

ANALISA FATIGUE LIFE TABUNG GAS 3 KG
AKIBAT BEBAN *IMPECT* DENGAN
METODE ELEMEN HINGGA



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Strata 1 Pada
Program Studi Teknik Mesin**

Oleh :

M. Royhan Noval
2202220034

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI
2026

UNIVERSITAS TRIDINANTI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN



**ANALISIS FATIGUE LIFE TABUNG GAS 3 KG AKIBAT BEBAN IMPACT
DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**

M. Royhan Noval

2202220034

Disetujui Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin-UTP

Herivanto Rusmaryadi, ST., MT

Dosen Pembimbing I

Imam Akbar, ST., MT.

Dosen Pembimbing II

Hj. Rita Maria Veranika, ST., MT.

Disahkan Oleh:

Dekan FT-UTP



Dr. Ani Firda, ST., MT

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M Royhan Noval
NIP : 2202220034
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : MESIN

Dengan ini menyatakan bahwa Artikel dengan judul
**“ANALISIS FATIGUE LIFE TABUNG GAS 3KG AKIBAT BEBAN
IMPECT DENGAN METODE ELEMN HINGGA”**

benar bebas dari plagiat dan publikasi ganda. Bila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi yang berlaku dari pihak prodi dan insitusi Universitas Tridinanti Palembang.

Demikian surat pernyataan ini saya buat penuh keasadaran, dan tanpa paksaan dari pihak mana pun. Sehingga dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.

Palembang, Juli 2025


M Royhan Noval
NIM. 2202220034

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M Royhan Noval

NIP : 2202220034

Fakultas : TEKNIK

Program Studi : MESIN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi berjudul :

**“ANALISIS FATIGUE LIFE TABUNG GAS 3KG AKIBAT BEBAN
IMPECT DENGAN METODE ELEMN HINGGA”**

adalah benar merupakan karya sendiri. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam skripsi tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan ditemukan pelanggaran atas karya skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan skripsi dan gelar yang saya peroleh dari skripsi tersebut.

Palembang, Juli 2025



M Royhan Noval
NIM. 2202220034

SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademika Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M Royhan Noval
NIP : 2202220034
Fakultas : TEKNIK
Program Studi : TEKNIK MESIN
Jenis Karya : TUGAS AKHIR/ SKRIPSI

Demi Pengembangan Ilmu pengetahuan untuk memberikan kepada pihak Universitas Tridinanti Palembang hak bebas Royalti Non eksklusif (*non exclusive royalty free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“ANALISIS FATIGUE LIFE TABUNG GAS 3KG AKIBAT BEBAN
IMPACT DENGAN METODE ELEMEN HINGGA”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan), dengan hak royalti eksklusif ini universitas tridinanti Palembang berhak menyimpan, mengalih media, mengelola dalam bentuk data base dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan pemilik hak cipta. Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya dan tanpa ada tekanan dari pihak mana pun.

Dibuat di Palembang
Tanggal, Juli 2026
Yang menyatakan,



M Royhan Noval



Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: 1 1
Assignment title: Kesmas --- Task #1
Submission title: M. ROYHAN NOVAL 2202220034.docx
File name: M._ROYHAN_NOVAL_2202220034.docx
File size: 731.6K
Page count: 52
Word count: 8,591
Character count: 53,392
Submission date: 29-Jul-2026 12:48AM (UTC+0700)
Submission ID: 3004778635

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bejana wadah penyimpanan gas bertekanan yang digunakan secara luas untuk kebutuhan rumah tangga maupun industri kecil. Di Indonesia, tabung LPG 3 kg merupakan jenis tabung yang paling banyak digunakan oleh masyarakat karena bersubsidi dan memiliki tingkat distribusi yang sangat tinggi (Ginting, 2024).

Dalam proses distribusi, penyimpanan, maupun penggunaan sehari-hari, tabung LPG sering mengalami benturan akibat terjatuh, terbentur benda keras, ataupun perlakuan yang kurang tepat selama proses pengangkutan. Benturan tersebut dapat menyebabkan terjadinya konsentrasi tegangan pada bagian tertentu dari tabung yang berpotensi menimbulkan kerusakan material (Nayem dkk, 2025).

Ketika tabung gas habis biasanya toko toko yang menjual tabung gas ulang akan mengrefile tabung gas merka dan kebiasaan orang ketika akan mengangkut tabung kosong ke dalam truk akan melempar tabung gas kedalam, hal ini mengakibatkan benturan tabung gas terhadap lantai atau sesama tabunggas mengakibatkan kerusakan material yang berpengaruh terhadap umur pemakaian

Untuk mengetahui pengaruh beban impuk terhadap umur kelelahan material tabung LPG 3 kg, diperlukan analisis tegangan dan deformasi menggunakan metode elemen hingga (*Finite Element Method/FEM*). Metode ini banyak digunakan untuk mengevaluasi respons struktur terhadap pembebanan dinamis

1 1

M. ROYHAN NOVAL 2202220034.docx

 Kesmas --- Task #1 Kesmas 2026 - 2 STIKes Cirebon

Document Details

Submission ID**trn:oid::1:3618864837****Submission Date****Jul 29, 2026, 12:47 AM GMT+7****Download Date****Jul 29, 2026, 12:50 AM GMT+7****File Name****M_ROYHAN_NOVAL_2202220034.docx****File Size****731.6 KB****52 Pages****8,591 Words****53,392 Characters**

14% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Top Sources

- 12%  Internet sources
 - 5%  Publications
 - 5%  Submitted works (Student Papers)
-

➤ **MOTTO:**

“Mesin mengajarkan bahwa kekuatan tidak berasal dari satu komponen, melainkan dari kerja sama seluruh sistem. Dalam kehidupan pun demikian, keberhasilan tidak hanya ditentukan oleh kemampuan diri, tetapi juga oleh lingkungan yang tepat, arah yang jelas, dan orang-orang yang saling mendukung”

Kupersembahkan untuk:

- ❖ ***Kedua orang tuaku ibu
Dan bapak yang kucinta***
- ❖ ***Saudaraku yang telah
memberiku semangat***
- ❖ ***Teman – teman
seperjuangan 2026 Teknik
Mesin***
- ❖ ***Dan beberapa orang yang
menginspirasi, beserta***
- ❖ ***Almamaterku***

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan hidayah-NYA, Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Banyak hambatan dan rintangan yang terjadi selama menyusun Tugas Akhir ini. Walaupun demikian semua merupakan tantangan yang harus dihadapi. Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Fatigue Life Tabung Gas 3kg Akibat Beban Impact Dengan Metode Elemn Hingga”** dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar Sarjana Strata Satu di Universitas Tridinanti. Meskipun penyusunan tugas akhir ini telah selesai, tetapti sadari tugas akhir masih jauh dari sempurna, baik dari segi materi, penyajian maupun bahasannya. Oleh karena itu sangat diharapkan adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun guna kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, perkenankanlah untuk menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu didalam penyusunan tugas akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Khususnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Edizal AE., MS. Selaku Rektor Universitas Tridinanti.
2. Ibu Dr. Ani Firda, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
3. Bapak Heriyanto Rusmaryadi, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
4. Bapak Martin Luther King, ST., MT, Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridinanti.
5. Bapak Iman Akbar, ST., MT. selaku pembimbing 1

6. Ibu Hj. Rita Maria Veranika, ST., MT selaku pembimbing 2
7. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik Mesin Universitas Tridinanti.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi mahasiswa. Khususnya Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Tridinanti.

Palembang, Juli
2026 Penulis,

M Royhan Noval

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tabung LPG 3Kg	4
2.2 Material Tabung Gas (Baja SG295)	6
2.2.1 Komposisi Kimia pada baja.	6
2.2.2 Sifat Mekanik Baja.....	7
2.3 Drop Test.....	8
2.3.1 Definisi dan Karakteristik Beban Impak	8
2.3.2 persamaan Impact	8
2.4 Teori Kelelahan (Fatigue).....	9
2.4.1 Definisi Fatigue	10
2.4.2 Beban Siklik (cyclic loading).....	10
2.4.3. Coffin Manson Basquin	11
2.4.4 Von Mises Stress	12
2.4.5 Von Mises Strain.....	13
2.5 Metode Elemen Hingga (Finite Element Method).....	15
2.5.1 Finite Element Method (FEM).....	15
2.5.2 Prinsip Dasar Metode Elemen Hingga	15
2.5.3 Penerapan FEM pada Analisis tabung gas 3kg	16

2.6 Model 3D LPG 3kg.....	17
2.6.1 Tetrahedral 3D Mesh	18
2.6.2 Boudary Condition. (Kondisi Batas).....	19
2.7 Penelitian Terdahulu.....	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Diagram Alir.....	21
3.2 Objek penelitian	22
3.3. Pemodelan Simulasi	22
3.3.1 Pembuatan Model 3D.....	22
3.3.2 Solid Mechanics	25
3.3.3 Material Linear Elastic-Plastic.....	26
3.3.4 Initial Velue	26
3.4. Fatigue Life	27
3.5 Meshing Tetrahedral.....	28
3.6 Boundary Condition.	29
3.7 Proses Simulasi Impact.....	30
3.8. Prosedur Penelitian	31
3.9 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	33
BAB IV HASIL SIMULASI DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Stress Distribution.....	34
4.2 Grafik Von Mise Hasil Drop Test.	35
4.3 Deformasi Total.....	38
4.4 Von Mises	39
4.4.1 Von Mises Stress.....	39
4.4.2 Von Mises Strain.....	40
4.5 Fatigue Live.....	41
4.5 Tabel Hasil.....	43
4.6.1 simulasi drop test	43
4.6.3 Hasil Equivalen Stress.....	44
4.6.4 Hasil Equivalen Strain.....	44
4.6.5 fatig (coffin manson basquen).....	44
4.7 Pembahasan.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan.....	49

5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Internal Preassure Vassel	6
Gambar 2.2 Model 3 D tabung gas 3 Kg	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	21
Gambar 3.2 Hasil Pemodel Tabung Gas 3 kg	25
Gambar 3.3 Proses meshing tabung gas.....	28
Gambar 4.1 Distribusi tegangan pada tabung gas 3Kg	35
Gambar 4.2 Grafik von misses pada baja JIS SG295	35
Gambar 4.3 Hasil simulasi impact	37
Gambar 4.4 Tabung gas ketika memasuki daerah plastis 500 Gpa.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Baja SG295 (JIS G 3116).....	7
Tabel 2.2 Sifat Mekanik Baja SG295.....	7
Tabel 2.3 Data objek tabung gas 3 kg.....	18
Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	20
Tabel 3.1 Kegiatan Pelaksanaan	33

ABSTRAK

Tabung LPG 3 kg merupakan bejana tekan yang rentan mengalami benturan selama proses distribusi, penyimpanan, maupun penggunaan sehingga berpotensi menurunkan umur lelah (*fatigue life*) material. Penelitian ini bertujuan menganalisis distribusi tegangan dan *fatigue life* tabung LPG 3 kg akibat beban *impact* menggunakan metode elemen hingga (*Finite Element Method/FEM*). Material yang digunakan adalah baja karbon rendah JIS G3116 SG295 dengan simulasi *drop test* menggunakan perangkat lunak ANSYS. Analisis dilakukan terhadap distribusi tegangan Von Mises, deformasi total, regangan ekuivalen, dan prediksi umur lelah menggunakan metode Coffin–Manson Basquin. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan Von Mises maksimum mencapai sekitar **500 MPa** dan terkonsentrasi pada bagian bawah tabung sebagai daerah kontak pertama saat benturan. Deformasi total maksimum yang terjadi sebesar **0,06 m**, sedangkan regangan ekuivalen maksimum sebesar **0,014**. Berdasarkan analisis *fatigue*, umur lelah tabung diperkirakan sekitar **193 siklus** pada kondisi pembebanan yang dianalisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban *impact* menghasilkan konsentrasi tegangan yang tinggi sehingga mempercepat penurunan umur lelah material. Penelitian ini diharapkan menjadi referensi dalam evaluasi keamanan dan ketahanan tabung LPG 3 kg terhadap beban benturan.

Kata kunci: Tabung LPG 3 kg, *fatigue life*, *impact*, metode elemen hingga, Von Mises, Coffin–Manson Basquin.

ABSTRACT

*The 3 kg LPG cylinder is a pressure vessel that is susceptible to impact loads during distribution, storage, and use, which may reduce the material's fatigue life. This study aims to analyze the stress distribution and fatigue life of a 3 kg LPG cylinder subjected to impact loading using the Finite Element Method (FEM). The cylinder material used is JIS G3116 SG295 low-carbon steel, and the drop test simulation was performed using ANSYS software. The analysis focused on Von Mises stress distribution, total deformation, equivalent strain, and fatigue life prediction based on the Coffin–Manson–Basquin method. The simulation results showed that the maximum Von Mises stress reached approximately **500 MPa** and was concentrated at the bottom of the cylinder, which was the first area to come into contact during impact. The maximum total deformation was **0.06 m**, while the maximum equivalent strain was **0.014**. Based on the fatigue analysis, the estimated fatigue life of the cylinder was approximately **193 cycles** under the applied loading conditions. The results indicate that impact loading generates high stress concentrations, thereby accelerating the reduction of the material's fatigue life. This study is expected to serve as a reference for evaluating the safety and structural durability of 3 kg LPG cylinders subjected to impact loading.*

Keywords: 3 kg LPG cylinder, fatigue life, impact loading, Finite Element Method, Von Mises stress, Coffin–Manson–Basquin.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bejana wadah penyimpanan gas bertekanan yang digunakan secara luas untuk kebutuhan rumah tangga maupun industri kecil. Di Indonesia, tabung LPG 3 kg merupakan jenis tabung yang paling banyak digunakan oleh masyarakat karena bersubsidi dan memiliki tingkat distribusi yang sangat tinggi (**Gintings, 2024**).

Dalam proses distribusi, penyimpanan, maupun penggunaan sehari-hari, tabung LPG sering mengalami benturan akibat terjatuh, terbentur benda keras, ataupun perlakuan yang kurang tepat selama proses pengangkutan. Benturan tersebut dapat menyebabkan terjadinya konsentrasi tegangan pada bagian tertentu dari tabung yang berpotensi menimbulkan kerusakan material (**Nayeem dkk, 2025**).

Ketika tabung gas habis biasanya toko toko yang menjual tabung gas ulang akan mengrefill tabung gas merka dan kebiasaan orang ketika akan mengangkut tabung kosong ke dalam truk akan melempar tabung gas kedalam, hal ini mengakibatkan benturan tabung gas terhadap lantai atau sesama tabunggas mengakibatkan kerusakan material yang berpengaruh terhadap umur pemakaian

Untuk mengetahui pengaruh beban impak terhadap umur kelelahan material tabung LPG 3 kg, diperlukan analisis tegangan dan deformasi menggunakan metode elemen hingga (*Finite Element Method/FEM*). Metode ini banyak digunakan untuk mengevaluasi respons struktur terhadap pembebanan dinamis

karena mampu memprediksi distribusi tegangan, regangan, dan deformasi yang terjadi akibat benturan pada tabung LPG. Selain itu, hasil analisis FEM dapat digunakan untuk memperkirakan umur kelelahan (*fatigue life*) material berdasarkan karakteristik pembebanan, geometri struktur, dan sifat mekanik material, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai tingkat keamanan dan umur layan tabung selama operasi (Mahraur & Singh, 2019; Nayeem et al., 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti mengangkat judul “**Analisis Fatigue Life Tabung Gas 3kg Akibat Beban Impact Dengan Metode Elemen Hingga**” ini dilakukan bertujuan untuk menganalisis umur lelah dari tabung gas LPG 3 kg akibat beban impact menggunakan metode elemen hingga.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana distribusi tegangan yang terjadi pada tabung LPG 3 kg akibat beban impact?
2. Berapa umur lelah (*fatigue life*) tabung LPG 3 kg akibat pembebanan impact?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis besarnya tegangan yang timbul pada tabung LPG 3 kg akibat beban impact.
2. Menganalisis *fatigue life* tabung LPG 3Kg akibat beban impact.

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian ini lebih terfokus dan tidak meluas, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian adalah tabung LPG 3 kg yang terbuat dari baja karbon rendah JIS G3116 SG295.
2. Analisis dilakukan menggunakan metode elemen hingga (Finite Element Method/FEM).
3. Pembebanan yang ditinjau hanya berupa beban impact (benturan).
4. Simulasi dilakukan pada kondisi material homogen dan isotropik.
5. Pengaruh korosi, cacat manufaktur, dan sambungan las tidak dibahas dalam penelitian.
6. Analisis difokuskan pada tegangan Von Mises, deformasi, dan fatigue life yang terjadi akibat beban impact.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi mengenai ketahanan tabung LPG terhadap benturan.
2. Menjadi referensi dalam analisis fatigue life menggunakan metode elemen hingga.
3. Memberikan masukan terkait aspek keselamatan penggunaan tabung LPG 3 kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Fazzini, P., Santi, O., Belmonte, J., & Otegui, J. L. (2002). Integrity and service life of LPG carafes. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 79(11), 767–775. [https://doi.org/10.1016/S0308-0161\(02\)00010-8](https://doi.org/10.1016/S0308-0161(02)00010-8)
- Geevers, S., Mulder, W.A., & van der Vegt, J.J.W. (2018). Dispersion Properties of Explicit Finite Element Methods for Wave Propagation Modelling on Tetrahedral Meshes. *Journal: Journal of Scientific Computing*, 77, 372–396.
- Gintings, I. P., & Suryanti, N. (2024). Digital Data Collection of 3 kg LPG Purchasers - Transformation of 3 kg LPG Subsidy as Implementation of the Minister of Energy and Mineral Resources Decree No. IX.37.K/KMG.01/MEM.M/2023. *Jurnal Cita Hukum*, 12(3). <https://doi.org/10.15408/jch.v12i3.42158>
- Huang, X., Zhang, Y., & Zhang, Z. (2025). A review on cyclic hardening and softening behavior of alloys. *Journal of Alloys and Metallurgical Systems*, 9, 100153. <https://doi.org/10.1016/j.jalmes.2025.100153>
- Jagota, V., Sethi, A. P. S., & Kumar, K. (2013). Finite Element Method: An Overview. *Walailak Journal of Science and Technology*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/10.2004/wjst.v10i1.499>
- Jones, N. (2011). *Structural Impact* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. Structural Impact 2nd Edition – Cambridge University Press <https://doi.org/10.1017/CBO9780511820625>
- Journal of Constructional Steel Research*, 181, 106624. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2021.106>
- Kedir, Y. A., & Lemu, H. G. (2023). Prediction of fatigue crack initiation under variable amplitude loading: Literature review. *Metals*, 13(3), 487. <https://doi.org/10.3390/met13030487>
- Mahraur, N. K., & Singh, N. K. (2019). Household LPG cylinder: Effects of different heads and impact analysis using ANSYS. *Journal of Physics: Conference Series*, 1240(1), 012063. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1240/1/012063>
- MFEM Team. 2025. Boundary Conditions. Tersedia pada: https://mfem.org/fem_bc/

- Mustafa. (2012). Analisa Pembuatan Tabung Gas LPG 3 Kg. Jurnal Energi dan Manufaktur. Diakses dari ResearchGate.
- Nayeem, A., Sakib, A., Islam, R., Dey, K., & Rahaman, M. S. (2025). A comprehensive investigation of deformation, equivalent stress responses, and fatigue characteristics of diverse materials in LPG cylinders under impact loading through simulation. SciEn Conference Series: Engineering. <https://doi.org/10.38032/scse.2025.3.15>
- Rafli, M. (2023). Stress and fatigue analysis pada transport tank SA-516 Gr.70 menggunakan metode elemen hingga (Skripsi Sarjana, Universitas Sriwijaya). Repository Universitas Sriwijaya. <https://repository.unsri.ac.id/115430/>
- Pitria, M. R. (2023). *Stress and Fatigue Analysis of Transport Tank SA-516 Gr.70 Method Using Finite Elements*. Skripsi, Universitas Sriwijaya
- Prasidya, T. W., Gozali, C. P., & Haris, D. A. (2025). Digitalisasi denah ruang kelas SMA Sinar Dharma dengan Unity 3D. Jurnal Serina Abdimas, 3(3). <https://doi.org/10.24912/jsa.v3i3.36972>
- Tarmizi, & Latifah, S. M. (2012). Analisa Kegagalan Tabung Gas LPG Kapasitas 3 Kg (Failure Analysis LPG Gas Cylinder Capacity 3 Kg). Jurnal Riset Industri, 6(1), 61–74. <https://library.gunadarma.ac.id/journal/analisa-kegagalan-tabung-gas-lpg-kapasitas-3-kg-failure-analysis-lpg-gas-cylinder-capacity-3-kg>
- Xiang, X., Lu, G., Li, Z., & Ruan, D. (2018). Dynamic response of monolithic and sandwich structures subjected to impulsive and impact loadings. Advances in Structural Engineering, 21(8), 1201–1215. <https://doi.org/10.1177/1369433217729517>
- Ziejewski, M., & Goettler, H. J. (1996). Effect of Structural Stiffness and Kinetic Energy on Impact Force. SAE Technical Paper 961852. <https://doi.org/10.4271/961852>
- Zienkiewicz, O. C., Taylor, R. L., & Zhu, J. Z. (2013). The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals (7th ed.). Oxford: Elsevier