan Pelat 160 mm Dengan Bantuan <i>Software</i> SAP 2000	IV-8

Gambar 4.5 Kontur Deformasi Pelat $w(x,y)$ Pada Tiap Titik Partisi x dan y Output Software SAP 2000	IV-9
Gambar 4.6 Kontur Deformasi Pada Setiap Titik Partisi x dan y	IV-14
Gambar 4.7 Kontur Deformasi w Pada Setiap Titik Partisi x dan y (3D)	IV-14
Gambar 4.8 Pemodelan Pelat 140 mm Dengan <i>Software</i> SAP 2000.....	IV-15
Gambar 4.9 Kontur Deformasi Pelat $w(x,y)$ Pada Tiap Titik Partisi x dan y Output <i>Software</i> SAP 2000	IV-16
Gambar 4.10 Kontur Deformasi Pada Setiap Titik Partisi x dan y.....	IV-21
Gambar 4.11 Kontur Deformasi w Pada Setiap Titik Partisi x dan y (3D)	IV-21
Gambar 4.12 Pemodelan Pelat 130 mm Dengan <i>Software</i> SAP 2000	IV-22
Gambar 4.13 Kontur Deformasi Pelat $w(x,y)$ Pada Tiap Titik Partisi x dan y Output <i>Software</i> SAP 2000.....	IV-23
Gambar 4.14 Kontur Deformasi Pada Setiap Titik Partisi x dan y.....	IV-28
Gambar 4.15 Kontur Deformasi w Pada Setiap Titik Partisi x dan y (3D)	IV-28
Gambar 4.16 Pemodelan Pelat 120 mm Dengan <i>Software</i> SAP 2000	IV-29
Gambar 4.17 Kontur Deformasi Pelat $w(x,y)$ Pada Tiap Titik Partisi x dan y Output <i>Software</i> SAP 2000.....	IV-30
Gambar 4.18 Kontur Gaya Dalam M_x Pada Setiap Titik Partisi x dan y	IV-33
Gambar 4.19 Kontur Deformasi Pelat $M_x(x,y)$ Pada Tiap Titik Partisi x dan y Output <i>Software</i> SAP 2000.....	IV-33
Gambar 4.20 Kontur Gaya Dalam M_y Pada Setiap Titik Partisi x dan y	IV-24
Gambar 4.21 Kontur Deformasi Pelat $M_y(x,y)$ Pada Tiap Titik Partisi x dan y Output <i>Software</i> SAP 2000.....	IV-36
Gambar 4.22 Kontur Gaya Dalam M_{xy} Pada Setiap Titik Partisi x dan y	IV-38

- Gambar 4.23 Kontur Deformasi Pelat Mxy(x,y) Pada Tiap Titik Partisi x dan y Output Software SAP 2000 IV-39
- Gambar 4.24 Plot Grafik Hasil Defleksi Maksimum Model Navier Dengan SAP 2000 IV-41



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN – A Element Forces - Area Shell Pelat.....LA-1

