© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Analisis Kekuatan Boom pada Alat Peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator Menggunakan Metode Finite Element Analysis (FEA) *SolidWorks Simulation*

SKRIPSI

Oleh:

Fauzianisa Amalia

NIM. 2202441017

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PEMELIHARAAN ALAT BERAT

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Analisis Kekuatan Boom pada Alat Peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator Menggunakan Metode Finite Element Analysis (FEA) SolidWorks Simulation

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:
Fauzianisa Amalia
NIM. 2202441017

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PEMELIHARAAN ALAT BERAT

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

Analisis Kekuatan Boom pada Alat Peraga EV Mini Excavator Menggunakan Metode Finite Element Analysis (FEA) SolidWorks Simulation

Oleh:

Fauzianisa Amalia

NIM. 2202441017

Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1	Pembimbing 2
Tia Rahmiati, S.T., M.T.	Dedi Junaedi, S.S., M.Hum.
NIP. 198001252006042001	NIP. 197205022008121003

Kepala Program Studi

Muhammad Todaro, S.T., M.Tr.T.

NIP. 199105012024061003

Dipindai dengan CamScanner

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

Analisis Kekuatan Boom pada Alat Peraga EV Mini Excavator Menggunakan Metode Finite Element Analysis (FEA) SolidWorks Simulation

Oleh:

Fauzianisa Amalia

NIM. 2202441017

Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Sarjana Terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal. 31 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Rahmat Noval, S.T., M.T NIP. 199011032024061003	Penguji 1		31/07/2026
2	Idrus Assagaf, S.T., M.T. NIP. 196811042000121001	Penguji 2		31/07/2026
3	Dedi Junaedi, S.S., M.Hum. NIP. 197205022008121003	Moderator		31/07/2026

Depok, 31 Juli 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.

NIP. 19760225200012100

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Fauzianisa Amalia
NIM	: 2202441017
Program Studi	: Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (*plagiasi*) karya orang lain baik sebagian atau seluruhya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

*Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 31 Juli 2025



Fauzianisa Amalia

NIM. 2202441017

Dipindai dengan CamScanner

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Analisis Kekuatan Boom pada Alat Peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator Menggunakan Metode Finite Element Analysis (FEA) SolidWorks Simulation

Fauzianisa Amalia[1], Tia Rahmiati[1]*, Dedi Junaedi [1]

1) Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok 16424

*Email: tia.rahmiati@mesin.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis kekuatan struktur boom pada alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator menggunakan metode Finite Element Analysis (FEA) berbasis SolidWorks Simulation. Objek penelitian berupa boom berbahan baja ASTM A36 dengan ketebalan 2,5 mm yang dianalisis melalui simulasi pembebanan statis menggunakan kombinasi gaya aktuator dan beban kerja maksimum. Parameter yang dievaluasi meliputi tegangan von Mises, displacement, dan factor of safety (FoS). Hasil simulasi menunjukkan tegangan von Mises maksimum sebesar 108,916 MPa, masih berada di bawah yield strength ASTM A36 sebesar 250 MPa, sehingga struktur tetap berada pada daerah elastis. Nilai displacement maksimum sebesar 0,434 mm menunjukkan deformasi yang sangat kecil dan tidak memengaruhi fungsi struktural boom. Nilai factor of safety minimum sebesar 2,295 berada di atas batas aman yang direkomendasikan untuk struktur alat berat. Tegangan maksimum terkonsentrasi pada area pangkal boom di sekitar lubang bearing sebagai lokasi konsentrasi tegangan akibat perubahan geometri. Berdasarkan hasil tersebut, desain boom pada alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator dinyatakan aman terhadap pembebanan statis yang disimulasikan dan layak digunakan sebagai dasar pengembangan desain maupun penelitian lanjutan.

Kata kunci: *Finite Element Analysis, Boom, EV (Electric Vehicle) Mini Excavator, SolidWorks Simulation, ASTM A36.*

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Analisis Kekuatan Boom pada Alat Peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator Menggunakan Metode Finite Element Analysis (FEA) SolidWorks Simulation

Fauzianisa Amalia[1], Tia Rahmiati[1]*, Dedi Junaedi [1]

Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok 16424

*Email: tia.rahmiati@mesin.pnj.ac.id

ABSTRACT

This study aims to analyze the structural strength of the boom in an EV (Electric Vehicle) Mini Excavator educational prototype using the Finite Element Analysis (FEA) method with SolidWorks Simulation. The research object is a boom made of ASTM A36 steel with a thickness of 2.5 mm, evaluated under static loading conditions representing actuator forces and maximum working loads. The analyzed parameters include von Mises stress, displacement, and factor of safety (FoS). The simulation results indicate a maximum von Mises stress of 108.916 MPa, which is below the 250 MPa yield strength of ASTM A36, confirming that the structure remains within the elastic region. The maximum displacement is 0.434 mm, indicating negligible deformation that does not affect the boom's structural performance. The minimum factor of safety is 2.295, exceeding the recommended safety limit for heavy equipment structures. The highest stress is concentrated around the boom base near the bearing hole due to geometric stress concentration. Therefore, the boom design is considered structurally safe under the simulated static loading conditions and suitable as a reference for future design development and further research.

Keywords: Finite Element Analysis, Boom, EV (Electric Vehicle) Mini Excavator, SolidWorks Simulation, ASTM A36.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT., Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul "**Analisis Kekuatan Boom pada Alat Peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator Menggunakan Metode Finite Element Analysis (FEA) SolidWorks Simulation**". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Kedua orangtua yang tercinta, Bapak Dodi Otong Aripin dan Ibu Suparningsih terima kasih untuk selalu memberikan dukungan baik secara material, moral, do'a serta segala hal yang sudah diberikan kepada anakmu hingga saat ini.
2. Dr. Syamsurizal, S.E., M.M. selaku Direktur Politeknik Negeri Jakarta
3. Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
4. Muhammad Todaro, S.T., M.Tr.T. selaku Kepala Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta.
5. Tia Rahmiati, S.T., M.T. dan Dedi Junaedi, S.S., M.Hum. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi yang sangat bermanfaat selama proses penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen dan Pengajar yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman yang berguna selama penulis menempuh pendidikan.
7. Teman-teman terdekat penulis, yaitu Nabila Nur Oktaviani, Tiara Maulida, dan Shabrina Putri Hamada, yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, serta menjadi tempat penulis berbagi cerita dan berkeluh kesah selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Teman-teman perempuan di Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, yaitu Nara Dinta Gallen dan An'nisa As sajdah, yang telah menjadi teman penulis sejak awal perkuliahan hingga saat ini, serta senantiasa memberikan semangat, dukungan, dan kebersamaan selama proses penyusunan skripsi ini.
9. Teman- teman di Program Studi Teknologi Pemeliharaan Alat Berat angkatan 22, terima kasih yang telah berjuang bersama dengan penuh semangat, serta memberikan dukungan, masukan, dan saran bagi penulis dalam proses penyelesaian skripsi.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Demikian kata pengantar ini penulis sampaikan. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, pembaca, serta menjadi salah satu referensi yang bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat.

Depok, 30 Juli 2026

Fauzianisa Amalia

NIM. 2202441017

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI ii
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR LAMPIRAN xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Pertanyaan Penelitian 5
1.4 Tujuan Penelitian 5
1.5 Batasan Masalah 5
1.6 Manfaat Penelitian 6
1.6.1 Manfaat Teoritis 6
1.6.2 Manfaat Praktis 6
1.7 Sistematika Penulisan 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 9
2.1 Landasan Teori 9
2.1.1 *Excavator* 9
2.1.2 Spesifikasi Alat Peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator 10
2.1.3 Spesifikasi Boom pada Alat Peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator 11
2.1.4 Pemilihan Material Struktur Boom 11
2.1.5 Finite Element Analysis (FEA) 12
2.1.6 Teori *Von Mises* 13
2.1.7 Displacement 14
2.1.8 Faktor Keamanan (*Factor of Safety*) 15
2.1.9 SolidWorks 16
2.2 Kajian Literatur 17
2.3 Kerangka Pemikiran 22
BAB III METODE PENELITIAN 23
3.1 Jenis Penelitian 23

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2 Objek Penelitian 23
3.3 Metode Pengambilan Sampel 24
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian 24
3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian 24
3.6 Metode Analisis Data 25
3.7 Diagram Alir Penelitian 27
3.8 Penjelasan Diagram Alir 28
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 30
4.1 Spesifikasi 30
4.2 Model Input 30
4.3 *Meshing* 32
4.4 Penerapan Beban 34
4.5 Von Mises 36
4.6 Displacement 39
4.7 *Safety Factor* 41
4.8 Ringkasan Hasil 42
BAB V PENUTUP 43
5.1 Kesimpulan 43
5.2 Saran 44
Daftar Pustaka 46
Lampiran 48

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Excavator 9
Gambar 2. 2 Alat Peraga EV Mini Excavator 10
Gambar 2. 3 Kerangka Pemikiran 22
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian 27
Gambar 4. 1 Model Input Boom 31
Gambar 4. 2 Hasil Meshing pada Boom 32
Gambar 4. 3 Nilai Kualitas Meshing 34
Gambar 4. 4 Titik dan Arah Penerapan Beban Pada 3D Modeling Boom 36
Gambar 4. 5 Hasil Tegangan Von Mises pada Boom 37
Gambar 4. 6 Hasil Displacement pada Boom 39
Gambar 4. 7 Hasil Factor of Safety pada Boom 41

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Alat Peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator..... 10
Tabel 2. 2 Spesifikasi Boom.....11
Tabel 2. 3 Sifat Mekanik Material ASTM A36 12
Tabel 2. 4 Kajian Literatur 17
Tabel 4. 1 Spesifikasi Alat Peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator..... 30
Tabel 4.2 Spesifikasi Boom..... 30
Tabel 4.3 Nilai Mechanical Properties Material ASTM A36 32
Tabel 4. 4 Detail Parameter Meshing 33
Tabel 4. 5 Penerapan Beban pada 3D Modeling Boom 35
Tabel 4. 6 Hasil Tegangan von Mises 38
Tabel 4. 7 Sebaran Nilai Displcament..... 40
Tabel 4. 8 Perbandingan Nilai Displacement terhadap Input Material 40
Tabel 4. 9 Ringkasan Hasil Simulasi Boom..... 42

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 48

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam Perkembangan teknologi alat berat dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan pergeseran yang signifikan dari sistem penggerak berbasis engine diesel konvensional menuju sistem penggerak elektrik (electric excavator). Transformasi tersebut didorong oleh meningkatnya tuntutan global terhadap efisiensi energi, pengurangan emisi gas rumah kaca, serta implementasi konsep pembangunan berkelanjutan (sustainable development) pada sektor konstruksi dan pertambangan. Industri alat berat kini dituntut untuk menghasilkan produk yang tidak hanya memiliki produktivitas tinggi, tetapi juga mampu meminimalkan dampak lingkungan melalui pengurangan konsumsi bahan bakar fosil dan emisi karbon. Oleh karena itu, pengembangan electric excavator menjadi salah satu strategi penting dalam mendukung transisi menuju industri yang lebih ramah lingkungan sekaligus memenuhi target dekarbonisasi yang diterapkan di berbagai negara (Cheng et al., 2024).

Meskipun demikian, perubahan sistem penggerak tidak hanya berkaitan dengan penggantian sumber tenaga, tetapi juga menuntut adanya optimalisasi desain struktur mekanik pada setiap komponen utama excavator. Sistem penggerak elektrik memiliki karakteristik distribusi massa, kebutuhan daya, serta efisiensi energi yang berbeda dibandingkan sistem konvensional sehingga setiap komponen struktural harus dirancang agar memiliki kekuatan yang memadai dengan bobot serendah mungkin. Desain struktur yang terlalu berat (over-design) akan meningkatkan massa total alat sehingga kebutuhan energi untuk menggerakkan sistem menjadi lebih besar, sedangkan desain yang terlalu ringan (under-design) berpotensi menurunkan kekuatan struktur dan memperbesar risiko kegagalan selama operasi. Oleh karena itu, keseimbangan antara kekuatan struktur, berat komponen, dan efisiensi energi menjadi aspek yang sangat penting dalam proses perancangan electric excavator.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penelitian yang dilakukan oleh (Zhang et al., 2024) menyatakan bahwa metode desain excavator konvensional masih menghadapi berbagai permasalahan, seperti desain yang berlebihan (over-design), konsumsi energi yang tinggi, serta emisi karbon yang besar sehingga belum mampu memenuhi kebutuhan transformasi industri manufaktur menuju konsep hijau dan rendah karbon. Penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa working device pada excavator menyumbang sekitar 20% dari total berat alat sehingga optimalisasi pada bagian ini memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap efisiensi penggunaan material, konsumsi energi, dan performa operasional secara keseluruhan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pengembangan struktur working device menjadi salah satu fokus utama dalam perancangan electric excavator yang lebih efisien, ringan, dan berkelanjutan.

Sejalan dengan perkembangan tersebut, Program Pengembangan Produk Berbasis Laboratorium (PPBL) tahun 2026 mengembangkan sebuah prototipe Electric Excavator sebagai bentuk implementasi teknologi alat berat berbasis tenaga listrik. tipe ini dirancang sebagai purwarupa electric excavator yang diharapkan mampu menjadi alternatif penggunaan excavator berbasis engine diesel. Namun demikian, sebagaimana proses pengembangan produk rekayasa pada umumnya, setiap komponen penyusun prototipe perlu melalui tahapan evaluasi dan validasi desain secara menyeluruh sebelum memasuki proses fabrikasi maupun pengujian lapangan. Salah satu komponen yang memerlukan perhatian khusus adalah struktur boom sebagai elemen utama pada working device.

Boom merupakan komponen struktural utama yang menghubungkan upper structure dengan arm dan bucket serta berfungsi sebagai penopang seluruh mekanisme penggalian dan pengangkatan material. Selama proses operasi, boom menerima kombinasi beban statis maupun dinamis yang berasal dari berat sendiri komponen, gaya hidrolik, beban material, serta gaya akibat gerakan digging, lifting, dan swing. Besarnya pembebanan tersebut menyebabkan boom menjadi salah satu komponen yang mengalami distribusi tegangan paling tinggi dibandingkan komponen struktural lainnya pada excavator. Kondisi operasi yang berlangsung secara berulang (cyclic loading) juga menyebabkan boom rentan mengalami

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

deformasi permanen, konsentrasi tegangan (stress concentration), hingga kegagalan akibat kelelahan material (fatigue failure). Oleh karena itu, integritas struktural boom menjadi faktor yang sangat menentukan keandalan, umur pakai, serta keselamatan pengoperasian excavator secara keseluruhan.

Apabila terjadi kegagalan pada struktur boom, konsekuensi yang ditimbulkan tidak hanya berupa penurunan produktivitas alat, tetapi juga dapat menyebabkan kecelakaan kerja, kerusakan komponen lain, penghentian operasi, serta meningkatnya biaya perawatan dan penggantian komponen. Risiko tersebut akan semakin besar apabila proses perancangan belum didukung oleh analisis kekuatan struktur yang memadai. Dalam praktik rekayasa modern, evaluasi terhadap distribusi tegangan, deformasi, dan Factor of Safety (FoS) merupakan tahapan yang sangat penting untuk memastikan bahwa suatu desain mampu bekerja secara aman sesuai dengan kondisi pembebanan yang direncanakan.

Idealnya, desain boom pada alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator telah melalui proses verifikasi dan validasi kekuatan struktur sebelum dilakukan proses fabrikasi. Analisis tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh bagian boom mampu menahan beban kerja maksimum dengan nilai Factor of Safety yang memenuhi standar desain. Selain itu, proses optimasi struktur diharapkan mampu menghasilkan desain yang ringan namun tetap memiliki kekuatan yang memadai sehingga efisiensi energi sistem elektrik dapat dipertahankan. Dengan demikian, desain yang dihasilkan tidak mengalami over-design maupun under-design, melainkan mampu mencapai keseimbangan antara aspek kekuatan, berat, biaya manufaktur, dan efisiensi operasional.

Namun, pada kondisi aktual alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator belum memiliki hasil analisis struktural yang komprehensif mengenai distribusi tegangan, deformasi, maupun Factor of Safety pada komponen boom akibat pembebanan kerja. Belum tersedia informasi mengenai lokasi konsentrasi tegangan tertinggi, besar deformasi yang terjadi selama operasi, maupun tingkat keamanan struktur terhadap kemungkinan terjadinya kegagalan material. Selain itu, area-area

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

kritis seperti sambungan las, perubahan penampang, dan titik pemasangan silinder hidrolik berpotensi menjadi lokasi terjadinya konsentrasi tegangan yang belum teridentifikasi secara kuantitatif. Ketiadaan informasi tersebut menyebabkan tingkat keamanan desain boom belum dapat dibuktikan secara ilmiah sehingga diperlukan analisis lebih lanjut sebelum alat peraga digunakan pada tahap pengujian berikutnya.

Permasalahan tersebut menjadi dasar perlunya dilakukan analisis struktur menggunakan metode Finite Element Analysis (FEA). Metode ini merupakan salah satu pendekatan numerik yang banyak digunakan dalam bidang rekayasa untuk menganalisis perilaku struktur akibat pembebanan tanpa harus melakukan pengujian fisik secara langsung. Dengan memanfaatkan SolidWorks Simulation, distribusi tegangan, deformasi, maupun Factor of Safety pada boom dapat diprediksi secara lebih cepat, efisien, dan akurat. Selain mengurangi biaya serta waktu pengembangan produk, metode FEA juga mampu mengidentifikasi titik-titik kritis yang berpotensi mengalami konsentrasi tegangan sehingga dapat dijadikan dasar dalam melakukan optimasi desain sebelum proses fabrikasi dilaksanakan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis karakteristik struktural boom pada alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator menggunakan metode Finite Element Analysis berbasis SolidWorks Simulation. Analisis difokuskan pada distribusi tegangan von Mises, deformasi maksimum, serta nilai Factor of Safety akibat pembebanan kerja yang direncanakan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar evaluasi terhadap kelayakan desain boom, mengidentifikasi area yang berpotensi mengalami kegagalan struktur, serta memberikan rekomendasi teknis bagi pengembangan Alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator yang lebih aman, efisien, dan sesuai dengan prinsip rekayasa berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Karakteristik struktural *boom* pada alat peraga *EV (Electric Vehicle) Mini Excavator* akibat pembebanan kerja maksimum seperti distribusi tegangan von Mises, besar deformasi, dan nilai *Factor of Safety* (FoS) saat ini belum diketahui secara pasti, sehingga keamanan dan kelayakan desain belum dapat dievaluasi secara ilmiah.
2. Diperlukan analisis berbasis metode *Finite Element Analysis* (FEA) untuk mensimulasikan perilaku struktur *boom* tersebut sebagai acuan validasi keamanan desain sebelum melangkah ke tahap pengujian fisik

1.3 Pertanyaan Penelitian

Untuk menjawab rumusan masalah di atas, pertanyaan penelitian yang diajukan adalah:

1. Bagaimana hasil distribusi tegangan (*Von Mises Stress*) pada boom alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator berdasarkan pengujian menggunakan *SolidWorks Simulation*?
2. Berapa besar deformasi (*displacement*) yang terjadi pada boom alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator akibat pembebanan?
3. Bagaimana tingkat keamanan (*Factor of Safety*) pada boom alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui hasil distribusi tegangan (*Von Mises Stress*) pada boom alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator berdasarkan pengujian menggunakan *SolidWorks Simulation.*
2. Menentukan sebarapa besar deformasi (*displacement*) yang terjadi pada boom alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator dengan pembebanan.
3. Melakukan evaluasi tingkat keamanan (*Factor of Safety*) pada boom alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator.

1.5 Batasan Masalah

Agar fokus penelitian tetap terarah dan tidak meluas, maka ditetapkan beberapa batasan sebagai berikut:

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Penelitian berfokus pada struktur *boom* 3D alat peraga *EV (Electric Vehicle) Mini Excavator* di Gedung Teknik Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta, dan tidak mencakup komponen lain seperti *arm, bucket, chassis*, silinder hidrolik, maupun sistem penggerak
2. Analisis dilakukan secara simulasi numerik berbasis *Finite Element Analysis* (FEA) kondisi statik menggunakan *software* SolidWorks Simulation, tanpa melalui pengujian eksperimental.
3. Material *boom* yang dimodelkan adalah baja ASTM A36 dengan skenario pembebanan statis sesuai kondisi pembebanan maksimum.
4. Parameter yang dievaluasi terbatas pada *Von Mises Stress*, *displacement* (deformasi), dan *Factor of Safety* (FoS), serta tidak membahas analisis kelelahan (*fatigue*), dinamis, modal, termal, *buckling*, maupun optimasi struktur.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1.6.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi keilmuan dalam bidang analisis kekuatan struktur menggunakan metode elemen hingga (FEA), khususnya pada aplikasi komponen alat berat.

1.6.2 Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi dan acuan optimasi desain boom pada boom alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator sebelum memasuki tahap fabrikasi dan pengujian lapangan, sehingga dapat mengurangi risiko kegagalan struktural.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini sebagai berikut:

Bagian Awal

Bagian awal skripsi ini terdiri atas halaman sampul, halaman judul, lembar bagian pengesahan, pernyataan orisinalitas, abstrak, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran. Bagian ini berfungsi sebagai pengantar dan memberikan informasi penting tentang skripsi kepada pembaca.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Bagian Utama

Bagian utama ini mencakup inti dari skripsi:

Bab 1 Pendahuluan

Latar belakang penelitian ini membahas alasan pemilihan topik dan relevansinya dalam konteks studi. Bagian ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai situasi atau masalah yang menjadi dasar penelitian, serta mengapa topik ini penting untuk diteliti. Relevansi topik dengan konteks penelitian dijelaskan dengan mengaitkannya pada kondisi saat ini atau masalah yang terjadi di lapangan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Menyajikan teori-teori yang mendasari penelitian, mengulas penelitian sebelumnya yang relevan serta merumuskan konsep utama yang memandu penelitian.

Bab 3 Metode Penelitian

Membahas pendekatan dan desain yang ada dalam penelitian, termasuk jenis penelitian yang dipilih, alat serta teknik untuk mengumpulkan data, dan metode analisis yang diterapkan untuk mengolah data tersebut.

Bab 4 Hasil dan Pembahasan

- Hasil Penelitian: Menyajikan temuan penelitian secara objektif tanpa interpretasi.
- Pembahasan: Menginterpretasikan hasil penelitian, mengaitkannya dengan pertanyaan penelitian, serta menghubungkannya dengan teori yang ada dan temuan penelitian sebelumnya.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran

- Kesimpulan: Merangkum temuan-temuan utama dari hasil dan pembahasan, serta menyajikan kesimpulan yang diambil berdasarkan data yang diperoleh.
- Saran: Menyampaikan rekomendasi untuk penelitian di masa mendatang atau implikasi praktis yang dapat diterapkan berdasarkan hasil penelitian.

Bagian Akhir

- Daftar Pustaka: Memuat semua referensi yang dikutip dalam skripsi ini, disusun secara sistematis dan sesuai dengan format penulisan ilmiah yang berlaku.
- Lampiran: Berisi tambahan informasi seperti data mentah, tabel, gambar, atau dokumen lain yang mendukung penelitian.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kekuatan struktur boom pada alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator menggunakan metode Finite Element Analysis (FEA) berbasis SolidWorks Simulation yang telah diuraikan pada Bab IV, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1) Distribusi tegangan von Mises pada boom alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator menunjukkan nilai tegangan minimum sebesar 0,003 MPa dan tegangan maksimum sebesar 108,916 MPa. Tegangan maksimum terkonsentrasi pada area pangkal boom di sekitar lubang bearing, yaitu pada zona transisi geometri antara silinder pangkal dan badan boom. Temuan ini konsisten dengan pola konsentrasi tegangan pada studi boom excavator terdahulu yang menunjukkan bahwa tegangan maksimum umumnya terjadi pada area hinge (engsel) dan dudukan silinder hidraulik, yang merupakan titik terlemah struktur akibat perubahan penampang yang mendadak. Nilai tersebut setara dengan ±43,6% dari yield strength material ASTM A36 (250 MPa), sehingga struktur masih berada pada rentang deformasi elastis dan belum mendekati kondisi luluh (yielding).
2) Deformasi (displacement) maksimum yang terjadi pada boom tercatat sebesar 0,434 mm, yang muncul di sepanjang lengan bawah boom hingga area pin arm, sedangkan displacement minimum sebesar 0,000 mm terjadi pada area pangkal boom yang tertumpu bearing. Pola deformasi tersebut merupakan perilaku khas elemen kantilever yang menerima beban lentur dari ujung bebasnya. Nilai displacement maksimum ini tergolong sangat kecil dibandingkan panjang keseluruhan boom (1.700 mm), sehingga tidak berpotensi mengganggu fungsi kinematik maupun kelurusan (alignment) boom terhadap arm dan bucket.
3) Tingkat keamanan struktur boom yang dievaluasi melalui parameter Factor of Safety (FoS) menunjukkan nilai minimum sebesar 2,295 pada titik dengan tegangan von Mises tertinggi. Nilai tersebut berada di atas batas aman minimum

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

yang disyaratkan pada studi FEA (FoS ≥ 1) dan juga memenuhi rentang faktor keamanan yang direkomendasikan untuk komponen struktural alat berat dengan beban dinamis dan berulang, yaitu 1,5 hingga 3 (Veeraprasad et al., 2023). Dengan demikian, desain boom pada alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator dengan material ASTM A36 dinyatakan aman terhadap kombinasi beban dorong hidraulik dan beban angkat maksimum yang disimulasikan, tanpa berisiko mengalami kegagalan luluh.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menjawab seluruh pertanyaan penelitian yang diajukan dan membuktikan bahwa struktur boom alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator hasil rancangan Program Pengembangan Produk Berbasis Laboratorium (PPBL) 2026 memiliki kekuatan struktural yang memadai untuk menahan beban kerja yang direncanakan, dengan tetap memperhatikan area kritis di sekitar pangkal boom sebagai titik yang perlu diawasi selama operasional.

5.2 Saran

1) Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya analisis kekuatan struktur boom dilakukan menggunakan software khusus FEA (dedicated FEA software) seperti ANSYS, Abaqus, atau MSC/Nastran, bukan modul simulasi bawaan CAD seperti SolidWorks Simulation. Modul simulasi terintegrasi CAD memang memudahkan validasi cepat pada tahap awal desain, tetapi umumnya memiliki keterbatasan pada kontrol mesh, kemampuan analisis nonlinier, serta akurasi untuk kasus yang lebih kompleks dibandingkan software FEA khusus. Penggunaan software FEA khusus juga memungkinkan verifikasi silang (cross-validation) terhadap hasil SolidWorks Simulation sehingga tingkat kepercayaan terhadap hasil simulasi dapat semakin ditingkatkan.
2) Penelitian selanjutnya juga disarankan untuk memperluas cakupan analisis pada aspek yang belum dibahas pada penelitian ini, seperti analisis kelelahan (fatigue analysis) akibat beban siklik, analisis dinamis dan modal, analisis buckling, serta optimasi topologi struktur boom untuk memperoleh desain yang lebih ringan tanpa mengurangi tingkat keamanan.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3) Disarankan pula dilakukan validasi eksperimental melalui pengujian fisik (strain gauge testing atau static load testing) terhadap prototipe boom yang telah difabrikasi, untuk membandingkan hasil simulasi numerik dengan kondisi pembebanan riil di lapangan.

5.3 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki keterbatasan data spesifikasi teknis alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator. Data spesifikasi alat seperti kapasitas motor penggerak, kapasitas baterai, kapasitas bucket, kelas alat, dan kapasitas hidraulik pada penelitian ini diperoleh melalui wawancara dengan tim Zero Voltage selaku author atau perancang alat peraga EV (Electric Vehicle) Mini Excavator, bukan dari pengukuran instrumentasi langsung atau datasheet resmi pabrikan komponen. Metode pengumpulan data sekunder berbasis wawancara ini berpotensi mengandung unsur subjektivitas maupun ketidakpastian nilai, sehingga akurasi beban kerja yang digunakan sebagai input simulasi turut bergantung pada keakuratan informasi yang disampaikan oleh narasumber.

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Daftar Pustaka

Afolabi, S. O., Oladapo, B. I., Ijagbemi, C. O., Adeoye, A. O. M., & Kayode, J. F. (2019). Design and finite element analysis of a fatigue life prediction for safe and economical machine shaft. *Journal of Materials Research and Technology*, *8*(1), 105–111. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2017.10.007

Analisis Pengaruh Variasi Temperatur Proses Pack Carburizing Terhadap Laju Korosi Material Baja Karbon ASTM A36. (n.d.).

Andraș, A., Radu, S. M., Brînaș, I., Popescu, F. D., Budilică, D. I., & Korozsi, E. B. (2021). Prediction of Material Failure Time for a Bucket Wheel Excavator Boom Using Computer Simulation. *Materials*, *14*(24), 7897. https://doi.org/10.3390/ma14247897

Awwaluddin, M. (2019). Analisa Kekuatan Rangka Sepeda Listrik Menggunakan Software SolidWorks. *Piston: Journal of Technical Engineering*, *3*(1), 5–16. https://doi.org/10.32493/pjte.v3i1.7486

Budynas, R. G., Nisbett, K. J., Nisbett, J. K., & Shigley, J. E. (2015). *Shigley's mechanical engineering design* (10. ed. in SI units). McGraw-Hill Education.

Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (n.d.). *Materials Science and Engineering*.

Cheng, M., He, J., Mu, H., Yan, X., Yang, J., Ou, J., Ding, R., Zhang, J., Xu, B., a State Key Laboratory of Mechanical Transmission for Advanced Equipment, Chongqing University, Chongqing 400044, China, b Key Laboratory of Conveyance and Equipment, Ministry of Education, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China, c State Key Laboratory of Fluid Power and Mechatronic Systems, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China, a State Key Laboratory of Mechanical Transmission for Advanced Equipment, Chongqing University, Chongqing 400044, China, b Key Laboratory of Conveyance and Equipment, Ministry of Education, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China, & c State Key Laboratory of Fluid Power and Mechatronic Systems, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China. (2024). Opportunities and challenges of electrohydraulic control systems in the electrification era of non-road mobile machinery. *Journal of Advanced Manufacturing Science and Technology*, *4*(2), 2024001–2024001. https://doi.org/10.51393/j.jamst.2024001

Islam, S., & Perves, R. (n.d.). *Influence of Element Types and Mesh Sizes on the Precision of Deflection Analysis in Finite Element Method for Civil Infrastructure Applications*. *12*(2).

Mechanics of Materials (10th Edition)—Hibbeler (1)_compressed-compressed. (n.d.).

Meng, C., Fan, S., & Han, L. (2019). The Finite Element Analysis of the Boom of 20-ton Backhoe Hydraulic Excavator Based on ANSYS. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *538*(1), 012037. https://doi.org/10.1088/1757-899X/538/1/012037

Prihadianto, B. D., Darmo, S., Hasan, D. A., & Esa, S. N. (2024). Analisis Desain Boom, Arm, dan Bucket Alat Peraga Mini Excavator Zhugimada dengan Metode Elemen Hingga. *Infotekmesin*, *15*(1), 165–170. https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v15i1.2124

Sajid, H. U., & Kiran, R. (2018). Influence of high stress triaxiality on mechanical strength of ASTM A36, ASTM A572 and ASTM A992 steels. *Construction and Building Materials*, *176*, 129–134. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.018

Sorgente, T., Biasotti, S., Manzini, G., & Spagnuolo, M. (2023). A Survey of Indicators for Mesh Quality Assessment. *Computer Graphics Forum*, *42*(2), 461–483. https://doi.org/10.1111/cgf.14779

Ulfah, N., Adicita, Y., Ariyanto, N. P., Puspita, R., Arifin, N. L., Wibowo, A., & Putra, R. D. E. (2025). Static Stress Simulation Analysis of Skid Frame of Portable Open Waste Container Using FEA Method on SolidWorks. *Journal of Engineering Science and Technology Management (JES-TM)*, *5*(2), 350–358. https://doi.org/10.31004/jestm.v5i2.315

Veeraprasad G., Srininvas I., Ramireddy K. V. S., Hemakumar H. V., & Srinivasa Rao V. (2023). Structural Analysis of the Differential Chassis for Development of Paddy Weeder Using Finite Element Analysis. *International Journal of Plant & Soil Science*, *35*(22), 549–555. https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i224164

Wu, H., Ding, X., Liu, G., Zhu, X., & Wang, H. (2025). Structural optimization of the excavator boom under extreme working conditions using EDEM–ADAMS coupled simulation. *PLOS One*, *20*(11), e0337421. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0337421

Zhang, H., Ge, X., Li, Y., Shao, X., & Jia, M. (2024). Lightweight design of excavator working device based on automatically generated surrogate model. *Scientific Reports*, *14*(1), 29756. https://doi.org/10.1038/s41598-024-80882-5

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran

Lampiran 1





