ISSN **2747-1497**, ***Vol. 6, No. 1, hal. 10-15, Desember 2025***

JURNAL TEKNIK MESIN
MISTEK
MESIN INOVASI DAN TEKNOLOGI

PERANCANGAN BRACKET SISTEM RODA TROLI PADA SINGLE-CYLINDER ENGINE TEST BENCH

Anang Maupe[1], Muhammad Isro Diyanto[2]

[1,2]*Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia*

E-mail: anangmaupe@gmail.com[1] , dosen01293@unpam.ac.id[2]

Masuk : 01 September 2025 *Direvisi : 06 Oktober 2025* *Disetujui : 27 Oktober 2025*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis bracket sistem roda troli pada single-cylinder engine test bench. Analisis yang dilakukan meliputi pembebanan statis, tegangan, serta simulasi kekuatan material menggunakan perangkat lunak SolidWorks dan perhitungan manual. Sistem roda troli dirancang menggunakan material polyurethane pada bagian roda dan baja paduan pada bracket penopang. Beban total mesin sebesar 784 N didistribusikan ke empat roda troli sehingga setiap roda menopang beban sebesar 196 N. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan von Mises maksimum sebesar 1,225 MPa, displacement maksimum sebesar 0,004308 mm, dan faktor keamanan sebesar 50,63. Sementara itu, hasil perhitungan manual menunjukkan tegangan statis sebesar 98,1 MPa. Berdasarkan hasil analisis, struktur roda troli dinilai aman dan layak digunakan. Selain itu, analisis keausan dan estimasi usia pakai roda menunjukkan ketahanan yang baik untuk penggunaan jangka panjang. Desain ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem roda troli untuk aplikasi industri.

Kata Kunci: roda troli, engine test bench, beban statis, SolidWorks, von Mises, faktor keamanan.

Abstract: *This study aims to design and analyze the bracket of a trolley wheel system for a single-cylinder engine test bench. The analysis included static loading, stress evaluation, and material strength simulation using SolidWorks software and manual calculations. The trolley wheel system was designed using polyurethane for the wheel material and alloy steel for the supporting bracket. The total engine load of 784 N was distributed across four trolley wheels, so that each wheel supported a load of 196 N. The simulation results showed a maximum von Mises stress of 1.225 MPa, a maximum displacement of 0.004308 mm, and a safety factor of 50.63. Meanwhile, the manual calculation yielded a static stress of 98.1 MPa. Based on these results, the trolley wheel structure was considered safe and feasible for use. In addition, the wear analysis and estimated service life indicated good durability for long-term operation. This design is expected to serve as a reference for the development of trolley wheel systems for industrial applications.*

Keywords: trolley wheel, engine test bench, static load, SolidWorks, von Mises, safety factor.

PENDAHULUAN

Pemindahan material merupakan salah satu aktivitas penting dalam berbagai kegiatan industri. Dalam praktiknya, manusia masih banyak digunakan sebagai sumber tenaga kerja manual karena penanganan material secara manual memiliki keunggulan berupa fleksibilitas gerak yang memudahkan proses pemindahan pada berbagai kondisi kerja [1].

Meskipun perkembangan teknologi terus meningkat, banyak peralatan industri tetap memerlukan sistem penunjang mobilitas, salah satunya roda. Pada *single-cylinder engine test bench*, roda berfungsi sebagai komponen pendukung yang memudahkan proses pemindahan atau relokasi alat. *Engine test bench* merupakan fasilitas khusus yang digunakan untuk menguji dan mengukur kinerja mesin dengan bantuan sensor untuk memantau parameter seperti torsi, daya, putaran mesin (*RPM*), dan konsumsi bahan bakar. Selain aspek pengukuran kinerja, mobilitas dan stabilitas *engine test bench* juga menjadi faktor penting dalam mendukung efektivitas penggunaannya.

Single-cylinder engine test bench memiliki beban total yang cukup besar karena terdiri atas berbagai komponen, seperti mesin, tangki bahan bakar, sistem kopling, rangka, poros, dan komponen pendukung lainnya. Beban tersebut menyebabkan alat memiliki mobilitas yang terbatas, sehingga proses pemindahan dari satu lokasi ke lokasi lain menjadi sulit dan kurang efisien. Oleh karena itu, diperlukan sistem roda troli yang mampu mendukung beban alat sekaligus menjaga stabilitas saat alat dioperasikan.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemilihan desain dan material roda berpengaruh terhadap kinerja troli pada aplikasi industri. Masepogu dkk. melaporkan bahwa pada troli industri, penggunaan roda kastor berbahan *polyurethane* dengan diameter yang lebih besar dapat menurunkan gaya dorong awal dan meningkatkan kenyamanan operator, sehingga parameter roda menjadi aspek penting dalam perancangan sistem mobilitas troli [2]. Selain itu, Mycharoka (2019) menunjukkan bahwa roda berbahan dasar *polyurethane* telah banyak digunakan pada aplikasi forklift dan troli industri, sehingga material ini relevan dipertimbangkan karena karakteristiknya sesuai untuk kebutuhan beban dan penggunaan berulang [3]. Berdasarkan temuan tersebut, perancangan sistem roda troli pada *single-cylinder engine test bench* perlu mempertimbangkan pemilihan material dan konfigurasi roda secara tepat agar mobilitas alat meningkat tanpa mengurangi kestabilannya.

Dalam pengembangan sistem roda troli, diperlukan pendekatan perancangan yang presisi untuk memastikan kinerja yang optimal. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah *Computer-Aided Design* (CAD). Teknologi CAD memungkinkan pembuatan model tiga dimensi (3D) dengan tingkat akurasi yang tinggi serta mendukung simulasi terhadap kondisi operasional. Dengan metode ini, sistem roda troli dapat dirancang dan dianalisis secara lebih rinci untuk mengevaluasi kekuatannya terhadap beban, gaya gesek, dan faktor lain yang memengaruhi kinerja *single-cylinder engine test bench* [4], [5]. Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan perancangan *bracket* sistem roda troli yang tidak hanya mampu menunjang mobilitas alat, tetapi juga dilengkapi mekanisme pengunci untuk menjaga stabilitas saat mesin beroperasi.

METODOLOGI

Metodologi penelitian merupakan cara sistematis yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan penelitian. Metodologi dalam penelitian ini diawali dengan studi literatur mengenai desain sistem penunjang mobilitas serta standar keselamatan pada *single-cylinder engine test bench*. Metode penelitian yang digunakan adalah metode perancangan (*design method*), yaitu merancang roda troli pada *single-cylinder engine test bench* berdasarkan analisis kebutuhan, perhitungan kekuatan, dan pembuatan gambar desain menggunakan perangkat lunak *Computer-Aided Design* (CAD). Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif karena melibatkan perhitungan beban dan simulasi kekuatan. Metode ini dipilih karena perancangan roda troli memerlukan analisis matematis, pemilihan material, serta validasi desain melalui pemodelan tiga dimensi (3D) dan simulasi komputer, sehingga dapat menghasilkan rancangan yang presisi dan andal.

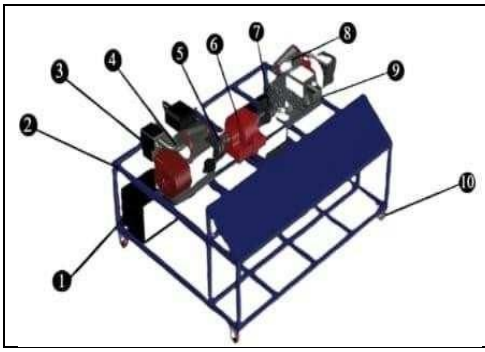
Diagram Alir Penelitian

Proses penelitian dalam perancangan roda troli pada *single-cylinder engine test bench* dengan analisis struktural menggunakan SolidWorks adalah sebagai berikut.

1. Studi literatur terkait *single-cylinder engine test bench*, roda troli, dan material yang sesuai.
2. Identifikasi kebutuhan roda troli berdasarkan spesifikasi *single-cylinder engine test bench*, meliputi berat total, dimensi mesin, dan kondisi lingkungan kerja.
3. Menentukan spesifikasi roda troli, seperti diameter roda, kapasitas beban per roda, material roda, dan jenis roda.
4. Melakukan perhitungan beban statis dan menentukan faktor keamanan.
5. Mendesain roda troli menggunakan perangkat lunak CAD, yaitu SolidWorks.
6. Melakukan simulasi statis untuk mengetahui tegangan maksimum, perpindahan (*displacement*), dan faktor keamanan pada roda troli.
7. Menganalisis hasil simulasi sebagai dasar penilaian kelayakan desain roda troli.

Desain Gambar Konsep *Engine Test Bench*

Desain gambar konsep *engine test bench* digunakan sebagai dasar dalam menentukan posisi komponen, distribusi beban, dan penempatan roda troli. Gambar konsep ini juga berfungsi untuk mempermudah proses identifikasi komponen utama yang memengaruhi beban total sistem.



Keterangan:

1. Tangki bahan bakar
2. Rangka/chassis
3. Mesin bensin
4. Stainless filter
5. Kopling
6. Dinamometer
7. Kopling
8. Filter udara
9. Mesin diesel
10. Roda

Gambar 1. Desain Gambar Konsep *Engine Test Bench*

Pemilihan Material

Pemilihan material roda troli dilakukan secara cermat dengan mempertimbangkan beberapa faktor, seperti kekuatan mekanik, ketahanan aus, ketahanan terhadap bahan kimia, serta elastisitas untuk meredam getaran. Alloy steel dipilih sebagai material bracket karena memiliki tegangan luluh yang cukup tinggi. Berdasarkan data material pada SolidWorks, tegangan luluh material ini mencapai 620 MPa, sehingga sesuai digunakan pada komponen yang bekerja di bawah beban tinggi, seperti rangka mesin berat, poros, roda gigi, atau bracket penopang yang menerima gaya besar. Sedangkan Polyurethane dipilih sebagai material roda karena memiliki ketahanan aus yang tinggi, tahan terhadap oli dan bahan kimia tertentu, serta tidak meninggalkan bekas pada permukaan lantai. Pemilihan kedua material tersebut juga mempertimbangkan standar penggunaan roda troli industri, sehingga desain yang dihasilkan lebih praktis dan aplikatif.

Visualisasi Desain Roda Troli

Pembuatan desain roda troli dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SolidWorks untuk menghasilkan model tiga dimensi (3D) yang akurat. Desain ini mencakup komponen utama roda troli, seperti roda, bracket, dudukan roda, dan elemen pendukung lainnya. Melalui visualisasi desain 3D, bentuk dan dimensi komponen dapat dianalisis secara lebih rinci sebelum dilakukan simulasi kekuatan.

Perangkat dan Data Pendukung

Dalam proses perancangan roda troli pada *single-cylinder engine test bench*, digunakan beberapa perangkat lunak dan data teknis sebagai pendukung utama untuk menunjang akurasi, efisiensi, serta validasi desain. Perangkat lunak utama yang digunakan adalah SolidWorks untuk pemodelan 3D dan simulasi struktural. Adapun data pendukung yang digunakan meliputi beban total mesin, dimensi komponen, sifat mekanik material, serta spesifikasi roda troli yang direncanakan.

Prosedur Pengujian

Perancangan roda troli pada *single-cylinder engine test bench* dilakukan melalui beberapa tahapan. Proses awal dimulai dengan pembuatan desain 3D menggunakan perangkat lunak CAD. Selanjutnya, dilakukan analisis struktural melalui simulasi statis untuk memastikan kekuatan bracket dan roda troli terhadap beban kerja yang diberikan. Hasil simulasi kemudian dianalisis berdasarkan nilai tegangan, perpindahan (*displacement*), dan faktor keamanan untuk menentukan kelayakan desain.

Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di rumah peneliti yang beralamat di Jalan Witana Harja, Bengkel Rama Teknik, Kecamatan Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan data yang digunakan sebagai parameter dalam perhitungan tegangan, faktor keamanan, dan tegangan von Mises.

Tabel 1. Data Hasil Pengamatan

Parameter	Nilai	Keterangan
Gaya (F)	196 N	Beban statis yang bekerja pada satu roda
Panjang plat	108 mm	Dimensi arah momen
Lebar plat	80 mm	Dimensi arah tinggi plat
Tebal plat	5 mm	Digunakan dalam perhitungan inersia dan tegangan
Diameter lubang	10,5 mm	Mengurangi luas penampang efektif
Yield strength alloy steel	620,4 MPa	Tegangan luluh material

Berdasarkan total massa sistem sebesar 80 kg dan penggunaan empat roda troli, maka beban total yang bekerja dapat dihitung sebagai berikut.

$$F = m \times g$$

dengan:
$m = 80$ kg
$g = 9{,}8$ m/s^2
sehingga:

$$F = 80 \times 9{,}8 = 784\ N$$

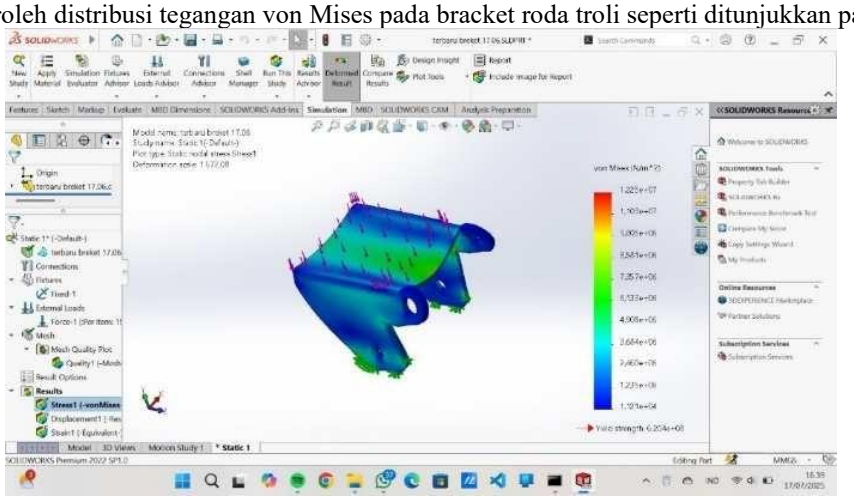
Karena beban didistribusikan ke empat roda troli, maka beban yang ditanggung oleh setiap roda adalah:

$$F_{roda} = \frac{784}{4} = 196\ N$$

Dengan demikian, beban statis yang digunakan dalam analisis untuk setiap roda adalah 196 N.

Hasil Tegangan von Mises

Tegangan von Mises merupakan parameter yang digunakan untuk mengevaluasi kemungkinan terjadinya kegagalan material berdasarkan teori energi distorsi. Apabila nilai tegangan von Mises melampaui tegangan luluh material, maka struktur berpotensi mengalami deformasi plastis atau kegagalan. Berdasarkan hasil simulasi statis pada beban 196 N, diperoleh distribusi tegangan von Mises pada bracket roda troli seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

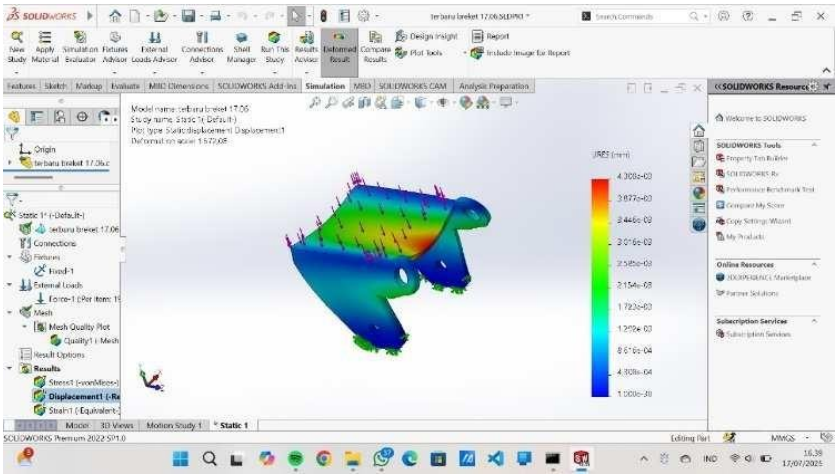


Gambar 2. Tegangan von Mises pada bracket roda troli

Dari hasil simulasi pada Gambar 2, nilai tegangan von Mises maksimum yang terjadi sebesar 12,25 MPa. Distribusi tegangan ditunjukkan melalui gradasi warna, di mana warna biru menunjukkan daerah dengan tegangan rendah, sedangkan warna merah menunjukkan daerah dengan konsentrasi tegangan tertinggi. Nilai tegangan maksimum tersebut masih jauh di bawah tegangan luluh material *alloy steel* sebesar 620,4 MPa, sehingga bracket roda troli dinilai aman terhadap pembebanan statis yang diberikan.

Displacement

Displacement merupakan perpindahan atau deformasi yang terjadi pada struktur akibat pembebanan. Dalam simulasi statis, nilai *displacement* menunjukkan besarnya perubahan posisi titik-titik pada struktur dari kondisi awal setelah diberikan gaya. Berdasarkan hasil simulasi pada beban 196 N, distribusi *displacement* pada bracket roda troli ditunjukkan pada Gambar 3.

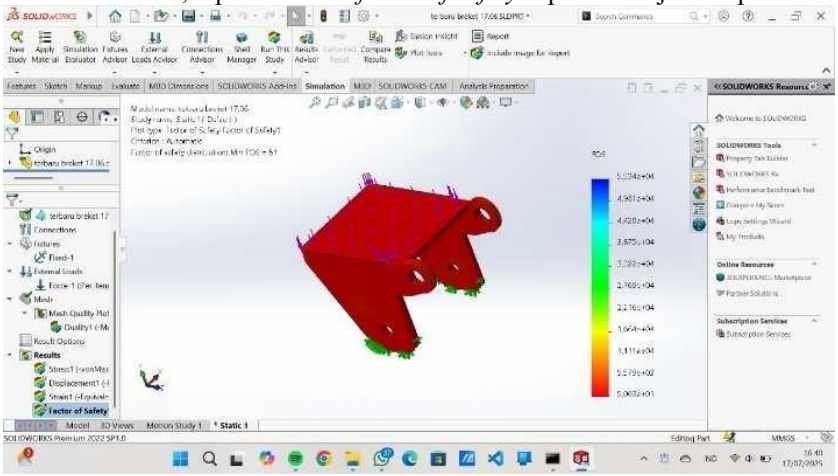


Gambar 3. Displacement pada bracket roda troli

Pada Gambar 3, hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai *displacement* maksimum sebesar 4,308 mm, sedangkan nilai minimum sebesar 0,00 mm. Nilai perpindahan maksimum ini menunjukkan bahwa struktur masih mampu menahan beban yang diberikan. Namun demikian, besar kecilnya *displacement* tetap perlu dievaluasi terhadap kebutuhan kekakuan struktur agar tidak memengaruhi stabilitas *single-cylinder engine test bench* saat digunakan.

Factor of Safety

Factor of safety merupakan parameter yang digunakan untuk menunjukkan tingkat keamanan struktur, yaitu dengan membandingkan kekuatan material terhadap tegangan kerja yang terjadi pada struktur. Berdasarkan hasil simulasi dengan pembebanan 196 N, diperoleh hasil *factor of safety* seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Factor of safety pada bracket roda troli

Pada Gambar 4, hasil simulasi menunjukkan bahwa bracket memiliki tingkat keamanan yang sangat tinggi dengan nilai *factor of safety* sebesar 50,63. Nilai ini menunjukkan bahwa tegangan kerja yang terjadi masih jauh di bawah batas kekuatan material yang digunakan.

Hasil Perhitungan Teoritis dan Hasil Simulasi

Analisis ini mencakup perbandingan antara hasil perhitungan teoritis dan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak SolidWorks. Perbandingan tersebut disajikan pada Tabel 2.

Parameter	Teoritis	Simulasi SolidWorks
Tegangan von Mises	0,8502 MPa	12,25 MPa
Displacement	–	4,308 mm
Factor of safety	729,5	50,63

Berdasarkan Tabel 2, terdapat perbedaan yang cukup besar antara hasil perhitungan teoritis dan hasil simulasi, terutama pada nilai tegangan von Mises dan *factor of safety*. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh perbedaan asumsi pada perhitungan teoritis dan simulasi. Perhitungan teoritis umumnya menggunakan penyederhanaan geometri dan pembebanan, sedangkan simulasi SolidWorks mempertimbangkan bentuk geometri aktual, distribusi tegangan, dan kondisi batas yang lebih rinci. Oleh karena itu, hasil simulasi memberikan gambaran yang lebih mendekati kondisi struktur sebenarnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan pada perancangan bracket sistem roda troli pada *single-cylinder engine test bench*, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Desain sistem roda troli yang dibuat menggunakan SolidWorks berhasil menghasilkan model tiga dimensi (3D) yang sesuai dengan kebutuhan operasional *single-cylinder engine test bench*. Desain yang dihasilkan memiliki dimensi dan geometri yang mampu menunjang beban kerja sistem secara memadai.
2. Hasil simulasi SolidWorks menunjukkan bahwa tegangan von Mises maksimum sebesar 12,25 MPa, sedangkan hasil perhitungan manual sebesar 0,8502 MPa. Meskipun terdapat perbedaan nilai antara hasil teoritis dan simulasi, kedua hasil tersebut masih berada jauh di bawah tegangan luluh material *alloy steel* sebesar 620,4 MPa. Dengan demikian, desain bracket sistem roda troli dinyatakan aman terhadap kegagalan material akibat pembebanan statis.
3. Hasil simulasi menunjukkan nilai *displacement* maksimum sebesar 4,308 mm. Nilai ini menunjukkan bahwa struktur masih memiliki kekakuan yang cukup baik dalam menahan beban kerja yang diberikan, sehingga dapat mendukung kestabilan *single-cylinder engine test bench* saat digunakan.

4. Nilai *factor of safety* hasil simulasi sebesar 50,63, sedangkan hasil perhitungan manual sebesar 729,5. Kedua metode tersebut menunjukkan bahwa desain memiliki tingkat keamanan yang tinggi karena nilainya berada di atas batas aman. Namun, hasil simulasi dinilai lebih representatif karena mempertimbangkan geometri model dan distribusi pembebanan yang lebih mendekati kondisi aktual.
5. Meskipun terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara hasil perhitungan teoritis dan simulasi, keduanya menunjukkan bahwa desain roda troli layak dan aman digunakan untuk menopang beban uji sebesar 80 kg pada *single-cylinder engine test bench*.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian langsung pada prototipe guna memvalidasi hasil simulasi. Selain itu, analisis dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan pembebanan dinamis, variasi material, serta optimasi dimensi bracket dan roda agar diperoleh desain yang lebih efektif dan andal.

DAFTAR PUSTAKA

[1] H. Mahmudi, "Analisa Perhitungan Pulley dan V-Belt Pada Sistem Transmisi Mesin Pencacah," *J. Mesin Nusant.*, vol. 4, no. 1, pp. 40–46, 2021, doi: https://doi.org/10.29407/jmn.v4i1.16201.

[2] W. K. Masepogu, M. Sahu, and S. J. Vijay, "Experimental Investigations on the Effect of Wheel Size on an Industrial Trolley," in *Advances in Materials and Manufacturing Engineering*, L. Li, D. K. Pratihar, S. Chakrabarty, and P. C. Mishra, Eds., Singapore: Springer Singapore, 2020, pp. 557–564. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-15-1307-7_63.

[3] M. V. Mycharoka, "Rekomendasi Pembuatan Roda Berbahan Dasar Polyurethane Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW) Studi Kasus Pada CV. Sumber Rejeki Teknik," Universitas Brawijaya, 2019.

[4] M. P. Zwier and W. W. Wits, "Physics in Design: Real-time Numerical Simulation Integrated into the CAD Environment," *Procedia CIRP*, vol. 60, pp. 98–103, 2017, doi: https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.054.

[5] A.-K. Goldbach and C. Lázaro, "CAD-integrated parametric design and analysis of lightweight shell structures," *Structures*, vol. 64, p. 106566, 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.istruc.2024.106566.