

**ANALISIS TEGANGAN MAKSIMUM DAN DEFORMASI
PADA PADUAN MATERIAL PLASTIK UNTUK PRODUK
ORNAMEN PAGAR MENGGUNAKAN METODE ELEMEN
HINGGA**

Skripsi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S1
pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**



Disusun Oleh:

Husain Haafizh

3331200085

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON – BANTEN
2025**

TUGAS AKHIR

ANALISIS TEGANGAN MAKSIMUM DAN DEFORMASI PADA PADUAN MATERIAL PLASTIK UNTUK PRODUK ORNAMEN PAGAR MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

Husain Haafizh
3331200085

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 07 Januari 2025

Pembimbing Utama

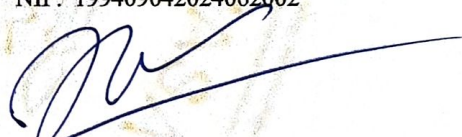

Prof. Dr. Eng. Hendra, S.T., M.T.
NIP. 197311182003121002

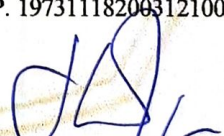

Shofiatul Ula, S.Pd.I., M.Eng.
NIP. 198403132019032009

Anggota Dewan Penguji


Emy Listijorini, ST., MT.
NIP. 197011022005012001


Dr. Reski Septiana, S.T., M.T.
NIP. 199409042024062002


Prof. Dr. Eng. Hendra, S.T., M.T.
NIP. 197311182003121002


Shofiatul Ula, S.Pd.I., M.Eng.
NIP. 198403132019032009

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik



Tanggal, 25 Februari 2025
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA

Ir. Dhimas Satria, ST., M.Eng
NIP. 198305102012121006

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Husain Haafizh

NPM : 3331200085

Judul : Analisis Tegangan Maksimum Dan Deformasi Pada Paduan Material
Plastik Untuk Produk Ornamen Pagar Menggunakan Metode Elemen Hingga

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya,

Cilegon, 28 Februari 2025



Husain Haafizh

NPM. 3331200085

ABSTRACT

Plastic is the most widely used material in Indonesia. The most commonly processed types of plastic are PET (Polyethylene terephthalate), HDPE (High-density polyethylene), and PP (Polypropylene). With advancements in materials technology, plastic is increasingly in demand as a material for fence decoration due to its advantages such as lightness, flexibility, weather resistance, and economy. Using composite materials makes it possible to optimize both strength, flexibility, and resistance to various environmental factors that occur, so as to produce more durable fence ornaments. This study aims to obtain the maximum stress and displacement values of fence ornament products using PP (Polypropylene), PET (Polyethylene Terephthalate), and HDPE (High Density Polyethylene) materials and different variations. And also compare the simulation results of the mechanical test of the fence ornament with the mechanical test conducted in the material laboratory. The finite element method is a numerical method for solving engineering problems of mathematics and physics. This method can be applied to problems with complex geometries, loads, and material properties, which cannot be solved analytically. Simulation results on fence ornament products with PP, PET, and HDPE plastic material composition with a thickness of 10 mm produced a stress value of 10.43 MPa, to the largest 15.23 MPa, and a displacement value of 0.038 mm, to 0.074 mm. In the experimental results obtained a stress value of 16.71 MPa, in the best simulation results obtained a stress value of 15.23 MPa, with a displacement value of 0.038 mm.

Keywords: Plastic, Maximum Stress, Displacement.

ABSTRAK

Plastik merupakan material yang paling banyak digunakan di Indonesia. Jenis jenis plastik yang paling sering diolah adalah PET (*Polyethylene terephthalate*), HDPE (*High-density polyethylene*), dan PP (*Polypropylene*). Dengan kemajuan dalam teknologi bahan, plastik semakin diminati sebagai material untuk hiasan pagar karena kelebihanannya seperti ringan, fleksibel, tahan cuaca, dan ekonomis. Dengan menggunakan material komposit memungkinkan untuk mengoptimalkan baik kekuatan, fleksibilitas, dan ketahanan terhadap berbagai faktor lingkungan yang terjadi, sehingga dapat menghasilkan ornamen pagar yang lebih tahan lama. Pada penelitian ini memiliki tujuan untuk mendapatkan nilai tegangan maksimal (*stress*) dan nilai defleksi (*displacement*) dari produk ornamen pagar menggunakan material PP (*Polypropylene*), PET (*Polyethylene Terephthalate*), dan HDPE (*High Density Polyethylene*) dan variasi berbeda. Dan juga membandingkan hasil simulasi uji mekanik ornamen pagar dengan uji mekanik yang dilakukan di laboratorium material. Metode elemen hingga adalah metode numerik untuk memecahkan masalah teknik matematika dan fisika. Metode ini dapat diterapkan pada masalah dengan geometri, beban, dan sifat material yang kompleks, yang tidak dapat diselesaikan secara analitis. Hasil simulasi pada produk ornamen pagar dengan komposisi material plastik PP, PET, dan HDPE dengan tebal 10 mm dihasilkan nilai tegangan sebesar 10.43 MPa, hingga yang terbesar 15.23 MPa, dan nilai *displacement* sebesar 0.038 mm, hingga 0.074 mm. Pada hasil eksperimen didapatkan nilai tegangan sebesar 16.71 MPa, pada hasil simulasi yang terbaik didapatkan nilai tegangan sebesar 15.23 MPa, dengan nilai *displacement* sebesar 0.038 mm.

Kata kunci: Plastik, Tegangan Maksimal, *Displacement*.

KATA PENGANTAR

Puji Puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir atau skripsi yang berjudul **“ANALISIS TEGANGAN MAKSIMUM DAN DEFORMASI PADA PADUAN MATERIAL PLASTIK UNTUK PRODUK ORNAMEN PAGAR MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA”**. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan bekerja sama selama pelaksanaan kerja praktek dan penyusunan laporan ini, khususnya:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan penelitian dengan lancar.
2. Orang Tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa yang terbaik untuk penulis.
3. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
4. Bapak Prof. Dr. Eng Ir. Hendra S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing I yang senantiasa memberikan ilmu baik itu secara teori maupun secara moril.
5. Ibu Shofiatul Ula, M.Eng Selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan ilmu baik itu secara teori maupun secara moril.
6. Bapak Yusvardi Yusuf, S.T., M.T. Selaku Koordinator Pelaksanaan Kerja Praktek Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
7. Seluruh Staff dan jajaran dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
8. Riza Ariyanto selaku sahabat sekaligus teman satu tim yang sudah membantu baik moril maupun teori.
9. Seluruh pihak yang membantu saya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
HALAMAN TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Material Plastik	4
2.2 Macam – Macam Plastik	6
2.3 Analisis Elemen Hingga (<i>FEA/FEM</i>)	6
2.4 Tegangan (<i>Stress</i>)	8
2.5 Defleksi (<i>Displacement</i>).....	8
2.6 Hukum Hooke	11
2.7 Momen Inersia.....	12
2.8 <i>Solidworks</i>	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Diagram Alir.....	13
3.2 Metode Penelitian.....	15
3.3 Alat dan Bahan Yang Digunakan	15
3.3.1 Alat yang Digunakan Pada Penelitian	15
3.3.2 Bahan yang Digunakan Pada Penelitian.....	16
3.4 Desain ornamen pagar	17
3.5 Tahapan Pengujian	18
3.5.1 <i>Pre Processing</i>	18

3.5.2 <i>Processing</i>	19
3.5.3 <i>Post Processing</i>	20
3.6 Variabel Penelitian.....	20
BAB IV DATA DAN ANALISA	22
4.1 Hasil Simulasi Pada Ornamen Pagar.....	22
4.1.1 Simulasi Ketebalan 5 mm	22
4.1.2 Simulasi Ketebalan 10 mm	33
4.1.3 Simulasi Ketebalan 15 mm	43
4.2 Pembahasan Simulasi.....	54
4.3 Validasi Simulasi.....	57
4.4 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Hasil Eksperimen	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....	68

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Balok Sebelum Terjadi Deformasi	8
Gambar 2.2 Balok Sesudah Terjadi Deformasi	8
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	13
Gambar 3.2 Laptop ASUS	15
Gambar 3.3 Aplikasi Solidwork 2022	15
Gambar 3.4 Plastik PET	16
Gambar 3.5 Plastik PP	16
Gambar 3.6 Plastik HDPE	17
Gambar 3.7 Desain Ornamen pagar	17
Gambar 3.8 Desain Ornamen pagar	18
Gambar 3.9 Pengaplikasian Material Pada Desain Ornamen pagar	18
Gambar 3.10 Aplikasi Nilai Gaya Pada Desain Ornamen pagar	19
Gambar 3.11 Mengatur Mesh Pada Desain Ornamen pagar	19
Gambar 3.12 Menjalankan Simulasi Pada Desain Ornamen pagar	20
Gambar 3.13 Hasil Simulasi Pada Desain Ornamen pagar	20
Gambar 4.1 Tegangan Maksimal Desain Ornamen Pagar	21
Gambar 4.2 3rd <i>principal</i> Desain Ornamen Pagar	22
Gambar 4.3 <i>Displacement</i> Desain Ornamen Pagar	22
Gambar 4.4 Tegangan Maksimal Desain Ornamen Pagar	23
Gambar 4.5 3rd <i>principal</i> Desain Ornamen Pagar	23
Gambar 4.6 <i>Displacement</i> Desain Ornamen Pagar	24
Gambar 4.7 Tegangan Maksimal Desain Ornamen Pagar	24
Gambar 4.8 3rd <i>principal</i> Desain Ornamen Pagar	25
Gambar 4.9 <i>Displacement</i> Desain Ornamen Pagar	25
Gambar 4.10 Tegangan Maksimal Desain Ornamen Pagar	26
Gambar 4.11 3rd <i>principal</i> Desain Ornamen Pagar	26
Gambar 4.12 <i>Displacement</i> Desain Ornamen Pagar	26
Gambar 4.13 Tegangan Maksimal Desain Ornamen Pagar	27
Gambar 4.14 3rd <i>principal</i> Desain Ornamen Pagar	27

Gambar 4.15	<i>Displacement</i> Desain Ornamen Pagar	28
Gambar 4.16	Tegangan Maksimal Desain Ornamen Pagar	28
Gambar 4.17	3rd <i>principal</i> Desain Ornamen Pagar.....	29
Gambar 4.18	<i>Displacement</i> Desain Ornamen Pagar.....	29
Gambar 4.19	Tegangan Maksimal Desain Ornamen Pagar	30
Gambar 4.20	3rd <i>principal</i> Desain Ornamen Pagar.....	30
Gambar 4.21	<i>Displacement</i> Desain Ornamen Pagar.....	31
Gambar 4.22	Tegangan Maksimal Desain Ornamen Pagar	31
Gambar 4.23	3rd <i>principal</i> Desain Ornamen Pagar.....	32
Gambar 4.24	<i>Displacement</i> Desain Ornamen Pagar.....	32
Gambar 4.25	Tegangan Maksimal Desain Ornamen Pagar	33
Gambar 4.26	3rd <i>principal</i> Desain Ornamen Pagar.....	33
Gambar 4.27	<i>Displacement</i> Desain Ornamen Pagar.....	34
Gambar 4.28	Tegangan Maksimal Desain Ornamen Pagar	34
Gambar 4.29	3rd <i>principal</i> Desain Ornamen Pagar.....	35
Gambar 4.30	<i>Displacement</i> Desain Ornamen Pagar.....	35
Gambar 4.31	Tegangan Maksimal Desain Ornamen Pagar	36
Gambar 4.32	3rd <i>principal</i> Desain Ornamen Pagar.....	36
Gambar 4.33	<i>Displacement</i> Desain Ornamen Pagar.....	36
Gambar 4.34	Tegangan Maksimal Desain Ornamen Pagar	37
Gambar 4.35	3rd <i>principal</i> Desain Ornamen Pagar.....	37
Gambar 4.36	<i>Displacement</i> Desain Ornamen Pagar.....	38
Gambar 4.37	Tegangan Maksimal Desain Ornamen Pagar	38
Gambar 4.38	3rd <i>principal</i> Desain Ornamen Pagar.....	39
Gambar 4.39	<i>Displacement</i> Desain Ornamen Pagar.....	39
Gambar 4.40	Tegangan Maksimal Desain Ornamen Pagar	40
Gambar 4.41	3rd <i>principal</i> Desain Ornamen Pagar.....	40
Gambar 4.42	<i>Displacement</i> Desain Ornamen Pagar.....	40
Gambar 4.43	Tegangan Maksimal Desain Ornamen Pagar	41
Gambar 4.44	3rd <i>principal</i> Desain Ornamen Pagar.....	41
Gambar 4.45	<i>Displacement</i> Desain Ornamen Pagar.....	42
Gambar 4.46	Tegangan Maksimal Desain Ornamen Pagar	42

Gambar 4.47 <i>3rd principal</i> Desain Ornamen Pagar.....	43
Gambar 4.48 <i>Displacement</i> Desain Ornamen Pagar.....	43
Gambar 4.49 Tegangan Maksimal Desain Ornamen Pagar	44
Gambar 4.50 <i>3rd principal</i> Desain Ornamen Pagar.....	44
Gambar 4.51 <i>Displacement</i> Desain Ornamen Pagar.....	44
Gambar 4.52 Tegangan Maksimal Desain Ornamen Pagar	45
Gambar 4.53 <i>3rd principal</i> Desain Ornamen Pagar.....	45
Gambar 4.54 <i>Displacement</i> Desain Ornamen Pagar.....	46
Gambar 4.55 Sampel Uji Tarik	54

HALAMAN TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Hasil Simulasi <i>Stress</i> dan <i>Displacement</i> Ornamen Pagar	46
Tabel 4.2 Perhitungan Inersia	51
Tabel 4.3 Perhitungan Luas Penampang	52
Tabel 4.4 Hasil Pengujian A	54
Tabel 4.5 Hasil Pengujian B	54
Tabel 4.6 Hasil Pengujian C	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plastik merupakan material yang paling banyak digunakan di Indonesia. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan melakukan daur ulang. Jenis jenis plastik yang paling sering diolah adalah PET (*Polyethylene terephthalate*), HDPE (*High-density polyethylene*), dan PP (*Polypropylene*). Ornamen pagar kini menjadi bagian penting dalam desain bangunan modern. Dengan kemajuan dalam teknologi bahan, plastik semakin diminati sebagai material untuk hiasan pagar karena kelebihanannya seperti ringan, fleksibel, tahan cuaca, dan ekonomis. Untuk dapat menghasilkan produk ornamen pagar plastik yang sesuai dengan keinginan penulis, diperlukan inovatif yang lebih. Dengan menggunakan material komposit ini memungkinkan kita untuk mengoptimalkan baik kekuatan, fleksibilitas, dan ketahanan terhadap berbagai faktor lingkungan yang terjadi, sehingga dapat menghasilkan ornamen pagar yang lebih tahan lama.

Pada masa sekarang *software* simulasi komputer telah menjadi salah satu alat yang sangat penting dalam proses pengembangan sebuah produk. Dengan menggunakan *software* simulasi seperti *Solidworks*, para *engineer* dapat melakukan analisis terhadap berbagai aspek produk, seperti kekuatan, ketahanan, dan juga deformasi. Simulasi uji *static* memungkinkan para desainer untuk mendapatkan sifat mekanis berupa tegangan dan lendutan maksimal.

Penelitian ini bertujuan untuk mensimulasikan sifat *static* berupa tegangan maksimal (*stress*) dan lendutan (*displacement*) pada ornamen pagar yang telah didesain dengan menggunakan perpaduan material plastik yakni PET (*Polyethylene Terephthalate*), HDPE (*High Density Polyethylene*), dan PP (*Polypropylene*) dengan komposisi yang telah disesuaikan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang sifat mekanik pada komposit plastik yang berada pada ornamen pagar.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini memiliki rumusan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi jenis dan komposisi limbah plastik terhadap nilai tegangan dan *displacement* pada produk ornamen pagar?
2. Bagaimana perbedaan hasil simulasi uji *static* dengan uji mekanik yang dilakukan di laboratorium material ?

1.3 Tujuan Penelitian

Pada penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mendapatkan nilai tegangan maksimal (*stress*) dan nilai defleksi (*displacement*) dari produk ornamen pagar menggunakan material PP (*Polypropylene*), PET (*Polyethylene Terephthalate*), dan HDPE (*High Density Polyethylene*) dan variasi berbeda.
2. Membandingkan hasil simulasi uji *static* ornamen pagar dengan uji mekanik yang dilakukan di laboratorium material.

1.4 Batasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan yang timbul pada sebuah penelitian maka dilakukan pembatasan masalah, Adapun Batasan masalah pada penelitian ini, sebagai berikut:

1. Melakukan uji simulasi menggunakan aplikasi *SolidWork 2022*
2. Menggunakan campuran material plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*), HDPE (*High Density Polyethylene*), dan PP (*Polypropylene*), serta membagi menjadi tiga layer pada saat melakukan simulasi.
3. Menggunakan nilai gaya sebesar 160 N untuk simulasi dan tidak divariasikan.

1.5 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini juga terdapat beberapa manfaat yang dihasilkan yakni:

1. Mengetahui hasil simulasi uji *static* pada produk ornamen pagar.

2. Mengetahui perbedaan nilai uji *static* hasil simulasi dengan hasil sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. W. A. E. S. W. A. Arieanti Dwi Astuti, “Kajian Pendiri Usaha Biji Plastik di Kabupaten Pati, Jawa Tengah,” *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*, vol. 16, no. 2, pp. 95-112, 2020.
- [2] L. Khairiyati, *Pengolahan Limbah Plastik Untuk Menjaga Kelestarian Lingkungan dan Meningkatkan Perekonomian*, 1 penyunt., Nagari Koto Baru: INSAN CENDEKIA MANDIRI, 2021.
- [3] R. D. F. M. Kurniawan A. N. R, “Implementasi Metode Elemen Hingga Menggunakan Solidworks Untuk Mengoptimalkan Desain Pelek Depan Sepeda Motor Tipe Casting Wheel,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 12, no. 2, 2023.
- [4] R. S. I. Roma Dearn, “Analisis Sifat Mekanik Bata Ringan Cellular Lightweight Concrete Menggunakan Program LUSAS V17,” *Jurnal Sainstek*, vol. 7, no. 2, pp. 73-79, 2019.
- [5] S. S. Basori, “Analisis Defleksi Batang Lentur Menggunakan Tumpuan Jepit dan Rol Pada Material Aluminium 6063 Profil U dengan Beban Terdistribusi,” *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*, vol. 1, no. 1, pp. 50-58, 2015.
- [6] R. H. P. Irwan Yulianto, “Rancangan Desain Mold Produk Knob Regulator Kompor Gas Pada Proses Injection Molding,” *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, vol. 2, no. 3, pp. 140-151, 2014.
- [7] J. G. Gutierrez, *Powder Injection Molding of Metal and Ceramic Parts*, 67 penyunt., vol. 1, Slovenia: University of Ljubljana,, 2012, p. 67.
- [8] K. S. Ir. Sularso, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 11 penyunt., Jakarta: PT. Pradnya Pramita, 2004.
- [9] P. P. H. A. H. Joni Arif, “Analisis Static Pada Aluminium 5052 dengan Variasi Sudut Menggunakan Solidworks,” *TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika*, vol. 10, no. 1, pp. 38-50, 2023.

- [10] W. Deglas, "Pengaruh Jenis Plastik PolyEthylene (PE), PolyPropylene (PP), High Density PolyEthylene (HDPE), dan Overheated PolyPropylene (OPP) Terhadap Kualitas Buah Pisang Mas," *AGROFOOD Jurnal Pertanian dan Pangan*, vol. 5, no. 1, pp. 33-42, 2023.