

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **V.1. Kesimpulan**

1. Pemodelan *FUPD* dan jenis pengikat berhasil dilakukan menggunakan perangkat lunak *SolidWorks 2022* untuk pemodelan awal dan *Ansys Spaceclaim 2023* untuk memperbaiki definisi geometri, contact, dan simplifikasi desain sebelum dilakukan simulasi. Pemodelan mengacu pada struktur pelindung kolong kendaraan tangki pemadam kebakaran dan ukuran dimensi mengacu pada SKRB Mitsubishi Fighter FN61FS. Dimensi dan pengujian *FUPD* mengikuti standar *UNECE R93*. Model *FUPD* terdiri dari beberapa komponen utama yaitu *circular beam*, *I-section beam*, dan pengikat yang terdiri dari baut-mur, rivet, serta las.
2. Berdasarkan hasil simulasi pengujian jenis pengikatan terhadap kekuatan Front Underride Protection Device (*FUPD*) pada tiga titik uji (P1, P2, dan P3) menggunakan *software ANSYS Workbench* dengan modul *LS-DYNA*, diperoleh bahwa jenis pengikatan memiliki pengaruh signifikan terhadap besar deformasi struktur. Pada titik uji P1, deformasi terkecil terjadi pada pengikat baut-mur sebesar 13,25 mm, sedangkan deformasi terbesar ditunjukkan oleh pengikat las sebesar 100,34 mm. Pada titik uji P2, pengikat baut-mur kembali menunjukkan performa terbaik dengan deformasi sebesar 62,57 mm, sementara pengikat las mengalami deformasi tertinggi sebesar 154,19 mm. Adapun pada titik uji P3, deformasi terkecil kembali dicapai oleh baut-mur sebesar 9,54 mm, dan deformasi terbesar dihasilkan oleh las sebesar 72,8 mm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengikatan dengan baut-mur secara konsisten memberikan deformasi paling kecil pada seluruh titik uji, menandakan tingkat kekakuan dan kekuatan struktural yang lebih tinggi dibandingkan rivet dan las. Sebaliknya, pengikatan dengan las menghasilkan deformasi terbesar pada seluruh titik, sehingga dinilai paling rendah dari segi performa dalam menahan beban tabrak. Dalam pemilihan jenis pengikatan paling ideal berdasarkan hasil analisis Metode *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*, pengikatan menggunakan baut-mur adalah alternatif terbaik

dengan total skor nilai preferensi sebesar 3, sehingga menempati peringkat pertama dan jenis pengikat paling ideal dalam memenuhi standar kekuatan *Front Underride Protection Device (FUPD)* sesuai *UNECE R93*. Alternatif jenis pengikat rivet dan las masing-masing memperoleh total skor 1,33 dan 1,18, serta menempati peringkat kedua dan ketiga secara berurutan. Hasil ini menunjukkan bahwa pengikatan baut-mur memiliki performa paling unggul.

## **V.2. Saran**

1. Penelitian lanjutan disarankan untuk melakukan uji eksperimental terhadap prototipe fisik *FUPD* di laboratorium uji tumbuk, sehingga hasil simulasi dapat divalidasi dan diperkuat dengan data empiris.
2. Melakukan penelitian lanjutan terkait *pretension* yang ditetapkan pada jenis pengikat rivet dan menganalisis pengaruh yang dihasilkan.
3. Mengkaji aspek ekonomis dan efisiensi produksi pengikatan *FUPD*, sehingga hasil penelitian dapat diaplikasikan dalam proses perancangan dan manufaktur secara lebih optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bernardi, R. (2024) "Mobil TvOne Hancur Kecelakaan di Tol Pemalang, Begini Penampakannya," *detik.com*. Tersedia pada: <https://www.detik.com/jateng/berita/d-7615711/mobil-tvone-hancur-kecelakaan-di-tol-pemalang-begini-penampakannya>.
- Castellanos, M., León, N. dan Fedishen, C. (2018) "DETC2010-28004," hal. 1–14.
- Fatchurrohman, N. (2017) "Performance of hybrid nano-micro reinforced mg metal matrix composites brake calliper : simulation approach Performance of hybrid nano-micro reinforced mg metal matrix composites brake calliper : simulation approach." Tersedia pada: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/257/1/012060>.
- Hambali, A. dkk. (2022) "Simulation Study on Structure Bumper Beam using Finite Element Analysis," *International Journal of Nanoelectronics and Materials*, 15(March), hal. 281–298.
- Khawaja, H. dan Moatamedi, M. (2018) "Semi-implicit method for pressure-linked equations (SIMPLE)  $\Downarrow$  solution in MATLAB<sup>®</sup>," *International Journal of Multiphysics*, 12(4), hal. 313–325. Tersedia pada: <https://doi.org/10.21152/1750-9548.12.4.313>.
- KNKT (2023) *Laporan Akhir Investigasi Kecelakaan Tabrak Belakang Truk tangki T-9472-DG di Jalan Tol Cipali di km 79+900B, 28 September 2023, Laporan Investigasi Kecelakaan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta.
- KNKT (2024) *Statistik Kecelakaan Berdasarkan Jenis Peristiwa, Statistik*.
- Ku, W.-C., Huang, C.-Y. dan Lin, C.-S. (2022) "The Effect of Second Phase Particles on the Corrosion Resistance of A286 Alloys," *ECS Meeting Abstracts*, MA2022-01(16), hal. 994. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1149/MA2022-0116994mtgabs>.
- Kurniawan, F. (2017) "Simulasi dan Analisa Tegangan Impak Pada Rim Velg Truk dengan Metode Elemen Hingga." Tersedia pada: <https://core.ac.uk/download/pdf/291463450.pdf>.

Lerspalungsanti, S. dkk. (2022) "Design approach of heavy goods vehicle underrun protection using morphological analysis," *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 236(6), hal. 1213–1232. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1177/09544070211034328>. Logan Darly L. (2012) *A First Course In The Finite Element Analysis, Global*

*Engineering*.

MacDonald, T. dkk. (2014) "Front underride protection device (FUPD) development: Design strategy with simultaneous loading," *International Journal of Crashworthiness*, 19(2), hal. 196–207. Tersedia pada: <https://doi.org/10.1080/13588265.2014.887432>.

Prasetya, W. (2018) *ANALISIS CEDERA KEPALA PENUMPANG BUS PADA TUMBUKAN ARAH DEPAN DENGAN METODE ELEMEN HINGGA*, Skripsi. Institut Teknologi Bandung.

Rane, N.L., Achari, A. dan Choudhary, S.P. (2023) "Multi-Criteria Decision-Making (Mcdm) As a Powerful Tool for Sustainable Development: Effective Applications of Ahp, Fahp, TOPSIS, Electre, and Vikor in Sustainability," *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, (04), hal. 2654–2670. Tersedia pada: <https://doi.org/10.56726/irjmets36215>.

Rao, T.R. (2013) "Design and Optimization of Front Underrun Protection Device," *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 8(2), hal. 19–25. Tersedia pada: <https://doi.org/10.9790/1684-0821925>.

Reddy, J.N. (1993) "Reddy J.N. - An Introduction to the Finite Element Method- McGraw-Hill Medical Publishing."

Rohman, M.A.H. (2023) *BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1.*

Rozi, S. (2021) "Sanksi Terhadap Pelanggaran Transportasi Darat Odol (Overdimension Overloading) Ditinjau dari Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Angkutan Jalan," *Glosains: Jurnal Sains Global Indonesia*, 2(1), hal. 13–21. Tersedia pada:

<https://doi.org/10.59784/glosains.v2i1.11>.

Sinaga, J.H. (2019) "Pembuatan Desain Core dan Cavity Mangkuk Plastik Menggunakan Software Solidworks," *Skripsi*, hal. 1–50.

Slewa, M. (2020) "Crystalline Phase Change due to High Speed Impact on A36 Steel." Tersedia pada: <https://doi.org/10.1115/IMECE2020-24394>.

Sukoco, L.P., Tohom, F. dan Pranoto, E. (2025) "OPTIMALISASI MATERIAL DAN PROFILE REINFORCEMENT BEAM GUNA MENINGKATKAN ENERGI SERAP BENTURAN," 16(1), hal. 327–340. Tersedia pada: <https://doi.org/10.21776/jrm.v16i1.2106>.

Wijaya, I. *dkk.* (2024) "Analysis the Effect of Different Surface Preparation Methods on Corrosion Resistance and Adhesion Strength of ASTM A36 Steel Substrate with Surface Tolerant Epoxy Paint as Coating Material," *Journal of Engineering and Scientific Research*, 6(1), hal. 52–58. Tersedia pada: <https://doi.org/10.23960/jesr.v6i1.152>