



ANALYSIS OF FRICTION COEFFICIENT AND CLUTCH HEAT ABSORPTION IN KF-40 TYPE VEHICLE

Try Laksono Febryan AS^{1*}, Ibnu Mubarak¹, Cecep Dalda Astmamalaya²

¹Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia

²SMKN 7 Baleendah

Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154

Correspondent e-mail: trylaksonofebryan19@upi.edu*

ABSTRACT/ABSTRAK

The clutch system performance is strongly influenced by the friction coefficient, heat absorption capability, and service life of the clutch components. Therefore, these parameters must be evaluated to ensure transmission reliability. This study aimed to analyze the friction coefficient, heat absorption, and estimated service life of the clutch system in a KF-40 type vehicle. A quantitative method with an experimental approach was employed through technical parameter measurements, theoretical calculations based on vehicle specifications, and empirical testing under both level-road and uphill operating conditions. The results showed that the clutch friction coefficient was 0.17, indicating sufficient frictional performance for effective torque transmission under normal operating conditions. The clutch operating suhu due to heat absorption reached 255.48°C, indicating a relatively high thermal condition while remaining within the operating capability of organic friction lining materials. The estimated service life of the clutch disc was approximately 1.1 years under normal vehicle operation. This study provides technical insights for evaluating and improving the performance and reliability of the KF-40 clutch system.

Kinerja *clutch* dipengaruhi oleh karakteristik koefisien gesek, kemampuan penyerapan panas, serta umur pakai komponen sehingga ketiga parameter tersebut perlu dianalisis untuk menjamin keandalan sistem transmisi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai koefisien gesek, penyerapan panas, dan estimasi umur pakai *clutch* pada kendaraan tipe KF-40. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimental melalui pengukuran parameter teknis, perhitungan teoritis berdasarkan spesifikasi kendaraan, serta pengujian empiris pada kondisi jalan datar dan menanjak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai koefisien gesek *clutch* sebesar 0,17, yang masih mampu mentransmisikan torsi secara optimal pada kondisi operasi normal. Suhu kerja akibat penyerapan panas mencapai 255,48°C, yang menunjukkan sistem *clutch* bekerja pada suhu tinggi namun masih berada dalam batas kemampuan material kampas kopling organik. Estimasi umur pakai *clutch disc* diperoleh sekitar 1,1 tahun pada asumsi penggunaan kendaraan secara normal. Temuan ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam evaluasi performa dan pengembangan sistem kopling pada kendaraan tipe KF-40.

ARTICLE INFO

Article History:

Submitted/Received
03 Mar 2026

First Revised
25 Apr 2026

Accepted
16 May 2026

Online Date
18 May 2026

Publication Date
01 Jun 2026

Keywords:

Clutch; Heat Absorption;
Service Life; KF-40

Kata kunci:

Kopling; Penyerapan
Panas; Umur Pakai; KF-40

1. PENDAHULUAN

Clutch merupakan komponen utama pada sistem pemindah tenaga kendaraan yang berfungsi menghubungkan dan memutus tenaga dari mesin menuju sistem transmisi sehingga perpindahan gigi dapat berlangsung secara halus. Sistem *clutch* bekerja berdasarkan mekanisme gesekan antara *clutch disc*, *pressure plate*, dan *flywheel* untuk meneruskan torsi dari *engine* menuju transmisi sesuai dengan kondisi pengoperasian kendaraan (Abdullah *et al.*, 2018). Kinerja sistem *clutch* sangat menentukan efisiensi penyaluran tenaga, kenyamanan berkendara, serta keandalan sistem transmisi karena seluruh proses pemindahan tenaga bergantung pada karakteristik gesekan yang terjadi pada permukaan kontak (Gkinis *et al.*, 2018).

Karakteristik tribologi pada sistem *clutch* dipengaruhi oleh gaya normal, kondisi permukaan kontak, sifat material, dan suhu kerja selama proses pemindahan tenaga berlangsung (Blau, 2017). Koefisien gesek merupakan parameter utama yang menentukan kemampuan *clutch* dalam mentransmisikan torsi tanpa mengalami *slip* sehingga kestabilannya menjadi faktor penting dalam menjaga performa kendaraan (Abdullah *et al.*, 2018). Nilai koefisien gesek yang terlalu rendah dapat menyebabkan kehilangan daya akibat *clutch slip*, sedangkan nilai yang terlalu tinggi dapat meningkatkan laju keausan kampas kopling sehingga menurunkan umur pakai komponen (Dong *et al.*, 2024). Variasi komposisi material penyusun kampas kopling juga terbukti memberikan pengaruh terhadap nilai koefisien gesek, ketahanan aus, dan karakteristik permukaan gesek selama proses pembebanan (Setiawan, 2022).

Suhu kerja merupakan salah satu faktor yang memengaruhi karakteristik gesekan pada sistem *clutch* karena panas yang dihasilkan selama proses penyambungan tenaga dapat mengubah sifat material kampas kopling (Holman, 2012). Peningkatan suhu terjadi akibat konversi energi mekanik menjadi energi panas selama kontak antara *clutch disc* dan *flywheel* berlangsung (Gkinis *et al.*, 2019). Suhu kerja yang tinggi secara berulang dapat menyebabkan penurunan koefisien gesek, mempercepat degradasi material, serta meningkatkan laju keausan kampas kopling (Liu *et al.*, 2024). Distribusi suhu pada permukaan gesek juga dipengaruhi oleh mekanisme pelepasan panas sehingga karakteristik termal *clutch* perlu dianalisis untuk menjaga kestabilan performa selama pengoperasian (Wu *et al.*, 2021).

Karakteristik material penyusun *clutch disc* memiliki peran penting dalam menentukan kemampuan sistem kopling menahan beban mekanik dan beban termal selama proses kerja. Material komposit modern dikembangkan menggunakan kombinasi serat penguat, resin, dan

bahan pengisi untuk meningkatkan kestabilan gesekan serta ketahanan terhadap suhu tinggi (Chen *et al.*, 2024). Penggunaan material komposit berbasis logam juga terbukti mampu meningkatkan ketahanan aus sekaligus mempertahankan performa gesek pada berbagai kondisi pembebanan (Dong *et al.*, 2024). Tingkat keausan material dipengaruhi oleh tekanan kontak, suhu operasi, dan frekuensi penggunaan sehingga umur pakai kampas kopling sangat bergantung pada kondisi kerja sistem *clutch* (Ma *et al.*, 2022).

Berbagai penelitian telah membahas karakteristik material dan performa sistem *clutch* dari berbagai aspek. Material kampas kopling keramik dilaporkan memiliki umur pakai yang lebih panjang dibandingkan material organik karena memiliki ketahanan aus yang lebih baik (Winaryo & Winaryo, 2023). Analisis kerja gesekan yang akurat juga berperan penting dalam meningkatkan performa sistem transmisi kendaraan (Shang *et al.*, 2024). Penelitian lain menunjukkan bahwa karakteristik termal dan tribologi sistem kopling dipengaruhi oleh distribusi suhu, kondisi pembebanan, serta mekanisme perpindahan panas selama proses gesekan (Ma *et al.*, 2024). Selain itu, analisis distribusi panas berbasis pemodelan termal mampu meningkatkan akurasi evaluasi performa sistem *clutch* pada berbagai kondisi operasi kendaraan (Xue *et al.*, 2024).

Meskipun penelitian mengenai koefisien gesek, suhu kerja, karakteristik material, dan umur pakai *clutch* telah banyak dilakukan, sebagian besar penelitian masih membahas masing-masing parameter secara terpisah sehingga hubungan antara ketiga parameter tersebut belum dianalisis secara terpadu (Rahmani *et al.*, 2019). Pengembangan metode analisis distribusi panas dan karakteristik gesekan juga masih terus dilakukan untuk meningkatkan akurasi prediksi performa sistem kopling pada kondisi operasi yang kompleks (Zhang *et al.*, 2025). Pendekatan berbasis pemodelan termal dan tribologi menjadi salah satu metode yang menjanjikan dalam mengevaluasi karakteristik perpindahan panas serta umur pakai sistem *clutch* secara lebih komprehensif (Zhang *et al.*, 2026). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis koefisien gesek, penyerapan panas, dan estimasi umur pakai *clutch* pada kendaraan tipe KF-40 sebagai dasar evaluasi kinerja sistem kopling serta sebagai acuan dalam pengembangan desain dan strategi perawatan komponen *clutch* kendaraan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif eksperimental dengan pendekatan uji empiris. Objek penelitian adalah sistem *clutch* kendaraan tipe KF-40. Pengujian dilakukan

di *workshop* otomotif Universitas Pendidikan Indonesia dan area jalan datar serta menanjak di lingkungan kampus.

Data penelitian diperoleh melalui pengukuran langsung dan perhitungan teknis. Parameter yang dianalisis meliputi gaya normal, gaya gesek, luas permukaan gesek, torsi, serta suhu kerja *clutch*. Instrumen yang digunakan antara lain alat ukur suhu dan perangkat pendukung pengujian kendaraan. Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan persamaan mekanika teknik dan perpindahan panas untuk mendapatkan nilai koefisien gesek dan penyerapan panas *clutch*. Spesifikasi Engine & Propeller Shaft Car Training Stand Tipe KF 40 yang digunakan pada penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi *Engine & Propeller Shaft Car Training Stand* Tipe KF 40

Spesifikasi Engine	
Tipe Engine	4 Silinder OHV 8 Katup (7K)
Kapasitas	1.800cc
Tenaga	80 Ps / 4.800 rpm
Torsi Maximum	14.3 Kg.m / 2.800 rpm
Diameter x Langkah	80.5 mm x 87.5 mm
Kompresi	9,0 : 1
Transmisi	Manual 5 Percepatan
Dimensi Kendaraan	
Panjang x Lebar	3800 mm x 1240 mm
Jarak sumbu roda	2.430 mm
Kapasitas Tangki	40 iter

3. HASIL PENELITIAN

3.1 Perhitungan Koefisien Gesek *Clutch*

Perhitungan koefisien gesek dilakukan untuk mengetahui kemampuan *clutch* dalam mentransmisikan torsi dari mesin menuju sistem transmisi tanpa mengalami *slip*. Nilai koefisien gesek menjadi salah satu indikator utama dalam mengevaluasi kinerja sistem *clutch*, karena memengaruhi efisiensi penyaluran tenaga serta tingkat keausan kampas kopling. Perhitungan dilakukan berdasarkan data spesifikasi *clutch* kendaraan tipe KF-40 dan parameter hasil pengujian. Perhitungan untuk mencari koefisien gesek pada *clutch* bisa menggunakan Formula 3.1.

$$\mu = \frac{F}{N} \quad (1.1)$$

Keterangan :

N = Gaya Normal

F = Gaya Gesek

Diketahui bahwa gaya gesek sebesar 1,45 N dan gaya normal sebesar 9,5 N, sehingga koefisien gesek pada clutch yaitu 0,17.

3.2 Perhitungan Penyerapan Panas Pada Clutch Pada Kendaraan Tipe KF-40

Perhitungan penyerapan panas bertujuan untuk mengetahui suhu kerja yang dihasilkan selama proses gesekan antara *clutch disc*, *pressure plate*, dan *flywheel*. Besarnya suhu kerja menjadi indikator penting dalam mengevaluasi kemampuan material kampas kopling dalam menahan beban termal. Suhu yang melebihi batas kerja material dapat menyebabkan penurunan koefisien gesek, mempercepat keausan, serta meningkatkan risiko terjadinya *clutch slip*. Perhitungan untuk mencari penyerapan panas pada *clutch* bisa menggunakan formula 3.2.

$$T_C = T_L \cdot \Delta t \cdot t \quad (3.2)$$

Keterangan :

Δt = Kenaikan suhu pada rumah *clutch*

t_L = suhu lingkungan

Diketahui bahwa suhu awal 115,87° C, kemudian kenaikan suhu pada rumah *clutch* sebesar 91,87 kcal / m°.jam, dan suhu lingkungan sebesar 24°C. Maka diperoleh penyerapan panas pada *clutch* yaitu sebesar 255,48°C.

3.3 Perhitungan Umur Pakai Clutch Disc Pada Kendaraan Tipe KF-40

Perhitungan umur pakai *clutch disc* dilakukan untuk memperkirakan masa penggunaan kampas kopling berdasarkan kondisi operasi kendaraan. Estimasi umur pakai dapat dijadikan acuan dalam menentukan interval pemeriksaan maupun penggantian komponen sehingga kinerja sistem transmisi tetap optimal dan risiko kerusakan akibat keausan dapat diminimalkan.

$$L_B = \frac{V_V}{Q_V \cdot N_r} \quad (3.3)$$

Keterangan :

V_v = Volume Keausan

Q_V = Nilai keausan spesifik bahan damar cetak

N_r = Kekuatan Pegas Clutch

Diketahui bahwa volume keausan sebesar $52,44 \text{ cm}^2$, nilai keausan spesifik pada bahan damar cetak 8×10^{-7} , dan kekuatan pegas clutch sebesar $0,99 \text{ Hp}$ atau 75 kg.m . Maka diperoleh estimasi umur pakai clutch yaitu sebesar 2160 hb/hari atau mencapai $1,1$ tahun.

3.4 Hasil Uji Empiris

Pengujian pada kondisi jalan datar dilakukan dengan panjang lintasan 230 meter. Dilakukan dengan cara mengelilingi lintasan $5x$ lalu setelah itu diukur berapa suhu panas pada *clutch*. Selanjutnya, pengujian pada kondisi jalan menanjak dilakukan di jalan umum dengan panjang lintasan $1,110 \text{ KM}$, pengujian dilakukan sama seperti pada kondisi jalan datar akan tetapi pada kondisi jalan menanjak hanya dilakukan $2x$ mengelilingi lintasan lalu setelah itu diukur berapa suhu panas pada *clutch*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil pengujian pada kondisi jalan datar dan menanjak

Kondisi jalan	Jarak lintasan	Suhu
Jalan datar	230×5	$56,2^\circ\text{C}$
Jalan menanjak	$1,110 \times 2$	$64,4^\circ\text{C}$

4. PEMBAHASAN

4.1 Koefisien gesek

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai koefisien gesek *clutch* pada kendaraan tipe KF-40 sebesar $0,17$. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem *clutch* masih mampu menghasilkan gaya gesek yang cukup untuk mentransmisikan torsi dari mesin menuju sistem transmisi pada kondisi pengoperasian normal (Abdullah *et al.*, 2018). Nilai koefisien gesek yang berada pada kategori sedang hingga rendah menunjukkan bahwa kontak gesek yang terjadi masih mampu menjaga keseimbangan antara kemampuan transmisi torsi dan laju keausan kampas kopling (Setiawan, 2022).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik material kampas kopling berpengaruh terhadap kestabilan koefisien gesek yang dihasilkan selama proses pemindahan tenaga (Dong *et al.*, 2024). Material komposit dengan karakteristik tribologi yang baik mampu mempertahankan kestabilan gaya gesek sehingga efisiensi pemindahan tenaga tetap terjaga meskipun terjadi perubahan kondisi pembebanan.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Abdullah *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa koefisien gesek merupakan parameter utama dalam menentukan kemampuan *clutch* untuk mentransmisikan torsi tanpa mengalami *slip*. Penelitian Winaryo dan Winaryo (2023) juga

menunjukkan bahwa karakteristik material kampas kopling berpengaruh terhadap ketahanan aus sehingga mampu meningkatkan umur pakai komponen.

4.2 Penyerapan panas

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa suhu kerja *clutch* pada kendaraan tipe KF-40 mencapai 255,48°C. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem *clutch* bekerja pada suhu yang relatif tinggi sehingga karakteristik termal material kampas kopling menjadi faktor penting dalam mempertahankan performa sistem kopling (Liu *et al.*, 2024). Peningkatan suhu terjadi akibat konversi energi mekanik menjadi energi panas selama proses gesekan antara *clutch disc*, *pressure plate*, dan *flywheel* ketika proses pemindahan tenaga berlangsung (Gkinis *et al.*, 2018). Besarnya suhu kerja dipengaruhi oleh energi gesek, tekanan kontak, waktu penyambungan kopling, dan kemampuan material dalam melepaskan panas ke lingkungan (Gkinis *et al.*, 2019).

Hasil penelitian ini sejalan dengan Abdullah *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa peningkatan suhu selama proses kerja *clutch* dapat memengaruhi karakteristik gesekan serta efisiensi pemindahan torsi. Penelitian Wu *et al.* (2021) juga menunjukkan bahwa distribusi panas pada permukaan gesek berpengaruh terhadap kestabilan suhu kerja sehingga mekanisme pelepasan panas menjadi faktor penting dalam menjaga performa sistem kopling. Xue *et al.* (2024) menjelaskan bahwa distribusi suhu yang tidak merata dapat mempercepat degradasi material kampas kopling dan meningkatkan laju keausan. Sehingga suhu kerja sebesar 255,48°C menunjukkan bahwa pengoperasian kendaraan pada beban tinggi secara terus-menerus atau kebiasaan menggunakan *half clutch* perlu dihindari karena dapat mempercepat penurunan performa dan umur pakai kampas kopling (Rahmani *et al.*, 2019).

4.3 Umur pakai

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa estimasi umur pakai *clutch disc* pada kendaraan tipe KF-40 adalah sekitar 1,1 tahun berdasarkan kondisi pengoperasian yang digunakan dalam penelitian. Estimasi tersebut menunjukkan bahwa umur pakai *clutch disc* dipengaruhi oleh karakteristik material, tekanan kontak, suhu kerja, dan intensitas penggunaan kendaraan selama proses pemindahan tenaga berlangsung (Ma *et al.*, 2022). Besarnya gaya tekan dari *pressure plate* akan meningkatkan gaya jepit pada *clutch disc* sehingga kemampuan mentransmisikan torsi menjadi lebih baik, namun pada saat yang sama juga dapat meningkatkan laju keausan permukaan gesek apabila digunakan secara terus-menerus (Budynas & Nisbett, 2020).

Ketebalan lapisan kampas kopling juga berpengaruh terhadap umur pakai komponen karena permukaan gesek yang lebih tipis akan lebih cepat mengalami keausan akibat kontak

berulang selama proses penyambungan tenaga (Winaryo & Winaryo, 2023). Selain itu, suhu kerja yang tinggi dapat mempercepat degradasi material sehingga memperpendek umur pakai *clutch disc* (Liu *et al.*, 2024). Hasil penelitian ini didukung oleh Ma *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa karakteristik tribologi dan termal memiliki hubungan yang erat dalam menentukan ketahanan aus material kampas kopling. Penelitian Zhao *et al.* (2024) juga menunjukkan bahwa penggunaan material gesek dengan ketahanan aus yang tinggi mampu meningkatkan umur pakai komponen meskipun bekerja pada suhu operasi yang relatif tinggi.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian terhadap sistem *clutch* pada kendaraan tipe KF-40, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- a. Sistem *clutch* pada kendaraan tipe KF-40 bekerja melalui mekanisme gesekan antara *clutch disc*, *pressure plate*, dan *flywheel* untuk menghubungkan serta memutus tenaga dari mesin ke sistem transmisi.
- b. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai koefisien gesek *clutch* sebesar 0,17, yang menunjukkan sistem kopling masih mampu mentransmisikan tenaga dengan baik pada kondisi pengoperasian normal.
- c. Suhu kerja *clutch* yang dihasilkan mencapai 255,48°C, yang menunjukkan sistem kopling bekerja pada suhu tinggi sehingga diperlukan pengoperasian dan perawatan yang baik untuk menjaga performa komponen.
- d. Estimasi umur pakai *clutch disc* adalah sekitar 1,1 tahun, dengan umur pakai yang dipengaruhi oleh karakteristik material, suhu kerja, gaya tekan, dan intensitas penggunaan kendaraan.
- e. Kerusakan yang umum terjadi pada sistem *clutch* meliputi *clutch slip*, kesulitan perpindahan gigi, dan keausan kampas kopling. Perawatan serta pemeriksaan berkala diperlukan untuk menjaga kinerja sistem kopling tetap optimal.

6. REFERENSI

- Abdullah, O. I., Schlattmann, J., Al-Shabibi, A., & Al-Hajjar, H. (2018). *Numerical and experimental investigation of dry clutch thermal behavior. Tribology in Industry*, 40(3), 471–482.
- Blau, P. J. (2017). *Friction Science and Technology: From Concepts to Applications* (2nd ed.). CRC Press.
- Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2020). *Shigley's Mechanical Engineering Design* (11th ed.). McGraw-Hill Education.

- Dong, Y., Ma, B., Xiong, C., Zhao, Q., Chen, H., Zhang, Y., & Xie, G. (2024). *Tribological and Wear Properties of Cu-Based Composite Reinforced by Core–Shell Structure in Multi-Disk Clutch*. *Tribology Letters*, 72(66), 1–15.
- Gkinis, T., Rahmani, R., Rahnejat, H., & O'Mahony, M. (2018). *Heat Generation and Transfer in Automotive Dry Clutch Engagement*. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE A*, 19(3), 175–188.
- Gkinis, T., Rahmani, R., & Rahnejat, H. (2019). *Integrated Thermal and Dynamic Analysis of Dry Automotive Clutch Linings*. *Applied Sciences*, 9(20), 4287.
- Holman, J. P. (2012). *Heat Transfer (10th ed.)*. McGraw-Hill Education.
- Liu, Y., et al. (2024). *Effect of Repeated Thermal Loading on Friction Coefficient Degradation of Automotive Clutch Materials*. *Tribology International*.
- Ma, Z., Zheng, C., Xiong, C., Yu, L., Liu, Y., and Zhang, C. (2022). *Friction-Wear Characteristics of Carbon Fiber Reinforced Paper-Based Friction Materials Under Different Working Conditions*. *Materials*, 15(11), 3818.
- Ma, B., et al. (2024). *Thermal Characteristics and Tribological Performance of Wet Clutch Systems Under Variable Operating Conditions*. *Tribology International*.
- Rahmani, R., Rahnejat, H., & Gkinis, T. (2019). *Thermal and Tribological Characteristics of Automotive Clutch Lining Materials Under Severe Operating Conditions*. *Applied Sciences*.
- Setiawan, A. (2022). Karakteristik Koefisien Gesek, Daya Serap Oli, dan Struktur Mikro Variasi Komposit Serbuk Kayu, Serat Kelapa, Serbuk Aluminium, dan Serbuk Tembaga untuk Kampas Kopling Sepeda Motor Matic. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 17(1), 31–40.
- Shang, X., et al. (2024). *Research on Clutch Friction Work Calculation During AT Gear Shifts*. *International Journal of Automotive Technology*.
- Shigley's (2014) *Mechanical Engineering Design*. McGraw-Hill Higher Education
- Winaryo, H., & Winaryo, H. B. (2023). Analisis Perbandingan Material Kampas Kopling Keramik dan Organik Terhadap Performa dan Umur Pakai. *Jurnal Teknik Mesin*, 11(2), 85–94.
- Wu, J., Ma, B., Li, H., & Wang, L. (2021). *The Suhue Field of Friction Disc in Wet Clutch Involving The Unconventional Heat Dissipation on The Contact Surface*. *Tribology Transactions*, 64(1), 1–9.
- Wu, J., Ma, B., Li, H., & Liu, J. (2019). *Suhue Rise Characteristic of Friction Disc in Wet Clutch Considering The Local Heat Dissipation on The Contact Surface*. *Transactions of Beijing Institute of Technology*, 39(9), 925–932.
- Xue, M., Fu, Y., Geng, X., & Lei, Y. (2024). *Suhue Analysis of Wet Clutch Friction Pair Considering Axial Pressure Attenuation Effect*. *Tribology Transactions*, 67(3), 387–400.
- Zhang, P., Zheng, C., Xiong, C., Yu, L., & Luo, D. (2025). *A Quantitative Method of Calculating Transient Nonlinear Heat Partition Coefficient Between Clutch Friction Discs with Deep Learning*. *Proceedings Of The Institution Of Mechanical Engineers, Part D: Journal Of Automobile Engineering*.
- Zhang, P., Zheng, C., Xiong, C., Zu, L., Haoran, C., & Ma, B. (2026). *Coupling Mechanism and Data-Driven Approaches for Wet Clutch Frictional Heat Modeling and Analysis*. *Tribology International*, 214, 111154.