

**OPTIMASI DESAIN *SPREADER BEAM* MENGGUNAKAN
METODE *FINITE ELEMENT ANALYSIS* (FEA) UNTUK
MENINGKATKAN KAPASITAS ANGKAT**

SKRIPSI



**Diajukan untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Jurusan Teknik Mesin**

Oleh:

**Reza Aditiya Pratama
NIM. 062140212222**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

**DESIGN OPTIMIZATION OF A SPREADER BEAM USING
THE FINITE ELEMENT ANALYSIS (FEA) METHOD TO
ENHANCE LIFTING CAPACITY**

THESIS



**Submitted to Comply with Terms of Study Completion in Mechanical
Engineering Production and Maintenance Study Program Department of
Mechanical Engineering**

By:

**Reza Aditiya Pratama
NIM. 062140212222**

**DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

OPTIMASI DESAIN *SPREADER BEAM* MENGGUNAKAN METODE *FINITE ELEMENT ANALYSIS* (FEA) UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS ANGKAT



SKRIPSI

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
Sarjana Terapan Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Jurusan Teknik Mesin

Palembang, 21 Agustus 2025
Menyetujui,
Pembimbing Pendamping,

Pembimbing Utama,

Ir. Diek Seprianto, S.T., M.T. IPM
NIP. 197709162001121001

Yogi Eka Fernandes, S.Pd., M.T.
NIP. 199306282019031009

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T.
NIP. 197202201998022001

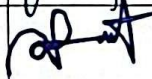
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Reza Aditiya Pratama
NIM : 062140212222
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Judul Skripsi : **OPTIMASI DESAIN SPREADER BEAM MENGGUNAKAN METODE FINITE ELEMENT ANALYSIS (FEA) UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS ANGKAT**

Telah selesai diuji dalam Ujian Skripsi Sarjana Terapan di hadapan Tim Dosen Penguji pada tanggal ~~21 Juli 2025~~ 21/08/25 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

TIM DOSEN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Mardiana, S.T., M.T. NIP. 196402121993032001	Ketua		12/08/25
2.	Ir. Romli, M.T. NIP. 196710181993031003	Anggota		12/08/25
3.	Yogi Eka Fernandes, S.Pd., M.T. NIP. 199306282019031009	Anggota		21/08/25
4.	Ir. Hendradinata, S.T., M.T. NIP. 198603102019031016	Anggota		8/08/25

Palembang,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,


Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T.
NIP. 197202201998022001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Reza Aditiya Pratama
NIM : 062140212222
Tempat/Tanggal lahir : Prabumulih, 11 Mei 2003
Alamat : Jl. Merpati 02, No. 55.
No. Telepon : 081379716597
Jurusan / Program Studi : Teknik Mesin / D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Judul Skripsi : **OPTIMASI DESAIN SPREADER BEAM MENGGUNAKAN METODE FINITE ELEMENT ANALYSIS (FEA) UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS ANGKAT**

Menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dengan didampingi oleh Tim Pembimbing dan **bukan hasil penjiplakan/plagiat**. Apabila di kemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat di dalam Skripsi yang saya buat, saya bersedia menerima sanksi akademik dari Jurusan Teknik Mesin dan Politeknik Negeri Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar, kondisi sehat, dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang, 21 Agustus 2025.



Reza Aditiya Pratama
NIM. 062140212222

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Allah tidak akan membebani hamba-Nya melebihi kesanggupannya.”

(QS. Al-Baqarah: 286)

"Manusia tidak akan pernah benar-benar saling memahami sebelum mereka merasakan penderitaan yang sama. Selama luka hanya ditanggung oleh satu pihak, simpati hanyalah bayangan semu dan empati tak lebih dari kata-kata hampa. Baru ketika kita semua memikul beban yang setara, kita akan belajar meneteskan air mata untuk derita orang lain, dan benar-benar menjaga serta menghargai kedamaian hingga akhir."

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis dedikasikan kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda dan Ibunda, ketulusannya dari hati atas do'a yang tak pernah putus, semangat yang tak ternilai. serta untuk orang – orang terdekatku yang tersayang, dan untuk almamater biru muda kebanggaanku.

ABSTRAK

OPTIMASI DESAIN *SPREADER BEAM* MENGGUNAKAN METODE *FINITE ELEMENT ANALYSIS* (FEA) UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS ANGKAT

Reza Aditiya Pratama

(2025: xvi + 69 Halaman, 65 Gambar, 9 Tabel, 7 Lampiran)

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi desain *spreader beam* menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) guna meningkatkan kapasitas angkat dari sebelumnya 20 ton menjadi 30 ton. *Spreader beam* adalah alat bantu penting dalam proses pengangkatan beban berat, yang berfungsi untuk mendistribusikan beban ke beberapa titik angkat sehingga dapat mengurangi risiko deformasi pada beban maupun alat angkat, serta meningkatkan kestabilan selama proses *lifting*. Pada penelitian ini, dilakukan pemodelan tiga variasi desain *spreader beam* dengan pendekatan perubahan pada dimensi *pad eye* serta penambahan plat penguat pada area kritis. Seluruh model divisualisasikan menggunakan perangkat lunak *Autodesk Inventor* untuk menghasilkan gambar 3D secara detail, kemudian dianalisis menggunakan metode FEA untuk mendapatkan distribusi tegangan *Von Mises*, deformasi (*displacement*), serta nilai *safety factor* (SF). Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain awal belum memenuhi standar nilai SF minimal 2 yang disyaratkan oleh ASME BTH-1 untuk alat angkat di bawah *hook (below-the-hook lifting devices)*. Melalui serangkaian modifikasi, desain ketiga yang memuat peningkatan ukuran *pad eye* dan penambahan penguat pada sisi kiri dan kanan berhasil meningkatkan kekuatan struktur sehingga mampu mengangkat beban hingga 30 ton dengan nilai *safety factor* mendekati 2. Optimasi desain ini diharapkan dapat meminimalisir risiko kegagalan struktural saat proses *lifting* berlangsung, serta menjadi acuan dalam pengembangan desain *spreader beam* selanjutnya.

Kata Kunci: *Spreader Beam, Finite Element Analysis, Pad Eye, Optimasi Desain, Safety Factor*

ABSTRACT

DESIGN OPTIMIZATION OF A SPREADER BEAM USING THE FINITE ELEMENT ANALYSIS (FEA) METHOD TO ENHANCE LIFTING CAPACITY

Reza Aditiya Pratama

(2025: xvi + 69 pp, 65 Figures, 9 Tables, 7 Attachments)

This study aims to optimize the design of a spreader beam using the Finite Element Analysis (FEA) method to increase its lifting capacity from the initial 20 tons to 30 tons. A spreader beam is a crucial auxiliary tool in heavy lifting operations, functioning to distribute loads across multiple lifting points, thereby reducing the risk of deformation on both the load and lifting equipment, as well as enhancing stability during lifting processes. In this research, three design variations of the spreader beam were modeled by modifying the dimensions of the pad eye and adding reinforcement plates at critical areas. All models were visualized using Autodesk Inventor software to produce detailed 3D representations, then analyzed using FEA to obtain Von Mises stress distribution, deformation (displacement), and safety factor (SF) values. The simulation results indicated that the initial design did not meet the minimum SF standard of 2 as required by ASME BTH-1 for below-the-hook lifting devices. Through a series of modifications, the third design—which incorporated increased pad eye dimensions and added reinforcements on the left and right sides—successfully enhanced the structural strength, enabling it to lift up to 30 tons with a safety factor approaching 2. This design optimization is expected to minimize the risk of structural failure during lifting operations and serve as a reference for future spreader beam design improvements.

Keywords: *Spreader Beam, Finite Element Analysis, Pad Eye, Design Optimization,, Safety Factor*

PRAKATA

Alhamdulillahirobbil'alamin, penulis panjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan Proposal Skripsi ini tepat pada waktunya. Adapun terwujudnya Proposal Skripsi ini adalah berkat bimbingan dan bantuan serta petunjuk dari berbagai pihak yang tak ternilai harganya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan Proposal Skripsi ini, yaitu kepada:

1. Orangtua dan saudaraku, Ayahku, Ibuku dan Adikku tercinta yang selalu memberikan do'a dan dukungan kepada anaknya tercinta ini.
2. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Ir. Fenoria Putri, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Adian Aristia Anas, S.T., M.Sc, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ibu Ir. Hj. Ella Sundari, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi D–IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak Ir. Dicky Seprianto, S.T., M.T. IPM, sebagai Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dan membantu penulis dalam penyelesaian Skripsi ini.
7. Bapak Yogi Eka Fernandes, S.Pd., M.T., sebagai Pembimbing Pendamping yang telah membimbing dan membantu dalam penyelesaian penulis Skripsi ini.
8. Sahabat – sahabatku, yang telah banyak berbagi keceriaan, kebersamaan dan kesulitan yang pernah kita alami bersama.
9. Teman – teman seperjuangan terbaikku, kelas 8PPD yang telah berjuang bersama – sama selama menyelesaikan studi D–IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan.
10. Teman – teman seangkatan 2021 Program Studi D–IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan yang telah berjuang bersama – sama selama menyelesaikan studi D–IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan.
11. Semua pihak terkait yang tidak mungkin disebutkan oleh penulis satu persatu di dalam Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam tulisan Proposal Skripsi ini. Penulis secara terbuka menerima kritik dan saran dari pembaca agar ke depannya penulis dapat membuat tulisan dan laporan yang lebih baik.

Palembang,
Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Definisi <i>Spreader Beam</i>	5
2.1.1.1 Jenis – Jenis <i>Spreader Beam</i>	6
2.1.1.2 Fungsi dan Kegunaan <i>Spreader Beam</i>	6
2.1.1.3 Prinsip Kerja <i>Spreader Beam</i>	7
2.1.2 Material Baja ASTM A36	8
2.1.3 Profil Baja	9
2.1.3.1 Jenis – Jenis Profil Baja	10
2.1.4 Konsep Tegangan dan Regangan	15
2.1.5 Jenis Pembebanan dan Tumpuan	19
2.1.6 <i>Computer Aided Design (CAD)</i>	20
2.1.7 Metode <i>Finite Element Analysis (FEA)</i>	21
2.1.8 Standar dan Regulasi dalam Desain <i>Spreader Beam</i>	23
2.2 Kajian Pustaka	24
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	 27
3.1 Metode Penelitian	27
3.2 Lokasi dan Jadwal Penelitian	27
3.3 Diagram Alir Kegiatan	28

3.4 Alat dan Bahan	30
3.4.1 Alat	30
3.4.1 Bahan	31
3.5 Objek Penelitian	32
3.6 Metode Pengambilan Data	32
3.7 Jenis dan Sumber Data Penelitian	33
3.8 Metode Analisa Data	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Gambaran Umum Desain dan Tujuan Optimasi	35
4.2 Deskripsi Variasi Desain <i>Spreader Beam</i>	35
4.2.1 Desain Awal	36
4.2.2 Desain 1 (Optimasi 1)	36
4.2.3 Desain 2 (Optimasi 2)	37
4.2.4 Desain 3 (Optimasi 3)	38
4.3 Proses Simulasi	39
4.4 Hasil Simulasi	43
4.4.1 Desain Awal	43
4.4.2 Desain 1 (Optimasi 1)	49
4.4.3 Desain 2 (Optimasi 2)	53
4.4.4 Desain 3 (Optimasi 3)	58
4.5 Hasil dalam Bentuk Tabel	62
4.6 Hasil dalam Bentuk Grafik	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. <i>Spreader Beam</i>	5
Gambar 2.2. Prinsip Kerja <i>Spreader Beam</i>	7
Gambar 2.3. Material Baja ASTM A36	8
Gambar 2.4. Profil Baja	9
Gambar 2.5. Profil Baja WF (<i>I-Beam</i>)	10
Gambar 2.6. Profil Baja <i>H-Beam</i>	11
Gambar 2.7. Profil Baja <i>C-Beam</i>	12
Gambar 2.8. Profil Baja L atau Siku	13
Gambar 2.9. Profil Baja T	14
Gambar 2.10. Profil Baja <i>Hollow</i>	14
Gambar 2.11. Tumpuan Rol	19
Gambar 2.12. Tumpuan Sendi	20
Gambar 2.13. Tumpuan Jepit	20
Gambar 3.1. Diagram Alir Kegiatan	28
Gambar 3.2. <i>Spreader Beam</i>	31
Gambar 4.1. <i>Pad Eye Spreader Beam</i>	35
Gambar 4.2. Desain Awal <i>Pad Eye Spreader Beam</i>	36
Gambar 4.3. Optimasi Desain 1	37
Gambar 4.4. Optimasi Desain 2	38
Gambar 4.5. Optimasi Desain 3	39
Gambar 4.6. Pemilihan Menu <i>Environment</i> dan <i>Stress Analysis</i>	40
Gambar 4.7. Pemilihan Material	41
Gambar 4.8. Pemberian Batasan (<i>Constrain</i>)	42
Gambar 4.9. Pemberian Beban (<i>Load</i>)	42
Gambar 4.10. Proses <i>Meshing</i>	43
Gambar 4.11. Menjalankan Simulasi	44
Gambar 4.12. <i>Von Mises Stress</i> Beban 20 Ton	44
Gambar 4.13. <i>Von Mises Stress</i> Beban 25 Ton	45
Gambar 4.14. <i>Von Mises Stress</i> Beban 30 Ton	45
Gambar 4.15. <i>Displacement</i> dengan Pembebanan 20 Ton	46
Gambar 4.16. <i>Displacement</i> dengan Pembebanan 25 Ton	46
Gambar 4.17. <i>Displacement</i> dengan Pembebanan 30 Ton	47
Gambar 4.18. <i>Safety Factor</i> dengan Pembebanan 20 Ton	47
Gambar 4.19. <i>Safety Factor</i> dengan Pembebanan 25 Ton	48
Gambar 4.20. <i>Safety Factor</i> dengan Pembebanan 30 Ton	48
Gambar 4.21. <i>Von Mises Stress</i> Beban 20 Ton	49
Gambar 4.22. <i>Von Mises Stress</i> Beban 25 Ton	49
Gambar 4.23. <i>Von Mises Stress</i> Beban 30 Ton	50
Gambar 4.24. <i>Displacement</i> dengan Pembebanan 20 Ton	50
Gambar 4.25. <i>Displacement</i> dengan Pembebanan 25 Ton	51
Gambar 4.26. <i>Displacement</i> dengan Pembebanan 30 Ton	51
Gambar 4.27. <i>Safety Factor</i> dengan Pembebanan 20 Ton	52
Gambar 4.28. <i>Safety Factor</i> dengan Pembebanan 25 Ton	52

Gambar 4.29. <i>Safety Factor</i> dengan Pembebanan 30 Ton	53
Gambar 4.30. <i>Von Mises Stress</i> Beban 20 Ton	53
Gambar 4.31. <i>Von Mises Stress</i> Beban 25 Ton	54
Gambar 4.32. <i>Von Mises Stress</i> Beban 30 Ton	54
Gambar 4.33. <i>Displacement</i> dengan Pembebanan 20 Ton	55
Gambar 4.34. <i>Displacement</i> dengan Pembebanan 25 Ton	55
Gambar 4.35. <i>Displacement</i> dengan Pembebanan 30 Ton	56
Gambar 4.36. <i>Safety Factor</i> dengan Pembebanan 20 Ton	56
Gambar 4.37. <i>Safety Factor</i> dengan Pembebanan 25 Ton	57
Gambar 4.38. <i>Safety Factor</i> dengan Pembebanan 30 Ton	57
Gambar 4.39. <i>Von Mises Stress</i> Beban 20 Ton	58
Gambar 4.40. <i>Von Mises Stress</i> Beban 25 Ton	58
Gambar 4.41. <i>Von Mises Stress</i> Beban 30 Ton	59
Gambar 4.42. <i>Displacement</i> dengan Pembebanan 20 Ton	59
Gambar 4.43. <i>Displacement</i> dengan Pembebanan 25 Ton	60
Gambar 4.44. <i>Displacement</i> dengan Pembebanan 30 Ton	60
Gambar 4.45. <i>Safety Factor</i> dengan Pembebanan 20 Ton	61
Gambar 4.46. <i>Safety Factor</i> dengan Pembebanan 25 Ton	61
Gambar 4.47. <i>Safety Factor</i> dengan Pembebanan 30 Ton	62
Gambar 4.48. Grafik <i>Von Mises Stress</i>	64
Gambar 4.49. Grafik <i>Displacement</i>	64
Gambar 4.50. Grafik <i>Safety Factor</i>	65

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Alat Penelitian	30
Tabel 3.2. Desain Awal	33
Tabel 3.3. Desain 1	33
Tabel 3.4. Desain 2	34
Tabel 3.5. Desain 3	34
Tabel 4.1. Desain Awal	62
Tabel 4.2. Desain 1 (Optimasi 1)	63
Tabel 4.3. Desain 2 (Optimasi 2)	63
Tabel 4.4. Desain 3 (Optimasi 3)	63

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi:

σ	= Tegangan atau gaya per satuan luas (N/m ²)
F	= Gaya yang diberikan/Beban (N)
A	= Luas Penampang (m ²)
E	= Regangan
δ	= Perubahan Panjang aksial total (mm)
L	= Panjang Awal benda (mm)
V	= Tegangan Statis
S_v	= Faktor Skala
ω	= Kecepatan Sudut
σ_{max}	= Tegangan Maksimal
σ_{min}	= Tegangan Minimal
σ_m	= Tegangan rata-rata
σ_a	= Tegangan bolak-balik
R	= Rasio Tegangan
T_b	= Tegangan bengkok
M_b	= Momen bengkok
W_b	= Tahanan Lentur
SF	= <i>Safety Factor</i>
S_y	= <i>Stress Yield</i>

Singkatan:

FEA	= <i>Finite Element Analysis</i>
CAD	= <i>Computer Aided Design</i>
ASTM	= <i>American Society Testing Material</i>
ASME	= <i>American Society of Mechanical Engineers</i>
ISO	= <i>International Standard Organization</i>

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lembar Bimbingan Skripsi
2. Surat Lembar Bimbingan Skripsi
3. Surat Rekomendasi Sidang Skripsi
4. Surat Mitra Perusahaan
5. Surat PKS (Perjanjian Kerja Sama)
6. Gambar Desain *Awal Spreader Beam*
7. Gambar Desain Optimasi 1 - 3