

Analisis Efektivitas Thermal Insulation Aluminium Foil terhadap Penurunan Temperatur Kabin Mitsubishi L300

**Ammar Dani Prasetyo Aji^{1*}, Arief Novianto², Dwi Wahyu Hidayat³,
Faris Humami⁴, Ery Muthoriq⁵**

Program Studi Diploma III Teknologi Otomotif, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan^{1,2,3,4,5}

Email Korespondensi: ammard2005@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Submitted 12-05-2026
Received 18-05-2026
Published 30-05-2026

Keywords:

Aluminium Foil;
Aluminium Glass Mat;
Bubble Aluminium Foil;
Suhu Kabin;
Kenyamanan Termal;
Mitsubishi L300;

ABSTRACT

Peningkatan temperatur kabin pada Mitsubishi L300 Euro 2 sering menurunkan kenyamanan termal pengemudi karena posisi mesin berada di bawah kabin, sehingga panas mudah merambat ke ruang pengemudi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penggunaan material thermal insulation berbasis aluminium foil dalam menurunkan temperatur dan menjaga kelembaban kabin, sekaligus memberikan rekomendasi konfigurasi pemasangan yang optimal. Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis komparatif dua jenis material insulasi, yaitu aluminium glass mat dan bubble aluminium foil, dengan variasi ketebalan 4 mm, 6 mm, dan 8 mm, serta dua konfigurasi pemasangan: parsial hanya pada area mesin dan penuh menutupi seluruh permukaan kap mesin. Selain itu, pengujian dilakukan pada kondisi siang dan malam hari untuk mengevaluasi performa material dalam berbagai kondisi lingkungan. Metode yang digunakan berupa eksperimen dengan pengukuran temperatur dan kelembaban pada ruang kabin, area kursi, dan ruang mesin menggunakan Data Logger Elitech RC-4HC, thermometer infrared, dan mini digital thermometer, dengan setiap variasi diuji tiga kali untuk meningkatkan validitas data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aluminium foil mampu menurunkan temperatur ruang mesin, area kursi, dan kabin. Pemasangan penuh memberikan efektivitas lebih tinggi dibanding parsial, dan bubble aluminium foil ketebalan 8 mm menunjukkan performa terbaik dengan efisiensi penurunan suhu ruang mesin hingga 21,9%. Hasil ini menegaskan bahwa bubble aluminium foil 8 mm efektif meningkatkan kenyamanan termal kabin Mitsubishi L300 tanpa memerlukan modifikasi besar pada sistem kendaraan.

PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor menghasilkan energi panas yang cukup besar sebagai akibat dari proses pembakaran internal yang berlangsung di dalam ruang bakar mesin. Menurut (Yuliyanti dkk., 2019) proses pembakaran yang berlangsung terus menerus dalam mesin mengakibatkan mesin dalam kondisi temperatur yang sangat tinggi. Energi panas tersebut pada dasarnya diperlukan untuk mendukung proses kerja mesin sehingga kendaraan dapat beroperasi secara optimal. Akan tetapi, panas yang dihasilkan tidak seluruhnya dimanfaatkan menjadi energi mekanik, melainkan sebagian dilepaskan ke lingkungan sekitar melalui sistem pendingin dan sistem pembuangan kendaraan. Selain itu, panas dari ruang mesin juga dapat merambat menuju bodi kendaraan melalui mekanisme perpindahan kalor berupa konduksi, konveksi, dan radiasi. Proses perpindahan panas yang terjadi secara terus-menerus dapat menyebabkan peningkatan temperatur

pada beberapa bagian kendaraan, khususnya pada area kabin yang berdekatan dengan ruang mesin.

Perkembangan mesin kendaraan di dunia menunjukkan evolusi teknologi yang kompleks sejak tahap awal mesin pembakaran internal hingga era modern. Motor Bakar mengalami perkembangan yang menggembirakan sejak tahun 1864. Pada tahun tersebut Lenoir mengembangkan mesin pembakaran dalam tanpa proses kompresi kemudian pada tahun 1862 di perancis, Beau De Rochas menulis prinsip dasar untuk efisiensi system mesin pembakaran dalam. Hal ini yang membuat seorang jerman Nikolaus August Otto pada tahun 1876 membuat mesin dengan konsep Beau De Rochas dan mengajukan paten atas namanya. Mulai saat itu semua mesin dibuat sama dengan mesin Otto, sehingga sampai sekarang siklus yang terkenal adalah siklus Otto. Pada tahun 1892 Rudolf Diesel, orang Jerman, membuat mesinnya dengan prinsip penyalan kompresi (Sitorus dkk., 2015).

Mesin pembakaran internal mulai berevolusi pada abad ke-19 dengan diperkenalkannya mesin *Otto* empat langkah yang menjadi dasar bagi mesin kendaraan bermotor saat ini, serta mesin *Diesel* yang menawarkan peningkatan efisiensi melalui prinsip pembakaran tekanan tinggi. Perkembangan ini membawa peningkatan kinerja, efisiensi bahan bakar, dan beragam desain mesin yang disesuaikan dengan kebutuhan kendaraan serta regulasi emisi global yang semakin ketat. Tren teknologi terkini juga mengarah pada penggabungan teknologi hybrid dan elektrifikasi untuk menekan konsumsi bahan bakar dan emisi, sekaligus mempertahankan performa yang tinggi di berbagai kondisi operasi kendaraan modern.

Menurut (Suryapradana dan Halim 2024), mesin kendaraan umumnya dirancang untuk bekerja pada rentang temperatur optimal sekitar 80–90 °C agar proses pembakaran berlangsung secara efisien serta performa mesin tetap stabil. Temperatur kerja pada rentang tersebut mampu menjaga efisiensi bahan bakar, kestabilan pelumasan, dan umur pakai komponen mesin. Namun demikian, peningkatan temperatur yang melebihi batas optimal dapat menyebabkan akumulasi panas berlebih pada ruang mesin dan area di sekitarnya. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan temperatur kabin kendaraan sehingga menurunkan kenyamanan termal pengemudi maupun penumpang selama berkendara.

Permasalahan peningkatan suhu kabin banyak ditemukan pada kendaraan niaga dengan konfigurasi mesin yang terletak tepat di bawah kabin, salah satunya Mitsubishi L300. Posisi mesin yang berada sangat dekat dengan ruang pengemudi menyebabkan perpindahan panas menuju kabin berlangsung lebih cepat dibandingkan kendaraan dengan tata letak mesin di bagian depan kendaraan. Panas yang dihasilkan mesin dapat dengan mudah merambat melalui lantai kabin, kap mesin, maupun komponen logam di sekitarnya. Menurut (Pranandita 2016), mobil dengan tingkat kenyamanan yang rendah, akan mengakibatkan pengendara cepat mengalami kelelahan.

Peningkatan temperatur kabin tidak hanya berdampak pada kenyamanan pengemudi, tetapi juga dapat memengaruhi konsentrasi, produktivitas, dan tingkat kelelahan selama berkendara. Kabin dengan kondisi termal yang kurang nyaman berpotensi menurunkan fokus pengemudi serta meningkatkan risiko kelelahan kerja, terutama pada kendaraan niaga dengan posisi mesin di bawah kabin seperti Mitsubishi L300. Selain itu, panas berlebih secara terus-menerus juga dapat mempercepat penurunan kualitas komponen interior, termasuk karpet, dashboard, lapisan pelindung interior, hingga perangkat elektronik di dalam kabin. Oleh karena itu, pengendalian temperatur kabin menjadi aspek penting untuk meningkatkan kenyamanan, keamanan, dan efisiensi operasional kendaraan niaga.

Salah satu metode yang potensial untuk mengurangi perpindahan panas dari ruang mesin ke kabin adalah penggunaan material isolator termal berbasis aluminium foil. Material ini memiliki kemampuan

reflektivitas panas tinggi, sehingga dapat memantulkan radiasi termal dan menghambat perpindahan kalor menuju ruang kabin. Selain itu, aluminium foil memiliki bobot ringan, fleksibel, tahan suhu tinggi, dan mudah diaplikasikan pada berbagai permukaan kendaraan. Menurut (Umnyakova 2020) untuk meningkatkan sifat pelindung termalnya, isolasi termal reflektif yang terbuat dari foil aluminium dengan ketebalan 10 mikron ditempatkan di antara lapisan polietilen berbusa dengan ketebalan 3,5–4 mm. Lapisan polietilen berbusa dan isolasi termal reflektif direkatkan bersama dengan lapisan tipis polietilen cair. Hasilnya adalah bahan multilayer dengan ketebalan 8 mm hingga 32 mm. Aluminium foil memiliki ketergantungan suhu yang lebih tajam dibandingkan bahan isolasi yang terbuat dari kertas (Pásztor et al. 2018). Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa material berbasis aluminium mampu mereduksi panas sekaligus mengurangi tingkat kebisingan dan getaran mesin diesel (Gumelar dkk., 2022) sehingga penggunaannya berpotensi meningkatkan kenyamanan termal pengemudi.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dirancang sebagai gate penelitian untuk mengevaluasi efektivitas aluminium foil sebagai *thermal insulation* kabin Mitsubishi L300. Fokus riset mencakup perbandingan dua jenis material *aluminium glass mat* dan *bubble aluminium foil* dengan variasi ketebalan dan konfigurasi pemasangan, serta pengukuran performa pada kondisi siang dan malam hari. Menurut (Nur'aini 2021) Efektivitas digunakan sebagai suatu konsep untuk menilai tingkat pencapaian tujuan, yakni sejauh mana suatu organisasi mampu melaksanakan tugasnya secara optimal dan menghasilkan keluaran sesuai yang diharapkan. Hasil penelitian diharapkan memberikan rekomendasi praktis mengenai jenis dan konfigurasi material yang paling efektif untuk meningkatkan kenyamanan termal pengemudi tanpa memerlukan modifikasi besar pada sistem kendaraan. Efektivitas adalah suatu hal yang berhubungan dengan target, tujuan, dan hasil. Dan efektivitas menggambarkan tingkat keberhasilan berdasarkan tercapai atau tidaknya sasaran yang telah dirumuskan sebelumnya (Dua dan Rumerung 2022),

Penggunaan aluminium foil sebagai thermal insulation pada kendaraan menjadi alternatif yang cukup potensial karena tidak memerlukan modifikasi besar pada sistem pendingin kendaraan. Pemasangan material ini pada bagian kap mesin diharapkan mampu mengurangi rambatan panas menuju kabin sehingga kondisi termal di dalam kendaraan menjadi lebih nyaman. (Muchammad 2006) menyatakan bahwa penggunaan material penahan radiasi panas dapat membantu menurunkan temperatur ruang secara efektif melalui penghambatan perpindahan kalor dari sumber panas menuju area yang dilindungi.

Mitsubishi L300 dipilih sebagai objek penelitian karena kendaraan ini merupakan salah satu kendaraan niaga yang banyak digunakan sebagai angkutan barang di Indonesia. Selain memiliki tingkat penggunaan yang tinggi, Mitsubishi L300 juga memiliki karakteristik mesin di bawah kabin yang menyebabkan potensi perpindahan panas menuju ruang pengemudi menjadi lebih besar. Kondisi tersebut menjadikan kendaraan ini relevan untuk digunakan sebagai objek penelitian terkait pengendalian temperatur kabin menggunakan material thermal insulation.

Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis komparatif dua jenis material aluminium foil, yaitu *aluminium glass mat* dan *bubble aluminium foil*, dengan variasi ketebalan 4 mm, 6 mm, dan 8 mm, serta dua konfigurasi pemasangan, yaitu parsial hanya menutupi area mesin dan penuh menutupi seluruh permukaan kap mesin kendaraan Mitsubishi L300. Pendekatan ini memungkinkan penelitian untuk mengevaluasi performa material secara menyeluruh pada tiga titik kritis: ruang kabin, area kursi, dan ruang mesin, sehingga hasil pengukuran mencerminkan distribusi panas yang lebih representatif. Selain itu, penelitian ini menilai performa material pada kondisi operasional siang dan malam hari, yang penting karena perbedaan temperatur lingkungan dapat memengaruhi efektivitas material dalam menghambat

perpindahan panas ke kabin. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menekankan penurunan suhu, tetapi juga menjaga kenyamanan termal pengemudi pada berbagai kondisi lingkungan nyata, sehingga hasilnya lebih aplikatif dibandingkan studi sebelumnya.

Dibandingkan dengan penelitian terdahulu, (Muchammad 2006) hanya meninjau efektivitas material penahan radiasi panas untuk menurunkan temperatur ruang melalui penghambatan perpindahan kalor tanpa membandingkan jenis material atau konfigurasi pemasangan, sedangkan (Gumelar dkk., 2022) menyoroti kemampuan material berbasis aluminium untuk mereduksi panas sekaligus kebisingan dan getaran mesin diesel, namun fokusnya tidak spesifik pada variasi ketebalan atau pengujian pada kondisi siang dan malam hari. Penelitian sebelumnya juga jarang meneliti kendaraan dengan tata letak mesin di bawah kabin, seperti Mitsubishi L300, sehingga distribusi panas di ruang kabin dan area kursi belum banyak dianalisis. Material isolasi dapat secara signifikan mengurangi beban panas di kabin kendaraan dan menurunkan konsumsi energi HVAC, terutama ketika material dipilih berdasarkan karakteristik termalnya (Oubnaki dkk., 2025). Dengan pendekatan komparatif dan variasi yang lebih lengkap, penelitian ini mampu memberikan gambaran yang lebih detail tentang efektivitas material insulasi pada kondisi operasional nyata.

Selain itu, penelitian ini menghasilkan data yang dapat dijadikan dasar untuk rekomendasi praktis mengenai jenis dan konfigurasi material aluminium foil yang paling efektif dalam menurunkan suhu kabin kendaraan niaga. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa *bubble aluminium foil* ketebalan 8 mm dengan pemasangan penuh memiliki efisiensi penurunan suhu ruang mesin hingga 21,9%, sekaligus menurunkan temperatur di area kursi dan kabin secara signifikan. Hal ini menegaskan bahwa material ini efektif, ringan, mudah diaplikasikan, dan mampu meningkatkan kenyamanan termal pengemudi tanpa perlu modifikasi besar pada sistem kendaraan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memperluas wawasan ilmiah tentang sistem *thermal insulation* kendaraan niaga, tetapi juga memberikan kontribusi praktis untuk meningkatkan kenyamanan dan keselamatan pengemudi Mitsubishi L300 dalam operasional sehari-hari.

Penggunaan metode langsung (*direct measurement*) sangat sesuai untuk penelitian ini karena fokusnya adalah mengukur efektivitas aluminium foil sebagai *thermal insulation* pada kabin Mitsubishi L300 dalam kondisi nyata kendaraan beroperasi. Serta menggunakan metode eksperimen, memungkinkan pengamatan hubungan sebab-akibat antara variabel bebas (jenis material, ketebalan, dan konfigurasi pemasangan) dengan variabel terikat (temperatur dan kelembaban di kabin, kursi, dan ruang mesin) secara sistematis dan terukur (Syahrizal dan Jailani 2023).

Secara teoritis, metode ini didukung prinsip perpindahan panas melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Aluminium foil berfungsi sebagai reflektif terhadap radiasi panas, sementara lapisan bubble atau glass mat menahan panas akibat udara terperangkap atau serat kaca sebagai isolator, sehingga mengurangi jumlah panas yang merambat ke kabin kendaraan. Dengan menempatkan Data Logger Elitech RC-4HC di kabin dan mini digital thermometer serta thermometer infrared di ruang mesin dan area kursi, penelitian mampu mencatat suhu dan kelembaban secara real-time pada berbagai kondisi (siang/malam) dan konfigurasi pemasangan material. Setiap pengukuran dilakukan berulang tiga kali untuk memastikan validitas dan reliabilitas data.

Dengan pendekatan ini, penelitian langsung menilai performa material pada kendaraan nyata tanpa simulasi laboratorium, sehingga hasilnya lebih representatif untuk aplikasi praktis pada kendaraan niaga. Prinsip teoritis yang digunakan menjelaskan bagaimana aluminium foil memantulkan radiasi panas, sehingga kombinasi ini memberikan penurunan temperatur signifikan di ruang mesin, area kursi, dan kabin

serta meningkatkan kenyamanan termal pengemudi tanpa memerlukan modifikasi besar pada sistem kendaraan

BAHAN PENELITIAN

1. Mitsubishi L300

Tabel 1. Spesifikasi Mitsubishi L300

SPEKIFIKASI	KETERANGAN
Berat Kosong Tanpa Muatan (Kg)	1.700
Kapasitas Tangki (Liter)	55
Panjang Kendaraan (mm)	4.695
Lebar Kendaraan (mm)	1.690
Tinggi Kendaraan (mm)	1.990
Kapasitas Penumpang (orang)	2
Jarak Sumbu (mm)	2.650
Front Over Hang (mm)	940
Rear Over Hang (mm)	950
Rem Depan	<i>Ventilated Disc</i>
Rem Belakang	<i>Drum</i>
Jumlah Silinder	4
Kapasitas Mesin (cc)	2.476
Bahan Bakar	Solar
Torsi	197 Nm / 2.000 rpm
Tipe Mesin	<i>Inline, SOHC, EFI</i>
Sistem Penggerak Roda	RWD (<i>Rear Wheel Drive</i>)

2. Aluminium Foil

Pada penelitian ini *aluminium foil* digunakan sebagai objek utama yaitu sebagai isolator yang akan dipasang pada kap mesin kendaraan yang menggunakan 3 variasi ukuran dengan satuan mm. Ukuran yang digunakan yaitu 4mm, 6mm, dan 8mm. Pada penelitian ini terdapat 2 bahan jenis *industrial aluminium foil* yang digunakan, yaitu *Aluminium glass mat* dan *Bubble aluminium foil*.

Aluminium glass mat merupakan material berlapis yang terdiri dari lembaran aluminium foil yang dipadukan dengan serat kaca atau glass fiber mat sebagai lapisan penguat dan isolator. Menurut (BSTFLEX 2025), material ini memiliki beberapa karakteristik utama, yaitu lapisan aluminium foil yang berfungsi memantulkan panas radiasi (heat reflection), serta lapisan serat kaca (glass mat) yang berfungsi sebagai isolator panas dan tahan terhadap suhu tinggi. Selain itu, aluminium glass mat bersifat non-combustible atau tidak mudah terbakar dan mampu menahan suhu hingga 600°C. Material ini juga memiliki kekuatan yang baik namun tetap fleksibel sehingga mudah diaplikasikan pada berbagai kebutuhan teknik dan industri.

Bubble aluminium foil merupakan material insulasi termal yang terdiri dari lembaran aluminium foil yang dipadukan dengan lapisan gelembung udara (bubble) berbahan plastik. Material ini dirancang untuk menghambat perpindahan panas dengan cara memantulkan panas radiasi serta menahan panas melalui udara yang terperangkap di dalam gelembung. Menurut (GNET 2025), bubble aluminium foil memiliki beberapa karakteristik, yaitu lapisan aluminium foil yang berfungsi memantulkan panas (heat reflection), sedangkan lapisan gelembung udara berfungsi sebagai isolator panas karena udara memiliki konduktivitas termal yang rendah. Selain itu, material ini memiliki bobot ringan dan fleksibel sehingga mudah diaplikasikan, tahan terhadap kelembapan dan air, serta mampu membantu meredam panas dan suara ringan.

ALAT PENELITIAN

1. *Termometer Inframerah*

Termometer inframerah merupakan alat pengukur suhu yang bekerja dengan mendeteksi radiasi panas (radiasi benda hitam) yang dipancarkan oleh suatu objek. Alat ini sering disebut juga termometer laser, karena laser digunakan untuk membantu mengarah tepat ke target pengukuran, serta dikenal sebagai termometer nonkontak atau termometer pistol karena kemampuannya mengukur suhu tanpa perlu menyentuh objek secara langsung. Prinsip kerjanya didasarkan pada penghitungan energi inframerah yang dipancarkan objek ke permukaannya, sehingga suhu objek dapat diketahui dengan tingkat ketelitian tertentu.

Thermometer infrared pada peneitian ini akan digunakan untuk mengukur suhu pada area ruang mesin. Laser dari alat ini akan ditembakkan ke ruang mesin kendaraan dan akan memunculkan data suhu pada ruang mesin dengan 4 kali pengambilan data, yaitu tanpa menggunakan *aluminium foil*, menggunakan ukuran 4mm, 6mm, dan 8mm.

2. *Data Logger Elitech RC-4HC*

Data logger Elitech RC-4HC adalah alat elektronik yang digunakan untuk mencatat suhu dan kelembaban udara. Alat ini mencatat suhu dan kelembaban udara secara berkala real-time terus menerus yang nantinya data dari logger suhu ini akan diubah dalam bentuk digital melalui software Elitech Logwin yang dapat disimpan ke dalam soft file komputer.

Pada penelitian ini *data logger RC-4HC* digunakan sebagai alat ukur suhu pada ruang kemudi atau kabin kendaraan. Data logger akan memunculkan jumlah suhu pada kabin kendaraan pada saat percobaan dilakukan dengan 4 kali pengambilan data yaitu tanpa menggunakan aluminium foil, menggunakan ukuran 4mm, 6mm, dan 8mm.

3. *Mini Digital Thermometer*

Mini digital thermometer adalah alat ukur suhu yang menggunakan sensor elektronik untuk mendeteksi dan menampilkan nilai temperatur secara digital. Dalam penelitian ini, mini digital thermometer

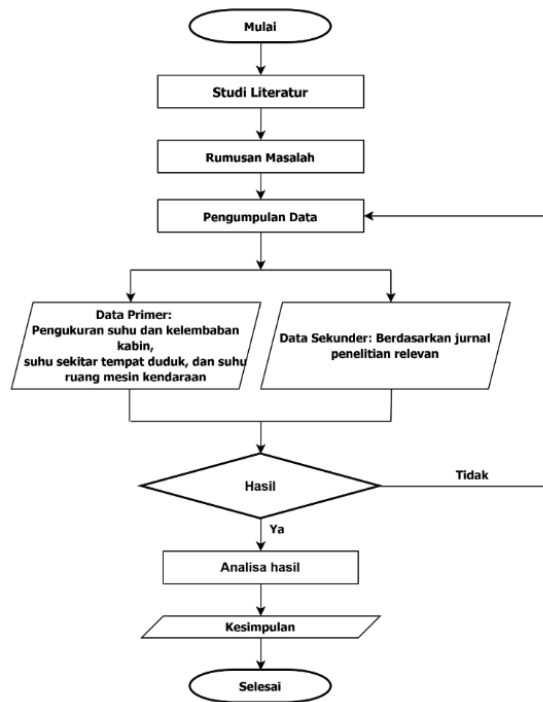
digunakan sebagai instrumen untuk mengukur suhu pada area ruang mesin kendaraan, sehingga perubahan temperatur akibat rambatan panas dapat diamati secara akurat dan real-time. Alat ini dipilih karena memiliki respons cepat, tingkat akurasi yang baik, serta mampu ditempatkan pada ruang terbatas di sekitar mesin.

VARIABEL PENELITIAN

Tabel 2. Spesifikasi Mitsubishi L300

Variabel Penelitian	Keterangan
Variabel Bebas	Tanpa menggunakan aluminium foil Menggunakan aluminium foil dengan ukuran ketebalan 4mm Menggunakan aluminium foil dengan ukuran ketebalan 6mm Menggunakan aluminium foil dengan ukuran ketebalan 8mm
Variabel Terikat	Ruang kabin kendaraan Ruang mesin kendaraan Area di sekitar kursi kendaraan
Variabel Kontrol	Mitsubishi L300

ALUR PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

METODE PENGAMBILAN DATA

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk menganalisis pengaruh penggunaan aluminium foil sebagai material thermal insulation terhadap penurunan temperatur dan kelembaban pada kabin kendaraan Mitsubishi L300. Metode eksperimen digunakan untuk mengetahui hubungan sebab-akibat antara variabel bebas dan variabel terikat melalui proses pengendalian variabel penelitian secara terukur dan sistematis. Menurut (Syahrizal dan Jailani 2023) metode eksperimen merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk menjelaskan hubungan kausalitas antarvariabel melalui proses pengukuran dan pengendalian variabel penelitian secara cermat.

1. Experimental Design Set-up

Pengaturan awal pengujian dilakukan dengan menempatkan Data Logger Elitech RC-4HC di dalam kabin kendaraan menggunakan tripod agar posisi alat tetap stabil selama proses pengambilan data berlangsung. Probe dari mini digital thermometer ditempatkan pada ruang mesin kendaraan untuk mengukur temperatur ruang mesin secara langsung, sedangkan kabel display diarahkan menuju area depan kursi pengemudi agar nilai temperatur dapat dipantau selama pengujian. Pengukuran temperatur pada area kursi kendaraan dilakukan menggunakan thermometer infrared secara non-kontak.

2. Pengukuran Suhu dan Kelembaban Kabin Kendaraan

Pengujian dilakukan menggunakan kendaraan angkutan barang Mitsubishi L300 dengan variasi aluminium foil berketebalan 4 mm, 6 mm, dan 8 mm yang telah disesuaikan dengan bentuk permukaan kap mesin kendaraan. Instrumen pengukuran yang digunakan meliputi Data Logger Elitech RC-4HC untuk mengukur suhu dan kelembaban kabin serta mini digital thermometer untuk mengukur temperatur ruang mesin kendaraan.

Pada tahap awal pengujian dilakukan pengambilan data tanpa pemasangan aluminium foil sebagai kondisi kontrol. Data logger terlebih dahulu dikonfigurasi menggunakan perangkat lunak Elitech Logwin melalui koneksi USB untuk mengatur interval perekaman data, batas maksimum, dan batas minimum pengukuran. Setelah parameter pengukuran ditentukan, data logger ditempatkan di dalam kabin kendaraan dan diaktifkan untuk merekam data temperatur serta kelembaban secara real-time.

Kendaraan kemudian dioperasikan hingga mencapai temperatur kerja optimal mesin pada rentang 80°C–90°C. Setelah kondisi temperatur mesin stabil, dilakukan pengukuran temperatur pada area kursi menggunakan thermometer infrared. Data hasil pengukuran suhu dan kelembaban yang tersimpan pada data logger selanjutnya dipindahkan dan dianalisis menggunakan perangkat lunak Elitech Logwin.

3. Pengukuran Temperatur Ruang Mesin

Pengukuran temperatur ruang mesin dilakukan dengan membuka penutup ruang mesin yang berada di bawah kursi kendaraan. Aluminium foil yang telah disesuaikan dengan dimensi permukaan kap mesin dipasang dengan dua variasi konfigurasi, yaitu pemasangan parsial yang hanya menutupi area mesin dan pemasangan penuh yang menutupi seluruh permukaan kap mesin kendaraan.

Probe mini digital thermometer ditempatkan pada ruang mesin untuk mengukur temperatur secara langsung selama pengujian berlangsung. Setelah pemasangan aluminium foil dan penempatan alat ukur selesai dilakukan, kap mesin ditutup kembali hingga rapat untuk memastikan kondisi pengujian menyerupai kondisi operasional kendaraan sebenarnya.

4. Pengukuran Temperatur Area Kursi Kendaraan

Pengukuran temperatur pada area kursi kendaraan dilakukan menggunakan thermometer infrared dengan satuan pengukuran derajat Celsius (°C). Pengukuran dilakukan secara non-kontak dengan

mengarahkan sensor thermometer infrared pada area permukaan kursi kendaraan untuk memperoleh data temperatur selama proses pengujian berlangsung.

MATRIKS PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimen langsung pada kendaraan Mitsubishi L300, yang memungkinkan pengamatan hubungan sebab-akibat antara variabel bebas (jenis material aluminium foil, ketebalan, dan konfigurasi pemasangan) dan variabel terikat (temperatur dan kelembaban ruang kabin, area kursi, dan ruang mesin) secara terukur dan sistematis. Prinsip pengumpulan data didasarkan pada teori perpindahan panas yang mencakup konduksi, konveksi, dan radiasi. Aluminium foil berfungsi sebagai reflektif terhadap radiasi panas, lapisan bubble menahan panas melalui udara terperangkap sebagai isolator termal, dan glass mat berperan sebagai isolator mekanik yang menahan perpindahan panas melalui material padat.

Data dikumpulkan dengan menggunakan Data Logger Elitech RC-4HC untuk mencatat temperatur dan kelembaban kabin secara real-time, mini digital thermometer untuk pengukuran suhu di ruang mesin, dan thermometer infrared untuk mengukur temperatur area kursi secara non-kontak. Pengukuran dilakukan berulang sebanyak tiga kali pada setiap variasi material dan ketebalan untuk meningkatkan validitas dan reliabilitas data. Metode ini memungkinkan pengambilan data secara kontinu selama kendaraan berada pada temperatur kerja optimal mesin 80-90°C, sehingga fluktuasi suhu akibat kondisi operasional nyata dapat teramati dengan baik.

Pengujian dilakukan pada kondisi siang dan malam hari untuk mengevaluasi pengaruh variasi temperatur lingkungan terhadap efektivitas material insulasi. Selain itu, pengambilan data mempertimbangkan dua konfigurasi pemasangan aluminium foil: parsial yang hanya menutupi area mesin dan penuh yang menutupi seluruh permukaan kap mesin. Hal ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh luas area pemasangan terhadap penurunan temperatur kabin, sehingga diperoleh informasi yang aplikatif bagi pengendalian panas kabin kendaraan niaga.

Secara umum, parameter pengukuran pada penelitian ini meliputi:

- a) Temperatur dan kelembaban ruang kabin kendaraan
- b) Temperatur area sekitar kursi pengemudi
- c) Temperatur ruang mesin kendaraan

dengan variasi posisi pemasangan aluminium foil sebagai berikut:

- a) Pemasangan parsial pada area mesin kendaraan
- b) Pemasangan penuh pada seluruh permukaan kap mesin kendaraan.

ANALISIS DATA

Untuk melakukan perhitungan secara teknis pemasangan *aluminium foil* sebagai insulator pada kap mesin kendaraan L300, agar dapat mengetahui seberapa besar penurunan suhu dapat dihitung dengan rumus perhitungan menurut penelitian (Maymuchar dan Rulianto, 2011). Perhitungan efisiensi penurunan suhu :

$$\text{Efisiensi} = \frac{\Delta T}{\text{Suhu awal}} \times 100\%$$

Keterangan:

ΔT = suhu awal – suhu akhir

suhu awal = sebelum pemasangan *aluminium foil*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kenyamanan termal adalah kondisi dimana seseorang merasa nyaman terhadap suhu udara di sekitar lingkungannya, seseorang akan nyaman jika suhu di sekitarnya tidak terlalu panas dan tidak terlalu dingin. Kenyamanan termal merupakan kepuasan yang dialami oleh manusia yang menerima suatu keadaan termal, keadaan ini merupakan keadaan yang alamiah baik secara sadar maupun tidak sadar (Istiningrum dkk., 2010)

Menurut peraturan dari (Kementerian Kesehatan 2023) Nomor 2, udara yang sehat di dalam ruangan berkisar antara 18°C hingga 30°C dengan kelembaban 40% hingga 60%. Sedangkan suhu pada lingkungan yaitu 20°C hingga 30°C dengan rentang kelembaban 40% hingga 70%.

Pada penelitian ini dilakukan secara langsung pada kendaraan Mitsubishi L300 versi *Euro 2* menggunakan 3 alat ukur yaitu *Data logger* Elitech RC-4HC, *Thermometer infrared*, *Mini Digital Thermometer* dengan menggunakan 2 bahan *aluminium foil* yaitu *Aluminium glass mat* dan *Bubble aluminium foil*.

Dalam satu variasi dilakukan pengukuran sebanyak tiga kali. Pengambilan data dari hasil pengukuran suhu dan kelembaban kabin dilakukan menggunakan *datalogger* yang terhubung dengan aplikasi *Elitech Logwin V8*, sedangkan untuk pengambilan data suhu area kursi kendaraan dan ruang mesin kendaraan dilakukan dengan cara melakukan perekaman video serta pencatatan hasil perdetik menggunakan *microsoft excel*. Pengukuran suhu dan kelembaban kabin kendaraan dilakukan pada suhu kendaraan yang optimal yaitu antara 80°C hingga 90°C. Pada penelitian ini akan dilakukan pengambilan data dengan sebuah tabel dari (Lapisa dkk., 2019) pada siang hari dan malam hari guna untuk melihat perbedaan antara suhu dan kelembaban pada siang hari dan malam hari.

HASIL PENGUKURAN SUHU DAN KELEMBABAN GLASSMAT ALUMINIUM FOIL

1. Variasi pemasangan parsial siang hari

Tabel 3. Pemasangan parsial glassmat siang hari

No	Daftar	Siang hari pada pukul 11.00 – 14.00											
		Posisi pemasangan aluminium foil hanya menutupi mesin kendaraan											
		Suhu ruang kabin (°C)				Area sekitar kursi (°C)				Ruang mesin (°C)			
		Tanpa Alumin ium foil	4mm	6mm	8mm	Tanpa Alumin ium foil	4mm	6mm	8mm	Tanpa Alumin ium Foil	4mm	6mm	8mm
1.	I	36,2	34,5	35	36,6	38,1	36,7	39,5	40,9	67,8	59	67,7	68,9
2.	II	40,3	41,7	38,9	39,9	41,3	44,6	38,1	37,1	85,9	73,3	73,5	66,2
3.	III	41,4	40,9	38,9	38,8	52,5	41,7	39,2	36,5	74,7	74,2	74,4	66,2

Rata-rata	39,3	37,4	37,6	38,4	43,9	41	38,9	38,1	76,1	68,8	71,8	67,1
Efisiensi penurunan suhu (%)		4,83 %	4,33 %	2,29 %		6,61 %	11,3 7%	13,2 5%		9,59 %	5,65 %	11,8 %

Tabel 4. Kelembaban pemasangan parsial glassmat siang hari

No	Data	Siang hari pada pukul 11.00 – 14.00			
		Posisi pemasangan aluminium foil hanya menutupi mesin kendaraan			
		Kelembaban ruang kabin (%)			
		Tanpa Aluminium foil	4mm	6mm	8mm
1.	I	60	65	52,8	53,6
2.	II	46,4	46,9	46,5	46,7
3.	III	50,1	44,7	46,9	47,4
Rata - rata		52,1	52,2	48,7	49,2

Pada variasi ini *Aluminium Glass Mat* diletakkan diatas ruang mesin dengan posisi pemasangan hanya menutupi bagian mesin kendaraan, dan dijepit oleh kursi kendaraan. Sehingga terdapat bagian kap mesin yang tidak tertutup *aluminium foil glass mat*. Dilakukan pada siang hari pada pukul 11.00 – 14.00 dengan variasi ketebalan ukuran 4mm, 6mm, dan 8mm.

2. Variasi pemasangan *aluminium foil glass mat* penuh siang hari

Tabel 5. Pemasangan penuh glassmat siang hari

No	Data	Siang hari pada pukul 11.00 – 14.00											
		Posisi pemasangan aluminium foil menutupi seluruh permukaan kap mesin kendaraan											
		Suhu ruang kabin (°C)				Area sekitar kursi (°C)				Ruang mesin (°C)			
		Tanpa Aluminium foil	4mm	6mm	8mm	Tanpa Aluminium foil	4mm	6mm	8mm	Tanpa Aluminium Foil	4mm	6mm	8mm
1.	I	36,2	35,4	43,9	36,2	38,1	39,8	43,9	42,8	67,9	66,2	71,1	62,2
2.	II	40,3	34,3	40,5	37,6	41,3	39,6	37,5	40,9	85,9	59,9	69,9	63,2
3.	III	41,4	38,8	38,6	40	52,5	42,2	36,6	36,2	74,7	64,5	71,6	56,1

Rata-rata	39,3	36,1	41	37,9	43,9	40,5	39,3	39,9	76,1	63,5	70,8	60,5
Efisiensi penurun an suhu (%)		8,14 %	- 4,33 %	3,56 %		7,74 %	10,4 %	9,11 %		16,5 %	6,95 %	20,5 %

Tabel 6. Kelembaban pemasangan penuh glassmat siang hari

No	Data	Siang hari pada pukul 11.00 – 14.00			
		Posisi pemasangan aluminium foil menutupi seluruh permukaan kap mesin kendaraan			
		Kelembaban ruang kabin (%)			
		Tanpa Aluminium foil	4mm	6mm	8mm
1.	I	60	63,8	53,4	63,5
2.	II	46,4	64,8	43,7	56,2
3.	III	50,1	54,8	45,2	48,1
Rata - rata		52,1	61,1	47,4	55,9

Pada variasi ini *Aluminium Glass Mat* diletakkan diatas ruang mesin dengan posisi pemasangan menutupi seluruh permukaan kap mesin kendaraan, dan dijepit oleh kursi kendaraan. Dilakukan pada siang hari pukul 11.00 – 14.00 dengan variasi ketebalan ukuran 4mm, 6mm, dan 8mm.

3. Variasi pemasangan *aluminium foil glass mat* parsial malam hari

Tabel 7. Pemasangan parsial glassmat malam hari

No	Data	Malam hari pada pukul 19.00 – 22.00											
		Posisi pemasangan aluminium foil hanya menutupi mesin kendaraan											
		Suhu ruang kabin (°C)				Area sekitar kursi (°C)				Ruang mesin (°C)			
		Tanpa Aluminium foil				Tanpa Aluminium foil				Tanpa Aluminium Foil			
		4mm	6mm	8mm		4mm	6mm	8mm		4mm	6mm	8mm	
1.	I	33,2	32,4	31,1	29,9	32,4	33,7	32,8	31,8	60	61,5	59,1	63,7
2.	II	34	30,4	31,5	31,4	36,8	32,5	33	33,4	67	62,5	63,5	58,3
3.	III	31,2	30,6	31,8	31,5	34,3	32	33,3	33,4	74,2	63,4	66	57

Rata-rata	32,8	31,1	31,4	30,9	34,5	32,7	33	32,8	67	62,4	62,8	59,6
Efisiensi penurunan suhu (%)		5,18 %	4,27 %	5,79 %		5,22 %	4,35 %	4,93 %		6,87 %	6,27 %	11,0 4%

Tabel 8. Kelembaban pemasangan parsial glassmat malam hari

No	Data	Malam hari pada pukul 19.00 – 22.00			
		Posisi pemasangan aluminium foil hanya menutupi mesin kendaraan			
		Kelembaban ruang kabin (%)			
		Tanpa Aluminium foil	4mm	6mm	8mm
1.	I	72,9	71,2	75,6	78,5
2.	II	46,4	46,9	46,5	46,7
3.	III	68,5	72,8	76,8	68,8
Rata - rata		62,6	63,6	66,3	64,6

Pada variasi ini, *Aluminium Glass Mat* dipasang di atas ruang mesin Mitsubishi L300 dengan konfigurasi pemasangan parsial, yaitu hanya menutupi bagian utama di atas mesin kendaraan. Material diposisikan pada area kap mesin yang berada di bawah kursi, kemudian dijepit oleh kursi kendaraan agar posisi material tetap stabil selama proses pengujian berlangsung. Karena pemasangan hanya dilakukan pada bagian tertentu, masih terdapat sebagian permukaan kap mesin yang tidak tertutup oleh *Aluminium Glass Mat*. Kondisi ini menyebabkan panas dari ruang mesin masih berpotensi merambat ke kabin melalui area kap mesin yang terbuka, baik melalui konduksi pada permukaan logam maupun radiasi panas dari ruang mesin. Pengujian dilakukan pada malam hari pukul 19.00-22.00 dengan tiga variasi ketebalan material, yaitu 4 mm, 6 mm, dan 8 mm, untuk mengetahui pengaruh ketebalan material terhadap kemampuan menahan panas.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemasangan *Aluminium Glass Mat* secara parsial pada malam hari mampu menurunkan temperatur pada ruang kabin, area sekitar kursi, dan ruang mesin dibandingkan kondisi tanpa aluminium foil. Pada kondisi tanpa aluminium foil, rata-rata suhu ruang kabin tercatat sebesar 32,8°C, area sekitar kursi sebesar 34,5°C, dan ruang mesin sebesar 67°C. Setelah dipasang *Aluminium Glass Mat*, suhu cenderung mengalami penurunan, terutama pada ketebalan 8 mm yang menghasilkan suhu rata-rata 30,9°C pada ruang kabin, 32,8°C pada area sekitar kursi, dan 59,6°C pada ruang mesin. Berdasarkan hasil tersebut, ketebalan 8 mm menjadi variasi yang paling efektif pada pemasangan parsial malam hari karena mampu menghasilkan efisiensi penurunan suhu sebesar 5,79% pada ruang kabin, 4,93% pada area sekitar kursi, dan 11,04% pada ruang mesin. Penurunan ini menunjukkan bahwa semakin tebal material *Aluminium Glass Mat* yang digunakan, semakin besar pula kemampuan material dalam menghambat perpindahan panas dari ruang mesin menuju kabin kendaraan, meskipun efektivitasnya masih

dipengaruhi oleh luas area pemasangan yang belum menutupi seluruh permukaan kap mesin.

4. Variasi pemasangan *aluminium foil glass mat* penuh malam hari

Tabel 9. Pemasangan penuh glassmat malam hari

No	Data	Malam hari pada pukul 19.00 – 22.00											
		Posisi pemasangan aluminium foil menutupi seluruh permukaan kap mesin kendaraan											
		Suhu ruang kabin (°C)				Area sekitar kursi (°C)				Ruang mesin (°C)			
		Tanpa Aluminium foil	4mm	6mm	8mm	Tanpa Aluminium foil	4mm	6mm	8mm	Tanpa Aluminium Foil	4mm	6mm	8mm
1.	I	33,2	31,8	29,4	30,3	32,4	32,2	30,3	38,7	60	63,9	59,8	62,8
2.	II	34	30,3	31,2	30,3	36,8	30,7	32,9	31,9	67	62,6	57,8	55,8
3.	III	31,2	30,6	31,3	30,8	34,3	30,5	32,6	32,4	74,2	61,7	59,3	61,1
Rata-rata		32,8	30,9	30,6	30,4	34,5	31,1	31,9	34,3	67	62,7	58,9	59,9
Efisiensi penurunan suhu (%)			5,79 %	6,71 %	7,32 %		9,86 %	7,54 %	0,58 %		6,42 %	12,0 9%	10,5 %

Tabel 10. Kelembaban pemasangan penuh malam hari

No	Data	Malam hari pada pukul 19.00 – 22.00			
		Posisi pemasangan aluminium foil menutupi seluruh permukaan kap mesin kendaraan			
		Kelembaban ruang kabin (%)			
		Tanpa Aluminium foil	4mm	6mm	8mm
1.	I	72,9	75,3	76,9	77,2
2.	II	46,4	73,7	77,2	71,4
3.	III	68,5	71,7	78,1	69,3
Rata - rata		62,6	73,5	77,4	72,6

Pada variasi ini *Aluminium Glass Mat* diletakkan diatas ruang mesin dengan posisi pemasangan menutupi seluruh permukaan kap mesin kendaraan, dan dijepit oleh kursi kendaraan. Dilakukan pada

malam hari pukul 19.00 – 22.00 dengan variasi ketebalan ukuran 4mm, 6mm, dan 8mm.

HASIL PENGUKURAN SUHU DAN KELEMBABAN BUBBLE ALUMINIUM FOIL

1. Variasi pemasangan *bubble aluminium foil* parsial siang hari

Tabel 11. Pemasangan parsial bubble siang hari

No	Data	Siang hari pada pukul 11.00 – 14.00											
		Posisi pemasangan aluminium foil hanya menutupi mesin kendaraan											
		Suhu ruang kabin (°C)			Area sekitar kursi (°C)				Ruang mesin (°C)				
		Tanpa Alumin ium foil	4mm	6mm	8mm	Tanpa Alumin ium foil	4mm	6mm	8mm	Tanpa Alumin ium Foil	4mm	6mm	8mm
1.	I	36,2	38,2	37,8	37,7	38,1	40,5	40,4	40,2	67,8	71,1	71,1	70,4
2.	II	40,3	40,8	38	37,7	41,3	46,3	38,7	33,4	85,9	72,2	73,7	55,3
3.	III	41,4	42,0	38,4	38	52,5	46,3	40	35,4	74,7	74,7	74,1	57,8
Rata-rata		39,3	40,3	38	37,8	43,9	44,3	39,7	36,3	76,1	72,7	72,9	61,1
Efisi- ensi penurun an suhu (%)			- 2,54 %	3,31 %	3,81 %		- 0,91 %	9,56 %	17,3 %		4,47 %	4,20 %	19,7 %

Tabel 12. Kelembaban pemasangan parsial bubble siang hari

No	Data	Siang hari pada pukul 11.00 – 14.00			
		Posisi pemasangan aluminium foil hanya menutupi mesin kendaraan			
		Kelembaban ruang kabin (%)			
		Tanpa Aluminium foil	4mm	6mm	8mm
1.	I	60	51,2	51,0	53,6
2.	II	46,4	45,7	47,4	50,3
3.	III	50,1	43,7	46,9	47,2
Rata - rata		52,1	46,8	48,4	50,3

Pada variasi ini *bubble aluminium foil* diletakkan diatas ruang mesin dengan posisi pemasangan hanya menutupi bagian mesin kendaraan, dan dijepit oleh kursi kendaraan. Sehingga terdapat bagian kap mesin yang tidak tertutup *bubble aluminium foil*. Dilakukan pada siang hari pada pukul 11.00 – 14.00

dengan variasi ketebalan ukuran 4mm, 6mm, dan 8mm.

2. Variasi pemasangan *bubble aluminium foil* penuh siang hari

Tabel 13. Pemasangan penuh bubble siang hari

No	Data	Siang hari pada pukul 11.00 – 14.00											
		Posisi pemasangan aluminium foil menutupi seluruh permukaan kap mesin kendaraan											
		Suhu ruang kabin (°C)				Area sekitar kursi (°C)				Ruang mesin (°C)			
		Tanpa Alumin ium foil	4mm	6mm	8mm	Tanpa Alumin ium foil	4mm	6mm	8mm	Tanpa Alumin ium Foil	4mm	6mm	8mm
1.	I	36,2	36,2	37,1	37,2	38,1	41,7	41,2	38,7	67,8	70,6	66,9	62,8
2.	II	40,3	39,4	37,3	37,3	41,3	40,8	35,2	34	85,9	67,3	71,2	61,4
3.	III	41,4	39,6	37,3	40	52,5	42,5	38,2	33,2	74,7	65,8	71,3	54,1
Rata-rata		39,3	38,4	37,2	38,1	43,9	41,6	38,2	35,3	76,1	67,9	69,8	59,4
Efisi- ensi penuru nan suhu (%)			2,29 %	5,34 %	3,05 %		5,24 %	12,9 %	19,6 %		10,7 8%	8,28 %	21,9 %

Tabel 14. Kelembaban pemasangan penuh bubble siang hari

No	Data	Siang hari pada pukul 11.00 – 14.00			
		Posisi pemasangan aluminium foil menutupi seluruh permukaan kap mesin kendaraan			
		Kelembaban ruang kabin (%)			
		Tanpa Aluminium foil	4mm	6mm	8mm
1.	I	60	54,4	57,1	59,7
2.	II	46,4	48,8	48,4	52,2
3.	III	50,1	47	49,5	48,1
Rata - rata		52,1	50	51,6	53,3

Pada variasi ini *bubble aluminium foil* diletakkan diatas ruang mesin dengan posisi pemasangan menutupi seluruh permukaan kap mesin kendaraan, dan dijepit oleh kursi kendaraan. Dilakukan pada siang hari pukul 11.00 – 14.00 dengan variasi ketebalan ukuran 4mm, 6mm, dan 8mm.

3. Variasi pemasangan *bubble aluminium foil* parsial malam hari

Tabel 15. Pemasangan parsial bubble malam hari

No	Data	Malam hari pada pukul 19.00 – 22.00											
		Posisi pemasangan aluminium foil hanya menutupi mesin kendaraan											
		Suhu ruang kabin (°C)				Area sekitar kursi (°C)				Ruang mesin (°C)			
		Tanpa Aluminium foil	4mm	6mm	8mm	Tanpa Aluminium foil	4mm	6mm	8mm	Tanpa Aluminium Foil	4mm	6mm	8mm
1.	I	33,2	31,5	32,2	31,8	32,4	32,4	34,8	34,2	60	60,9	63,2	57,7
2.	II	34	30,9	32,8	31,6	36,8	31,8	35,1	33,8	67	61,8	66	58,1
3.	III	31,2	31,2	33,1	32,4	34,3	32,2	35,9	34,7	74,2	62	66,6	60,9
Rata-rata		32,8	31,2	32,7	31,9	34,5	32,1	35,2	34,2	67	61,5	65,2	58,9
Efisiensi penurunan suhu (%)			4,88 %	0,3 %	2,74 %		6,99 %	- 2,03 %	0,87 %		8,21 %	2,69 %	12,0 9%

Tabel 16. Kelembaban pemasangan parsial bubble malam hari

No	Data	Malam hari pada pukul 19.00 – 22.00			
		Posisi pemasangan aluminium foil hanya menutupi mesin kendaraan			
		Kelembaban ruang kabin (%)			
		Tanpa Aluminium foil	4mm	6mm	8mm
1.	I	72,9	72,4	70,3	70,7
2.	II	68,9	71,7	73,5	72,1
3.	III	68,5	71,3	71,0	71,6
Rata - rata		70,1	71,8	71,6	71,4

Pada variasi ini *bubble aluminium foil* diletakkan diatas ruang mesin dengan posisi pemasangan hanya menutupi bagian mesin kendaraan, dan dijepit oleh kursi kendaraan. Sehingga terdapat bagian kap mesin yang tidak tertutup *bubble aluminium foil*. Dilakukan pada malam hari pada pukul 19.00 – 22.00 dengan variasi ketebalan ukuran 4mm, 6mm, dan 8mm.

4. Variasi pemasangan *bubble aluminium foil* penuh malam hari

Tabel 17. Pemasangan penuh bubble malam hari

		Malam hari pada pukul 19.00 – 22.00											
No	Data	Posisi pemasangan aluminium foil menutupi seluruh permukaan kap mesin kendaraan											
		Suhu ruang kabin (°C)				Area sekitar kursi (°C)				Ruang mesin (°C)			
		Tanpa Aluminium foil	4mm	6mm	8mm	Tanpa Aluminium foil	4mm	6mm	8mm	Tanpa Aluminium Foil	4mm	6mm	8mm
1.	I	33,2	30,2	27,4	26	32,4	30,6	29,7	28,8	60	59,3	59,8	57,9
2.	II	34	30,2	31,6	31,8	36,8	31,1	34,4	33,5	67	61,5	67,2	60,5
3.	III	31,2	30,3	31,7	31,5	34,3	31,8	34,6	32,4	74,2	62,4	68,4	61,1
Rata-rata		32,8	30,2	30,2	29,7	34,5	31,1	32,9	31,5	67	61	65,1	59,8
Efisiensi penurunan suhu (%)			7,93 %	7,93 %	9,43 %		9,86 %	4,63 %	8,7 %		8,96 %	2,84 %	10,7 5%

Tabel 18. Kelembaban pemasangan penuh bubble malam hari

No	Data	Malam hari pada pukul 19.00 – 22.00			
		Posisi pemasangan aluminium foil menutupi seluruh permukaan kap mesin kendaraan			
		Kelembaban ruang kabin (%)			
		Tanpa Aluminium foil	4mm	6mm	8mm
1.	I	72,9	74,3	75,9	77,6
2.	II	68,9	72,2	76,4	69,1
3.	III	68,5	72,8	75,7	70,3
Rata - rata		70,1	73,1	76	72,3

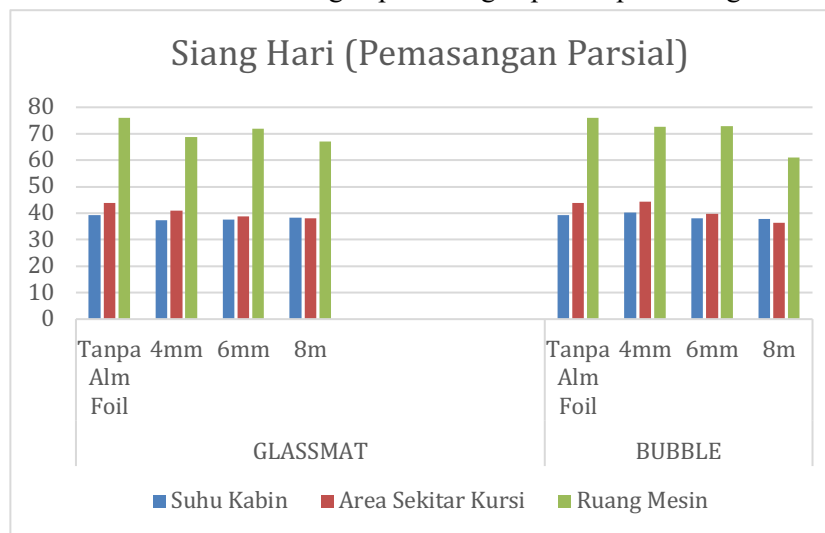
Pada variasi ini *bubble aluminium foil* diletakkan diatas ruang mesin dengan posisi pemasangan menutupi seluruh permukaan kap mesin kendaraan, dan dijepit oleh kursi kendaraan. Dilakukan pada malam hari pada pukul 19.00 – 22.00 dengan variasi ketebalan ukuran 4mm, 6mm, dan 8mm.

PEMBAHASAN DAN ANALISIS DATA

Analisis data hasil pengukuran suhu dan kelembaban kabin, area kursi, dan ruang mesin kendaraan dilakukan menggunakan Microsoft Excel, dengan tujuan mengetahui efektivitas penggunaan aluminium

foil jenis *glass mat* dan *bubble foil* dalam menurunkan temperatur kendaraan. Setiap variasi ketebalan material (4 mm, 6 mm, 8 mm) dan konfigurasi pemasangan (parsial dan penuh) diuji sebanyak tiga kali untuk memperoleh nilai rata-rata yang valid dan reliabel. Data pengukuran tanpa aluminium foil digunakan sebagai kontrol untuk membandingkan efektivitas material, sedangkan pengukuran dilakukan pada kondisi mesin mencapai temperatur kerja optimal 80–90°C. Hasil analisis menunjukkan bahwa pemasangan aluminium foil mampu menurunkan temperatur pada ketiga titik pengukuran dibandingkan kondisi tanpa material, dengan efek yang berbeda tergantung jenis material, ketebalan, dan luas area pemasangan. Pemasangan parsial hanya menurunkan temperatur sebagian, sedangkan pemasangan penuh menutupi seluruh kap mesin menunjukkan penurunan suhu yang lebih signifikan. Dari semua variasi, bubble aluminium foil ketebalan 8 mm dengan pemasangan penuh menghasilkan efisiensi penurunan suhu tertinggi, mencapai 21,9% pada ruang mesin, 19,6% pada area kursi, dan 3,05% pada kabin saat pengujian siang hari, sedangkan pengujian malam hari menunjukkan penurunan serupa namun dengan nilai lebih rendah karena kondisi lingkungan yang lebih dingin. Penurunan suhu ini dapat dijelaskan secara teoritis melalui prinsip perpindahan panas: aluminium foil memantulkan radiasi panas, lapisan bubble menahan panas melalui udara terperangkap sebagai isolator, dan glass mat berfungsi sebagai isolator mekanik yang memperlambat konduksi panas ke kabin. Analisis ini menunjukkan bahwa kombinasi ketebalan dan konfigurasi pemasangan sangat menentukan efektivitas material dalam mengurangi suhu, sehingga dapat digunakan sebagai dasar rekomendasi praktis untuk meningkatkan kenyamanan termal pengemudi Mitsubishi L300 tanpa perlu modifikasi besar pada kendaraan.

1. Analisa hasil variasi aluminium foil dengan pemasangan parsial pada siang hari



Gambar 2. Diagram variasi pemasangan parsial siang hari

Gambar 2 menunjukkan diagram batang perbandingan temperatur pada tiga titik pengukuran: ruang kabin, area sekitar kursi, dan ruang mesin, untuk dua jenis aluminium foil (*Glass Mat* dan *Bubble*), dengan ketebalan 4 mm, 6 mm, dan 8 mm, serta kondisi tanpa aluminium foil sebagai kontrol. Sumbu horizontal menunjukkan variasi ketebalan material dan jenis aluminium foil, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan temperatur dalam satuan derajat Celsius (°C).

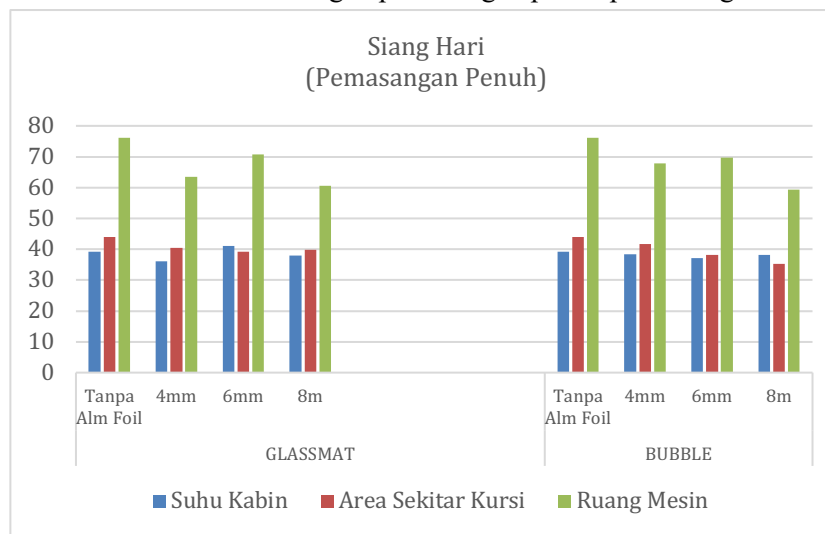
Dari grafik terlihat tren jelas bahwa Bubble Aluminium Foil memberikan penurunan suhu yang lebih

signifikan dibanding Glass Mat, terutama pada ketebalan 8 mm. Misalnya, pada pemasangan parsial siang hari, suhu ruang mesin turun dari 76,1°C (tanpa aluminium foil) menjadi 61,1°C dengan bubble foil 8 mm, menunjukkan efisiensi penurunan sebesar 19,7%. Area sekitar kursi juga menunjukkan penurunan suhu yang signifikan, dari 43,9°C menjadi 36,3°C (efisiensi 17,3%), sementara ruang kabin turun lebih moderat dari 39,3°C menjadi 37,8°C (efisiensi 3,81%).

Perbandingan antar ketebalan juga terlihat: semakin tebal material, semakin rendah suhu yang tercatat pada ketiga titik, meskipun penurunan pada ruang kabin lebih kecil dibanding ruang mesin dan area kursi karena panas yang merambat lebih dominan dari mesin. Sedangkan Glass Mat menunjukkan tren penurunan yang lebih rendah dibanding Bubble, menegaskan bahwa lapisan udara terperangkap pada Bubble memberikan isolasi panas lebih efektif melalui kombinasi refleksi radiasi dan penahanan panas udara.

Grafik ini membantu visualisasi perbedaan performa masing-masing material dan ketebalan, sehingga pembaca dapat langsung melihat bahwa bubble aluminium foil 8 mm dengan pemasangan parsial adalah variasi paling efektif dalam menurunkan suhu di kondisi siang hari, terutama pada ruang mesin dan area kursi, yang menjadi titik kritis dalam pengaruh panas terhadap kenyamanan pengemudi.

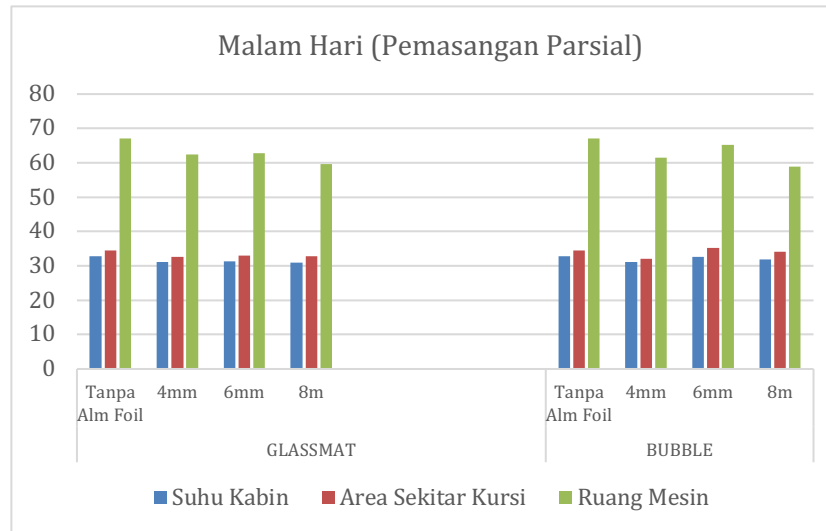
2. Analisa hasil variasi aluminium foil dengan pemasangan penuh pada siang hari



Gambar 3. Diagram variasi pemasangan penuh siang hari

Variasi Bubble aluminium foil dengan ketebalan 8 mm merupakan jenis yang paling efektif dalam menurunkan suhu pada seluruh titik pengukuran. Hasil pengujian menunjukkan suhu sebesar 38,1°C pada ruang kabin kendaraan, 35,3°C pada area sekitar kursi, dan 59,4°C pada ruang mesin, lebih rendah dibandingkan kondisi tanpa aluminium foil yang mencapai 39,3°C, 43,9°C, dan 76,1°C. Berdasarkan perhitungan efisiensi penurunan suhu menggunakan rumus ΔT , variasi ini menghasilkan efisiensi sebesar 3,05% pada ruang kabin, 19,6% pada area sekitar kursi, dan 21,9% pada ruang mesin.

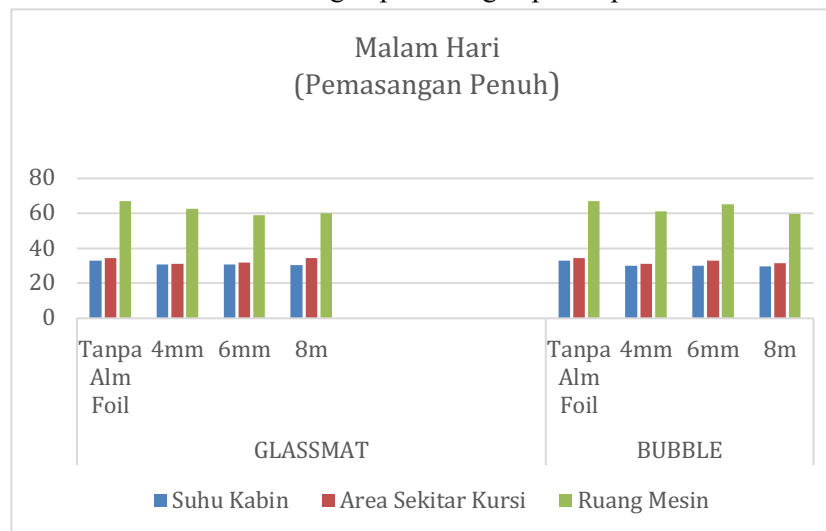
3. Analisa hasil variasi aluminium foil dengan pemasangan parsial pada malam hari



Gambar 4. Diagram variasi pemasangan parsial malam hari

Variasi Glassmat aluminium foil dengan ketebalan 8 mm menjadi yang paling efektif dalam menurunkan suhu pada seluruh titik pengukuran. Hasil pengujian menunjukkan suhu sebesar 30,9°C pada ruang kabin kendaraan, 32,8°C pada area sekitar kursi, dan 59,6°C pada ruang mesin, lebih rendah dibandingkan kondisi tanpa aluminium foil yang mencapai 32,8°C, 34,5°C, dan 67°C. Berdasarkan perhitungan efisiensi penurunan suhu menggunakan rumus ΔT , variasi ini menghasilkan efisiensi sebesar 5,79% pada ruang kabin, 4,93% pada area sekitar kursi, dan 11,04% pada ruang mesin.

4. Analisa hasil variasi aluminium foil dengan pemasangan penuh pada malam hari



Gambar 5. Diagram variasi pemasangan penuh malam hari

Variasi Bubble aluminium foil dengan ketebalan 8 mm menjadi yang paling efektif dalam menurunkan suhu pada ketiga titik pengukuran. Hasil pengujian menunjukkan suhu sebesar 29,7°C pada ruang kabin kendaraan, 31,5°C pada area sekitar kursi, dan 59,8°C pada ruang mesin, lebih rendah dibandingkan kondisi tanpa aluminium foil yang mencapai 32,8°C, 34,5°C, dan 67°C. Berdasarkan

perhitungan efisiensi penurunan suhu menggunakan rumus ΔT , variasi ini memiliki tingkat efisiensi sebesar 9,43% pada ruang kabin, 8,7% pada area sekitar kursi, dan 10,75% pada ruang mesin.

Dari beberapa variasi pemasangan aluminium foil yang telah dilakukan, mayoritas variasi ketebalan dan jenis bahan mampu menurunkan suhu pada ruang kabin kendaraan, area sekitar kursi, maupun ruang mesin kendaraan. Namun, masih terdapat beberapa variasi ukuran dan bahan yang terbukti belum mampu menurunkan suhu pada kabin kendaraan. Pada aluminium glassmat ketebalan 6 mm dengan variasi pemasangan penuh pada siang hari, diperoleh rata-rata hasil pengukuran suhu ruang kabin sebesar 41°C, lebih tinggi dibandingkan rata-rata tanpa menggunakan aluminium foil yaitu 39,3°C. Selain itu, pada bubble aluminium foil ketebalan 4 mm dengan variasi pemasangan parsial pada siang hari, diperoleh rata-rata suhu ruang kabin sebesar 40,3°C, lebih tinggi dibandingkan rata-rata tanpa aluminium foil yaitu 39,3°C. Pada area sekitar kursi juga diperoleh rata-rata suhu sebesar 44,3°C, lebih tinggi dibandingkan rata-rata tanpa aluminium foil yaitu 43,9°C. Selanjutnya, pada bubble aluminium foil ketebalan 6 mm dengan variasi pemasangan parsial pada malam hari, diperoleh rata-rata suhu area sekitar kursi sebesar 35,2°C, lebih tinggi dibandingkan rata-rata tanpa aluminium foil yaitu 34,5°C. Kondisi tersebut terjadi karena proses pembakaran yang berlangsung terus-menerus di dalam mesin menyebabkan temperatur mesin menjadi sangat tinggi (Yuliyanti dkk., 2019). Selain itu, pengukuran yang dilakukan pada kondisi kendaraan *idle* menyebabkan suhu ruang kabin lebih cepat meningkat karena tidak mendapatkan hembusan angin dari luar kendaraan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai efektivitas penggunaan aluminium foil pada kap mesin Berdasarkan hasil penelitian, pemasangan aluminium foil pada kap mesin Mitsubishi L300 mampu menurunkan suhu pada ruang kabin, area kursi, dan ruang mesin kendaraan. Penelitian menggunakan dua jenis material, yaitu aluminium glass mat dan bubble aluminium foil, dengan variasi ketebalan 4 mm, 6 mm, dan 8 mm serta dua konfigurasi pemasangan, parsial dan penuh. Hasil menunjukkan bahwa pemasangan penuh memberikan efek lebih signifikan dibandingkan pemasangan parsial. Bubble aluminium foil ketebalan 8 mm menjadi yang paling efektif, dengan efisiensi penurunan suhu hingga 21,9% pada ruang mesin, 19,6% pada area kursi, dan 3,05% pada ruang kabin pada pengujian siang hari, serta tren serupa pada malam hari. Nilai kelembaban kabin tetap berada dalam rentang aman, sehingga kenyamanan termal pengemudi terjaga.

Material ini dinilai efektif, ringan, mudah diaplikasikan, dan mampu meningkatkan kenyamanan termal pengemudi tanpa memerlukan modifikasi sistem pendingin kendaraan. Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, hasil ini memiliki persamaan dalam penggunaan aluminium foil untuk menurunkan temperatur ruang dan mengurangi panas serta getaran mesin diesel (Gumelar dkk., 2022; Muchammad 2006). Namun, penelitian ini berbeda karena melakukan analisis komparatif dua jenis aluminium foil, mengevaluasi variasi ketebalan dan konfigurasi pemasangan, serta pengujian pada kondisi siang dan malam hari, dan dilakukan pada kendaraan dengan mesin di bawah kabin, sehingga distribusi panas dan efektivitas material dapat dianalisis lebih representatif. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengonfirmasi efektivitas aluminium foil, tetapi juga memberikan informasi lebih lengkap untuk rekomendasi praktis dalam meningkatkan kenyamanan termal pengemudi kendaraan niaga.

DAFTAR PUSTAKA

- BSTFLEX. 2025. "Tikar Serat Kaca Dengan Aluminium Tahan Panas Permukaan-Bstbraidedsleeve."
- Dua, Iyam L., and Jeaneta J. Rumerung. 2022. "KAJIAN EFISIENSI DAN EFEKTIVITAS KERJA KARYAWAN BIDANG ADMINISTRASI PADA PT. MANADO MEDIA GRAFIKA." 4(1):118–32.
- GNET. 2025. "Bubble Foil Adalah _ 4 Fungsi Hingga Daftar Harganya _ GNET Indonesia."
- Gumelar, M. H. Richard Gelar, Marji Marji, and Muchammad Harly. 2022. "Penggunaan Antara Thermal Foam Alumunium 5Mm Dan Karpet 5Mm Untuk Meredam Kebisingan Diberbagai Kecepatan Kendaraan Mesin Diesel Konvensional 2446Cc Pada Kabin Pengemudi." *Jurnal Teknik Otomotif: Kajian Keilmuan Dan Pengajaran* 6(2):59–68. doi:10.17977/um074v6i22022p59-68.
- Hasnaa Oubnaki 1 *, Charifa Haouraji 2., Ilham Mounir3, and Abdelmajid Farchi5. 2025. "Impact of Thermal Insulation on Vehicle Cabin Heat Loads and Energy Use." *The Libyan Center for Solar Energy Research and Studies* 0:105–13. doi:https://doi.org/10.51646/jsesd.v14iSTR2E.803.
- Istiningrum, Demi Tria, Rr Leidy Arumintia W. S, Muhamad Mukhlisin, Mochammad Tri Rochadi, Jurusan Teknik, Sipil Politeknik, and Negeri Semarang. 2010. "Kajian Kenyamanan Termal Ruang Kuliah Pada Gedung Sekolah C Lantai 2 Politeknik Negeri Semarang." *Wahana TEKNIK SIPIL* 22(1):1–16.
- Kementerian Kesehatan. 2023. "Permenkes No. 2 Tahun 2023." *Kemenkes Republik Indonesia* (55):1–175.
- Lapisa, Remon, Toto Sugiarto, and A. G. Halim. 2019. "Efek Geometri Pada Katalis Dalam Penurunan Level Emisi Gas Buang Kendaraan." *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan* 2(1):1–8. doi:10.24036/jptk.v2i1.4523.
- Maymuchar, Maymuchar, and Dimitri Rulianto. 2011. "Efisiensi Katalitik Konverter Dalam Mengurangi Emisi Karbon Monoksida Dan Hidrokarbon Pada Bahan Bakar Bensin 88." *Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas Bumi* 45(2):153–58. doi:10.29017/lpmgb.45.2.693.
- Muchammad. 2006. "Analisa Pengaruh Pemasangan Plafon Dengan Penangkal Radiasi Terhadap Suhu Ruangan." *Jurnal Rotasi* 8(4):34–40.
- Nur'aini, Andi. 2021. "Jurnal Inovasi Penelitian." *Jurnal Inovasi Penelitian* 12(10):2567–74.
- Pásztor, Zoltán, Tibor Horváth, Samuel V Glass, and Samuel Zelinka. 2018. "Energy & Buildings Experimental Investigation of the Influence of Temperature on Thermal Conductivity of Multilayer Reflective Thermal Insulation." 174:26–30. doi:10.1016/j.enbuild.2018.06.012.
- Pranandita, Nanda. 2016. "Analisa Kenyamanan Pada Kendaraan Multiguna Pedesaan Dengan Pemodelan 8 DOF." *Jurnal Manutech* 8(1):20–54.
- Sitorus, Tulus B., M. Sabri, A. Husein Siregar, Departemen Teknik, Mesin Fakultas, Teknik Universitas, and Sumatera Utara. 2015. "SIMULASI PERHITUNGAN PERFORMANSI MOTOR BAKAR DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM VISUAL BASIC." *Jurnal Dinamis* 3(4):77–91.
- Suryapradana, I., and A. Halim. 2024. "Analysis of Application of the Thermostat in the Cooling System of the Nissan CWB 45 Dump Truck Engine." *Sebatik* 28(2):28. doi:10.46984/sebatik.v28i2.2496.
- Syahrizal, Hasan, and M. Syahrani Jailani. 2023. "Jenis-Jenis Penelitian Dalam Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif." *Jurnal Pendidikan, Sosial Dan Humainora* 1(1):13–23.
- Umnyakova, Nina. 2020. "Thermal Protective Qualities of the Combined Material with Reflective Thermal Insulation from Aluminium Foil Thermal Protective Qualities of the Combined Material with Reflective Thermal Insulation from Aluminium Foil." doi:10.1088/1757-899X/896/1/012018.
- Yuliyanti, Fina, Imam Prasetyo, Program Studi, Teknik Mesin, Politeknik Muhammadiyah Pekalongan, and Mesin Diesel. 2019. "IDENTIFIKASI SISTEM PENDINGIN PADA MESIN DIESEL MITSUBISHI 100 PS." 3(1):19–23.