

PEMBUATAN ALAT PERAGA SIMULASI SISTEM STARTING ALAT BERAT

Asnawir^{1,*}, Peri Pitriadi²

^{1,2}.Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

This study aims to develop a simulator for a heavy equipment starting system to enhance the effectiveness of practical learning in the Heavy Equipment Electrical Systems course. The research methods employed include literature study, field observation, circuit design, component procurement, assembly, and functional testing. The simulator was designed using a 12V starting motor with a no-load rotation capability of 1000 RPM. The key achievement of this research is the successful creation of a fully functional 12 Volt starting system simulator. The test results indicate that the simulator was successfully assembled and tested with performance meeting the specifications, and it is capable of realistically simulating the starting process. The research outputs consist of a physical simulator, a draft of a national journal article, a practical guide jobsheet, and copyright. This simulator is expected to improve students' understanding of the maintenance and repair of heavy equipment starting systems, while also supporting the implementation of the Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) policy through project-based learning.

Keywords: *simulator, starting system, simulation, practical training.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan alat peraga simulasi sistem starting alat berat untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran praktikum pada matakuliah Sistem Kelistrikan Alat Berat. Metode penelitian yang digunakan meliputi studi literatur, observasi lapangan, perancangan rangkaian, pengadaan komponen, perakitan, dan pengujian fungsional. Alat peraga dirancang menggunakan motor starting 12V dengan kemampuan berputar tanpa beban pada 1000 RPM. Hasil capaian penelitian berupa telah dihasilkan alat peraga sistem starting 12 Volt yang berfungsi dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat peraga berhasil dirakit dan diuji dengan performa sesuai spesifikasi, serta mampu mensimulasikan proses starting secara realistis. Luaran penelitian terdiri dari alat peraga fisik, draf jurnal nasional, jobsheet panduan praktikum, dan hak cipta. Alat peraga ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa dalam perawatan dan perbaikan sistem starting alat berat, sekaligus mendukung implementasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) melalui pembelajaran berbasis proyek.

Kata Kunci: alat peraga, sistem starting, simulasi, praktikum.

1. PENDAHULUAN

Industri alat berat memegang peran krusial dalam mendukung sektor-sektor strategis seperti pertambangan, kehutanan, perkebunan, pertanian, dan pembangunan infrastruktur. Pesatnya perkembangan infrastruktur dan eksplorasi sumber daya alam berbanding lurus dengan meningkatnya produktivitas dan inovasi teknologi pada industri alat berat [1]. Namun, di balik kemajuan tersebut, tantangan dalam hal pemahaman teknis, khususnya terkait sistem kelistrikan dan mekanisme starting pada alat berat, masih menjadi kendala signifikan [2]. Keterbatasan akses terhadap komponen utama sistem starting serta minimnya media pembelajaran yang representatif menghambat proses pembelajaran dan pelatihan teknisi yang kompeten.

Pada Program Studi Teknik Alat Berat, matakuliah sistem kelistrikan mensyaratkan mahasiswa tidak hanya menguasai teori tetapi juga kompetensi praktik dalam perawatan dan perbaikan sistem starting. Namun, proses praktikum selama ini dinilai kurang efektif akibat keterbatasan alat peraga dan tidak seimbang rasio jumlah mahasiswa dengan peralatan praktikum yang tersedia. Kondisi ini mengakibatkan mahasiswa kesulitan memahami mekanisme kerja sistem starting secara komprehensif, sehingga berdampak pada rendahnya keterampilan praktik yang dimiliki [3] [4].

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan alat peraga sistem starting, namun mayoritas masih terbatas pada aplikasi otomotif ringan dan belum menyentuh konteks alat berat[5]. Alat peraga yang ada umumnya hanya mensimulasikan kerja sistem tanpa memungkinkan praktik perawatan dan perbaikan secara

* Korespondensi penulis: Asnawir, email asnawir@poliupg.ac.id

** Mahasiswa Tingkat Sarjana (S1)

langsung. Pentingnya simulasi realistis dalam memahami sistem starting, menekankan perlunya pendekatan praktik berbasis proyek untuk meningkatkan kompetensi teknis[6] [7] [8]. Namun, belum ada penelitian yang secara khusus merancang alat peraga sistem starting alat berat yang mampu mensimulasikan kondisi nyata sekaligus memfasilitasi praktik perawatan dan perbaikan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) Merancang dan mengembangkan alat peraga simulasi sistem starting alat berat yang akurat dan realistis; (2) Mengevaluasi efektivitas alat peraga dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan mahasiswa terkait operasi dan pemeliharaan sistem starting. Urgensi penelitian ini terletak pada upaya menjawab kebutuhan akan media pembelajaran yang efektif dan representatif, serta mendukung implementasi kebijakan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) melalui integrasi pembelajaran berbasis proyek dan praktik[9].

Penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi simulasi, tetapi juga meningkatkan kualitas pendidikan vokasi melalui inovasi alat peraga yang relevan dengan kebutuhan industri[10]. Dengan demikian, luaran penelitian ini dapat menjadi model bagi pengembangan media pembelajaran serupa pada bidang teknik lainnya.

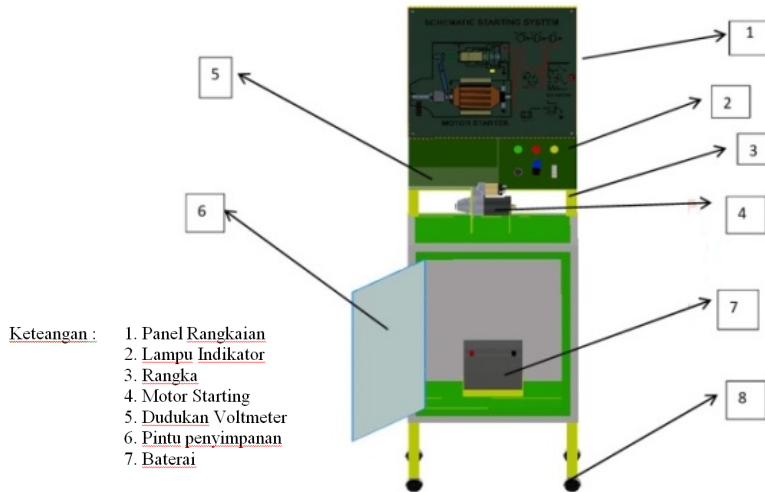
2. METODE PENELITIAN

Penelitian pengembangan alat peraga simulasi sistem starting alat berat ini dilakukan melalui pendekatan rekayasa (*engineering*) yang terdiri atas beberapa tahapan utama. Strategi penelitian dimulai dengan studi literatur dan observasi lapangan untuk mengidentifikasi spesifikasi teknis dan komponen sistem starting yang relevan dengan alat berat. Studi literatur merujuk pada referensi utama untuk memahami prinsip kerja motor starter, sementara observasi lapangan dilakukan pada unit alat berat yang aktif beroperasi guna memastikan kesesuaian desain dengan kondisi nyata.

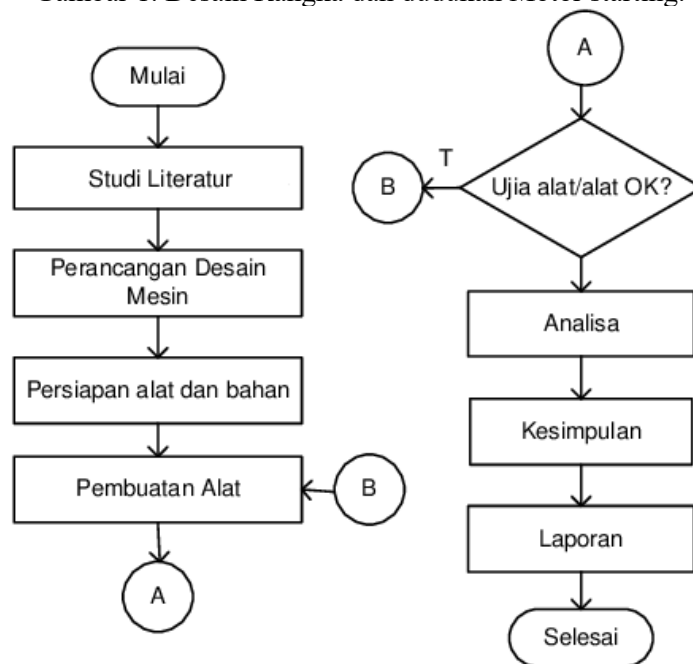
Tahap perancangan meliputi desain rangka dan tata letak komponen menggunakan software AutoCAD untuk memvisualisasikan model tiga dimensi dan menentukan dimensi yang tepat. Rangka dirancang menggunakan besi siku dengan ketebalan 4 mm untuk memastikan stabilitas selama pengoperasian. Komponen utama sistem starting yang digunakan meliputi motor starting 12V, baterai kering 70Ah, solenoid starter, kabel penghubung tipe AWG 6, dan switch ignition. Pemilihan komponen didasarkan pada pertimbangan kesesuaian dengan kebutuhan simulasi dan ketersediaan di pasar lokal.

Proses pembuatan diawali dengan pengadaan material dan komponen sesuai desain, dilanjutkan dengan fabrikasi rangka menggunakan teknik pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) untuk memastikan kekuatan struktur. Selanjutnya, dilakukan pemasangan komponen sistem starting pada rangka dengan memperhatikan prinsip wiring yang aman dan efisien. Kabel penghubung dipilih berdasarkan kemampuan arus dan tegangan, sementara semua sambungan dilengkapi dengan terminal yang sesuai untuk mencegah korsleting.

Pengujian alat peraga dilakukan dalam dua tahap, yaitu pengujian fungsional dan pengujian performa. Pengujian fungsional bertujuan memverifikasi bahwa semua komponen beroperasi dengan benar, sementara pengujian performa mengukur kecepatan putaran motor starter tanpa beban menggunakan tachometer digital. Target performa yang ditetapkan adalah kemampuan motor starter berputar pada 1000 RPM dengan tegangan kerja 12V. Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif untuk mengevaluasi kesesuaian antara desain dan realisasi alat. Tools yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perangkat keras seperti mesin las, gerinda, multimeter, dan tachometer, serta perangkat lunak AutoCAD untuk desain teknis. Validasi alat peraga juga melibatkan uji coba terbatas dengan melibatkan mahasiswa Program Studi Teknik Alat Berat untuk menilai aspek *usability* dan kejelasan simulasi. Hasil uji coba ini menjadi dasar penyusunan jobsheet panduan praktikum yang disesuaikan dengan kurikulum matakuliah sistem kelistrikan alat berat.



Gambar 1. Desain Rangka dan dudukan Motor starting.



Gambar 2. Diagram alir pembuatan alat peraga *system starting*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat peraga simulasi sistem starting alat berat telah berhasil dirakit dan diuji sesuai dengan spesifikasi desain. Alat peraga terdiri atas motor starting 12V, baterai kering 70Ah, *solenoid starter*, *switch ignition*, dan rangka besi siku yang dirancang untuk meniru konfigurasi sistem starting pada alat berat sesungguhnya. Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa seluruh komponen beroperasi dengan baik tanpa adanya gangguan mekanis atau kelistrikan. Pengukuran menggunakan tachometer digital mencatat kecepatan putaran motor starter mencapai 1000 RPM pada tegangan 12V, yang memenuhi target performa yang ditetapkan. Selain itu, alat peraga mampu mensimulasikan proses starting secara lengkap, mulai dari aktivasi *switch ignition*, *engagement solenoid*, hingga rotasi motor starter.



Gambar 3. Pembuatan dan perakitan sistim Starting alat

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat peraga simulasi sistem starting alat berat berhasil dikembangkan dengan memenuhi spesifikasi desain dan target performa. Alat peraga yang terdiri atas motor starting 12V, baterai kering 70Ah, solenoid starter, dan rangka besi siku terbukti mampu beroperasi secara stabil dengan kecepatan putaran konsisten mencapai 1000 RPM pada tegangan 12V tanpa beban.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pemimpin Politeknik Negeri Ujung Pandang atas dukungan dan arahan dalam pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Terima kasih juga kami sampaikan kepada P3MP Politeknik Negeri Ujung Pandang atas bimbingan serta pendanaan BLU Anggaran Tahun 2025 yang memungkinkan penelitian ini terlaksana dengan baik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Bosch GmbH, *Automotive Handbook*, 11th ed. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2021.
- [2] K. Singh, *Automobile Engineering*, vol. 1. New Delhi: New Age International, 2013.
- [3] F. Aird, *Automotive Wiring and Electrical Systems*. North Branch: CarTech Inc, 2003.
- [4] N. D. M. Hine, *Electrical Machines and Drives: Fundamentals and Advanced Modelling*. London: Springer, 2010.
- [5] H. Heisler, *Advanced Vehicle Technology*, 2nd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.
- [6] S. Kenue, "Limited angle multifrequency diffraction tomography," *IEEE Trans. Sonic Ultrason.*, vol. SU-29, no. 6, pp. 213-217, Jul. 1982.
- [7] R. Frinkel, R. Taylor, R. Bolles, R. Paul, "An overview of AL, programming system for automation," in *Proc. Fourth Int. Joint Conf. Artif. Intell.*, pp. 758-765, Sep. 3-7, 2006.

- [8] B. Paynter, "Robodinos: what could possibly go wrong?", *Wired*, Jul. 20, 2009. [Online]. Available: http://www.wired.com/entertainment/magazine/17-08/st_robotdinos [Accessed: Jul. 25, 2010].
- [9] P. M. Morse and H. Feshback, *Methods of Theoretical Physics*. New York: McGraw Hill, 1953.
- [10] A. Asnawir, S. Sirajuddin, R. Rahmat, "Pengembangan alat peraga sistem starting alat berat berbasis simulasi interaktif," in *Proc. Semin. Nas. Penelit. dan Pengabdi. Masy.*, pp. 45-52, Okt. 15-16, 2024.