



RANCANG BANGUN ALAT PERAGA SIMULASI GENERAL ENGINE COOLING SYSTEM

DESIGN AND DEVELOPMENT OF GENERAL ENGINE COOLING SYSTEM SIMULATION TOOL

Alpian, Muhammad Rifki, Abdul Rasyid, Antan Noraidi Maulana

Teknik Alat Berat Politeknik Negeri Banjarmasin, Jl. Brig Jend. Hasan Basri, Pangeran, Kec. Banjarmasin Utara, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan 70124, Indonesia
 email: a70469942@gmail.com, muhammadrifki14102002@gmail.com,
b030322025@mahasiswa.poliban.ac.id, antannoraidimaulana@poliban.ac.id

Received:
19 Maret 2025

Accepted:
12 April 2025

Published:
30 Mei 2025



Abstrak

Alat berat merupakan elemen penting dalam mendukung aktivitas industri pertambangan dan proyek konstruksi berskala besar. Dalam pengoperasiannya, mesin alat berat memerlukan sistem pendingin yang berfungsi menjaga temperatur kerja tetap optimal agar performa mesin stabil dan tahan lama. Salah satu sistem pendingin yang umum digunakan adalah sistem pendingin tipe cairan. Karena belum tersedianya alat peraga yang dapat menjelaskan prinsip kerja sistem pendingin secara visual dan aplikatif pada mata kuliah Fundamental Engine System, penulis merancang dan membuat alat simulasi General Engine Cooling System sebagai media pembelajaran. Alat simulasi ini dirancang melalui beberapa tahapan, yakni studi literatur, perancangan sistem, pemilihan komponen (radiador, pompa air, termostat, pemanas), serta perakitan dan pengujian sistem pendingin secara keseluruhan. Hasil pembuatan alat peraga Engine Cooling System ini telah sesuai dengan rancangan, baik secara fungsional maupun visual. Hal tersebut dibuktikan dengan kemampuan alat dalam mensimulasikan aliran fluida pendingin sesuai dengan prinsip kerja mesin. Selain itu, hasil observasi pembelajaran menunjukkan adanya peningkatan pemahaman mahasiswa sebesar 0,5 berdasarkan hasil uji normalitas data. Nilai rata-rata pre-test sebesar 77,83 dan nilai rata-rata post-test sebesar 95,45, yang telah melampaui standar kompetensi minimal, yaitu 80.

Kata Kunci : *Engine Cooling System*, Pendingin Tipe Cairan, Alat Peraga.

Abstract

Heavy equipment is an essential element in supporting mining activities and large-scale construction projects. In its operation, heavy machinery requires a cooling system that functions to maintain the working temperature at an optimal level, ensuring stable and durable engine performance. One of the most commonly used cooling systems is the liquid-type cooling system. Due to the absence of a teaching aid that can visually and applicatively explain the working principles of a cooling system in the Fundamental Engine System course, the author designed and developed a General Engine Cooling System simulation tool as a learning medium. This simulation tool was designed through several stages, namely literature study, system design, component selection (radiador, water pump, thermostat, heater), as well as assembly and

testing of the overall cooling system. The results of the development of the Engine Cooling System teaching aid were consistent with the design, both functionally and visually. This was evidenced by the tool's ability to simulate the flow of cooling fluid in accordance with the working principles of an engine. Furthermore, learning observations indicated an increase in students' understanding by 0.5 based on the normality test results. The average pre-test score was 77.83, while the average post-test score reached 95.45, thereby surpassing the minimum competency standard of 80.

Keywords: *Engine Cooling System, Liquid-type Cooling System, Simulation Tool.*

How to cite: Alpian, Muhammad Rifki, Abdul Rasyid, Antan Noraidi Maulana., "Rancang Bangun Alat Peraga Simulasi General Engine Cooling System Simulation Tool". *Journal of Mechanical Engineering MANOMETER*, Vol.1, No.1, 13- 20, 2025.

PENDAHULUAN

Mesin pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*) merupakan salah satu komponen utama pada kendaraan bermotor maupun mesin industry. Dalam proses kerjanya, mesin menghasilkan energi panas yang sangat tinggi akibat pembakaran campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar. Panas yang berlebihan ini jika tidak dikendalikan dengan baik dapat menyebabkan overheating yang berisiko merusak komponen mesin seperti Piston, Silinder dan Kepala Silinder.

Diperkirakan hanya sekitar 30–35% dari energi ini yang digunakan untuk menghasilkan tenaga mekanis, sementara sisanya berubah menjadi panas yang harus dibuang. Jika panas ini tidak dikendalikan, dapat terjadi overheating yang berpotensi menyebabkan kerusakan serius pada komponen-komponen mesin [1-2].

Dalam kondisi suhu yang optimal, proses pembakaran dalam mesin berlangsung lebih sempurna, pelumasan komponen dapat bekerja secara maksimal, dan efisiensi bahan bakar pun meningkat. Sebaliknya, jika suhu terlalu rendah, proses pembakaran tidak efisien dan menyebabkan pemborosan bahan bakar serta peningkatan emisi. Sebaliknya, jika suhu terlalu tinggi, risiko kerusakan komponen seperti piston meleleh, oli menguap, gasket rusak, hingga kegagalan mesin total (*Engine Failure*) bisa terjadi.

Pemahaman mengenai sistem pendingin sangatlah penting, terutama dalam dunia teknik alat berat, karena berkaitan langsung dengan kinerja, efisiensi, keselamatan, dan umur pakai mesin. Pengetahuan tentang cara kerja, komponen, serta perawatan sistem pendingin dapat membantu teknisi dan pengguna kendaraan dalam mencegah kerusakan dini dan memastikan kendaraan beroperasi dengan optimal dalam jangka panjang.

Selain itu, pemahaman tentang sistem pendingin juga berperan penting dalam menghadapi isu lingkungan. Dengan suhu mesin yang optimal, pembakaran menjadi lebih sempurna, sehingga emisi gas buang yang dihasilkan lebih rendah, dan konsumsi bahan bakar dapat diminimalkan. Hal ini sejalan dengan kebutuhan dunia saat ini dalam mengembangkan teknologi kendaraan yang lebih ramah lingkungan dan hemat energi. Oleh karena itu, sistem pendingin (*Cooling System*) menjadi salah satu bagian yang sangat krusial dalam mendukung kinerja mesin secara optimal.[3]

Sistem pendingin bertugas untuk menjaga suhu mesin agar tetap berada dalam rentang kerja yang ideal. Dengan suhu yang terkontrol, efisiensi pembakaran dapat ditingkatkan, emisi gas buang dapat ditekan, serta umur pakai mesin dapat diperpanjang. Penggunaan sistem pendingin yang tepat juga berperan dalam mencegah kerusakan pada oli pelumas akibat suhu berlebih, serta membantu dalam mempertahankan kekentalannya.

Pemahaman mendalam terhadap sistem pendingin mesin sangat penting, khususnya bagi para mahasiswa agar mampu merawat, menganalisis, dan memperbaiki sistem tersebut secara efektif.[4-5]

Oleh karena itu, penelitian ini akan membahas secara menyeluruh mengenai sistem pendingin mesin, termasuk prinsip kerjanya, jenis-jenis sistem pendingin, komponen-komponennya, hingga permasalahan dan pengaruh alat peraga terhadap tingkat pemahaman mahasiswa. Diharapkan pembahasan ini dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam dan bermanfaat bagi mahasiswa, teknisi, serta siapa pun yang ingin memahami sistem pendingin mesin secara teknis dan praktis.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang dirancang secara sistematis guna menghasilkan alat peraga sistem pendingin yang sesuai dengan tujuan pembelajaran. Tahap pertama adalah pelaksanaan survei bahan dan peralatan untuk memastikan ketersediaan seluruh komponen yang diperlukan serta kesesuaiannya dengan spesifikasi teknis. Selanjutnya, dilakukan proses perancangan desain dengan memvisualisasikan ide ke dalam bentuk rancangan teknis. Desain tersebut disusun berdasarkan hasil analisis kebutuhan, fungsi alat, serta pertimbangan efisiensi bentuk dan struktur.



Gambar 1. Diagram Alir

Tahap berikutnya adalah proses perakitan yang dilaksanakan setelah seluruh komponen dan subrangkaiannya tersedia sesuai spesifikasi. Proses perakitan mencakup penyusunan, penyambungan, dan pengencangan setiap bagian dengan menggunakan metode serta peralatan pendukung yang tepat, sehingga diperoleh keselarasan dimensi dan kekokohan struktur. Setelah proses perakitan selesai, dilakukan uji kelayakan untuk memastikan bahwa alat yang dirancang dan dirakit berfungsi secara optimal, aman digunakan, serta sesuai dengan tujuan dan spesifikasi teknis yang telah ditetapkan. Pengujian ini meliputi evaluasi aspek kinerja, efisiensi, keandalan, dan keamanan dalam kondisi operasional yang mendekati penggunaan sesungguhnya.

Selanjutnya, dilakukan pengujian lanjutan untuk memastikan bahwa seluruh komponen bekerja sesuai dengan rancangan. Sebelum alat dinyatakan final, dilaksanakan pemeriksaan ulang terhadap baut, sambungan, dan sistem gerak untuk memastikan tidak terdapat bagian yang longgar atau berpotensi mengganggu kinerja, serta menjamin keselamatan penggunaan.

Sebagai tahapan akhir, dilaksanakan simulasi pembelajaran menggunakan alat peraga tersebut. Simulasi ini bertujuan memperkenalkan fungsi, prinsip kerja, serta prosedur penggunaan alat kepada mahasiswa. Selain itu, dilakukan pula kegiatan observasi terhadap mahasiswa untuk menilai tingkat pemahaman mereka terhadap sistem pendingin (cooling system) dan keterkaitannya dengan alat peraga yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pembuatan

Tahap awal dalam proses perakitan adalah penyusunan stand. Pada tahap ini dilakukan persiapan bahan dan alat yang diperlukan, meliputi besi siku, roda, serta triplek, disertai dengan peralatan kerja seperti gerinda, bor tangan (hand drill), dan mesin las. Perakitan stand dilaksanakan berdasarkan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Selanjutnya, dibuatudukan untuk wadah termostat dan pemanas (heater) dengan memanfaatkan besi plat yang telah dipersiapkan.

Tahap berikutnya adalah penyambungan wadah pemanas dengan termostat menggunakan pipa besi. Setelah itu, radiator dipasang pada stand sebagai komponen utama sistem pendinginan. Kemudian, wadah pemanas, termostat, dan radiator disambungkan sehingga membentuk satu rangkaian terpadu. Proses dilanjutkan dengan pemasangan pompa air (water pump) di antara wadah pemanas dan termostat melalui sambungan pipa besi.



Gambar 2. Proses Pembuatan dan Perakitan

Selanjutnya, dilakukan pemasangan kipas (fan) sebagai elemen pendukung sistem pendinginan. Termostat kemudian ditempatkan pada posisinya dan dihubungkan dengan radiator menggunakan selang tahan suhu tinggi (high temperature hose). Setelah itu, heater dipasang sesuai dengan posisi yang telah ditentukan.

Instalasi sistem kelistrikan dimulai dengan penyambungan power supply menuju pompa air. Instalasi kelistrikan untuk heater dan kipas dilakukan secara terpisah tanpa melalui power supply karena keduanya memanfaatkan arus listrik AC. Pada tahap ini, dipasang pula sensor temperatur dan sensor tekanan di dekat termostat, yang selanjutnya dihubungkan ke sumber daya melalui power supply.



Gambar 3. Hasil Rakitan

Tahap akhir dari perakitan adalah pengisian cairan pendingin (coolant) ke dalam sistem, sehingga seluruh komponen dapat beroperasi sesuai dengan fungsi yang dirancang.

Kendala Selama Proses Perakitan

Selama proses perakitan alat peraga, penulis menghadapi sejumlah kendala teknis yang cukup berpengaruh terhadap waktu dan hasil perakitan. Kendala pertama yang muncul adalah terjadinya kebocoran pada sambungan pipa ketika sistem pendingin diuji. Kebocoran ini disebabkan oleh kualitas sambungan yang kurang rapat serta adanya ketidaksempurnaan pada hasil pengelasan. Kondisi tersebut mengakibatkan aliran cairan pendingin tidak stabil dan berpotensi merusak komponen lain apabila tidak segera ditangani. Untuk mengatasi hal ini, penulis melakukan pengelasan ulang pada titik-titik sambungan serta menambahkan seal tambahan agar sambungan lebih rapat dan mampu menahan tekanan cairan pendingin dengan baik.

Selain kebocoran, kendala lain yang dihadapi adalah kesulitan dalam proses pemasangan beberapa komponen, khususnya radiator dan wadah pemanas. Pada saat pemasangan, posisi kedua komponen tersebut tidak sepenuhnya sesuai dengan rancangan awal sehingga diperlukan penyesuaian ulang pada rangka. Proses penyesuaian ini memakan waktu lebih lama karena harus mempertimbangkan faktor keseimbangan, kekuatan rangka, serta keamanan penggunaan alat peraga. Apabila tidak dilakukan secara hati-hati, terdapat risiko kerusakan pada material rangka maupun ketidakstabilan posisi komponen saat alat dioperasikan.

Kendala berikutnya muncul pada tahap instalasi sistem kelistrikan. Beberapa komponen, seperti kipas dan pemanas, menggunakan arus listrik AC, sedangkan pompa air bekerja dengan *power supply* DC. Perbedaan kebutuhan arus listrik tersebut menimbulkan permasalahan dalam penataan jalur kelistrikan. Jika tidak diatur dengan baik, perbedaan arus dapat menyebabkan gangguan fungsi bahkan kerusakan pada komponen. Untuk mengatasi masalah ini, dilakukan penataan ulang jalur kelistrikan, pemisahan sumber arus AC dan DC, serta pengecekan ulang sambungan kabel agar setiap komponen memperoleh daya sesuai dengan spesifikasinya.

Selain itu, ditemukan pula kendala pada tahap penyetaraan sensor, yaitu sensor temperatur dan sensor tekanan. Sensor tidak langsung menunjukkan hasil pengukuran yang stabil akibat posisi pemasangan yang kurang tepat. Hal ini mengharuskan dilakukan pengaturan ulang posisi sensor agar lebih dekat dengan titik yang merepresentasikan kondisi aktual sistem. Setelah dilakukan perbaikan, sensor dapat bekerja lebih akurat dan memberikan data yang sesuai dengan kondisi sebenarnya.

Kendala-kendala tersebut berdampak pada bertambahnya waktu perakitan serta perlunya pengulangan beberapa tahapan pekerjaan. Namun, melalui evaluasi, perbaikan, dan penyesuaian yang dilakukan secara berulang, seluruh permasalahan dapat diselesaikan sehingga alat peraga dapat berfungsi sesuai dengan tujuan perancangan.

Untuk mencegah terulangnya kendala serupa pada proses perakitan berikutnya, diperlukan langkah preventif, antara lain dengan memastikan kualitas material sambungan, melakukan pengelasan dengan standar mutu yang baik, serta menggunakan seal khusus pada titik rawan kebocoran. Selain itu, rancangan rangka perlu diperhitungkan secara lebih presisi agar tidak terjadi ketidaksesuaian posisi komponen. Pada aspek kelistrikan, penting dilakukan pemetaan arus sejak awal serta pemilihan sumber daya yang sesuai dengan kebutuhan tiap komponen. Sedangkan untuk sensor, diperlukan kalibrasi awal dan uji coba posisi sebelum sistem dijalankan sepenuhnya.

Dengan adanya perbaikan serta penerapan langkah preventif, proses perakitan alat peraga diharapkan dapat berjalan lebih efektif, efisien, dan menghasilkan produk yang lebih andal untuk mendukung proses pembelajaran.

Setelah alat peraga melalui proses *finishing* dan uji kelayakan, penulis melaksanakan simulasi pembelajaran dengan tujuan memperkenalkan alat peraga tersebut kepada beberapa mahasiswa. Melalui kegiatan ini, diharapkan mahasiswa memperoleh gambaran yang lebih nyata dan interaktif mengenai materi yang diajarkan. Simulasi ini juga bertujuan untuk meningkatkan motivasi, keterlibatan, serta kreativitas mahasiswa dalam proses pembelajaran. Selain itu, observasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana alat peraga simulasi yang dikembangkan mampu meningkatkan pemahaman mahasiswa mengenai *Cooling System Engine*.



Gambar 4. Simulasi Pembelajaran

Observasi dilaksanakan dengan jumlah peserta sebanyak 22 mahasiswa. Pada tahap ini, penulis memberikan ujian berupa soal terkait *Cooling System Engine* dalam bentuk *pre-test* dan *post-test*. *Pre-test* digunakan sebagai dasar pengukuran awal untuk mengetahui tingkat pengetahuan mahasiswa sebelum menggunakan alat peraga, sedangkan *post-test* dilakukan setelah simulasi untuk mengevaluasi peningkatan pemahaman mahasiswa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai rata-rata *pre-test* mahasiswa adalah 77,83, sedangkan nilai rata-rata *post-test* meningkat menjadi 95,45.

Selanjutnya, penulis melakukan uji normalitas terhadap hasil *pre-test* dan *post-test* guna memastikan peningkatan pemahaman mahasiswa. Dari uji tersebut diperoleh hasil bahwa rata-rata peningkatan pemahaman mahasiswa adalah sebesar 0,5 dari total 22 mahasiswa yang mengikuti pengujian. [6-7]

Berdasarkan data hasil observasi, dapat disimpulkan bahwa mayoritas mahasiswa telah melampaui standar kompetensi minimal sebesar 80. Hal ini menunjukkan bahwa

penggunaan alat peraga simulasi *Cooling System Engine* efektif dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap materi pembelajaran.

KESIMPULAN

1. Sistem pendingin pada mesin bekerja berdasarkan prinsip perpindahan panas melalui konduksi, konveksi, dan radiasi untuk menjaga suhu operasi mesin tetap optimal dan stabil. Sirkulasi cairan pendingin oleh pompa air, pelepasan panas melalui radiator, pengaturan suhu otomatis oleh termostat, kontrol kipas pendingin, serta pengaturan tekanan sistem oleh tutup radiator merupakan prinsip dasar yang esensial dalam menjaga efisiensi dan keandalan mesin.
2. Berdasarkan hasil observasi dari pre-test dan post-test yang dilakukan, alat simulasi *Cooling System Engine* terbukti mampu meningkatkan pemahaman mahasiswa. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan nilai rata-rata dari pre-test di angka 77,83 menjadi 95,45 pada post-test. Peningkatan signifikan ini menunjukkan efektivitas alat peraga sebagai media pembelajaran yang interaktif dan bermanfaat.

REFERENSI

- [1] Dr. I. P.Keswani.(2016). *Analysis of Causes of Engine Overheating due to Cooling System Failure Using Pareto Principle*.
- [2] Ilmawan Suryapradana dan Arfan Halim. (2024). *Analisis Penggunaan Thermostat dalam Sistem Pendingin pada Engine Dump Truck Nissan CWB 45 (Jl. Raja Alam II, Rinding, Kec. Tlk. Bayur, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur)*
- [3] Harsanto, P. (2019). *Teknik Otomotif: Sistem Pendingin*. Jakarta: PT Indomedia.
- [4] Soeharto, E. (2020). *Sistem Pendingin Mesin Otomotif*. Bandung: Penerbit Andi.
- [5] Subekti, Y. (2018). *Pengantar Teknik Mesin Alat Berat*. Surabaya: CV Mekatronika Press.
- [6] Dr. H. Zuchri Abdussamad, S.I.K., M.Si. 2021 . *Metode Penelitian Kualitatif*. (CV. syakir Media Press)
- [7] Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.