

Analisis Kebocoran *Seal Input Shaft* Transmisi CVT dan Dampaknya terhadap Kinerja Sistem Transmisi pada Mitsubishi Xpander Cross

Salwa Haellou¹, Yusep Sukrawan², Ridwan Adam Muhamad Noor³, Tatang Permana⁴, Gilang Ciptadi Mahatkarsa⁵

^{1,2,3,4}Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia.

⁵Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia.

Email: yusepsukrawan@upi.edu

ABSTRAK

Continuously Variable Transmission (CVT) merupakan sistem transmisi otomatis yang banyak digunakan karena mampu memberikan kenyamanan berkendara dan efisiensi bahan bakar yang lebih baik. Namun, kerusakan pada komponen CVT dapat memengaruhi kinerja transmisi, salah satunya kebocoran pada *seal* input shaft. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebocoran *seal input shaft* serta dampaknya terhadap kinerja sistem transmisi CVT pada Mitsubishi Xpander Cross.

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dokumentasi, serta pemeriksaan langsung pada sistem transmisi CVT. Hasil penelitian menunjukkan adanya kebocoran pada *seal input shaft* yang ditandai dengan rembesan dan keluarnya oli transmisi pada area *input shaft*. Kebocoran tersebut menyebabkan berkurangnya volume oli transmisi sehingga berdampak pada menurunnya performa transmisi, munculnya gejala selip pada CVT, dan perpindahan tenaga yang kurang optimal. Faktor penyebab kerusakan meliputi usia pakai *seal*, pola akselerasi kendaraan yang tinggi, serta kurangnya *service* berkala terutama penggantian oli CVT. Oleh karena itu, perawatan transmisi CVT secara berkala sangat penting untuk mencegah kerusakan pada komponen transmisi.

Kata kunci: CVT; *seal input shaft*; kebocoran transmisi; transmisi otomatis; Mitsubishi Xpander Cross

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi otomotif yang semakin pesat mendorong inovasi pada sistem pemindah tenaga kendaraan. Xu et al. (2018) menyatakan bahwa teknologi transmisi otomotif berkembang sangat pesat dalam dua dekade terakhir, terutama pada sistem transmisi otomatis seperti AT, DCT, dan CVT, yang bertujuan meningkatkan efisiensi bahan bakar, kenyamanan berkendara, serta mengurangi emisi kendaraan.

Sistem transmisi berperan menyalurkan output *engine* ke roda sekaligus meregulasi torsi sesuai beban kendaraan dan kondisi jalan Sodikin & Satria Jati, (2022). Salah satu

jenisnya adalah *Continuously Variable Transmission (CVT)*, yang memaksimalkan kenyamanan berkendara melalui perpindahan rasio gigi yang sepenuhnya otomatis, Maros & Juniar, (2022). CVT mengandalkan dua *pulley* yang dihubungkan v-belt, dengan rasio kecepatan diatur secara otomatis oleh *pulley* primer berdasarkan gaya sentrifugal. Thu, (2025) menunjukkan bahwa kemampuan CVT menjaga engine beroperasi pada rentang torsi optimal secara berkesinambungan menjadikannya unggul dalam hal akselerasi dan stabilitas traksi dibanding transmisi konvensional.

Sistem transmisi *Continuously Variable Transmission* pada Mitsubishi Xpander Cross menuntut presisi pelumasan yang tinggi untuk menjamin efisiensi perpindahan daya sehingga Sistem CVT mengandalkan tekanan hidrolik dan pelumasan yang stabil, maka ketika oli CVT berkurang atau menurun kualitasnya, gesekan antar komponen meningkat dan menyebabkan suhu transmisi lebih tinggi Nomikos et al., (2026). Salah satu komponen pendukung yang sering luput dari perhatian adalah *seal input shaft*. Komponen ini memiliki fungsi penting dalam menjaga agar oli transmisi tidak mengalami kebocoran selama sistem bekerja Grun et al., (2022). Pada permukaan *input shaft* terdapat *coating* yang dilengkapi *seal* untuk mencegah kebocoran fluida sekaligus mencegah masuknya kontaminan Shabbir et al., (2021). Karena jika adanya Kebocoran fluida, dapat secara signifikan mengurangi tekanan klem yang diperlukan untuk menggerakkan puli secara efektif, sehingga mengakibatkan penurunan efisiensi sistem secara keseluruhan Fahdzyana et al., (2021).

Penelitian mengenai CVT umumnya lebih berfokus pada performa *pulley*, *steel belt*, kualitas oli ATF, dan efisiensi rasio transmisi. Belum banyak penelitian yang secara spesifik mengkaji kegagalan *seal input shaft* pada kendaraan penumpang berbasis CVT, khususnya Mitsubishi Xpander Cross. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis penyebab kebocoran *seal input shaft* transmisi CVT serta dampaknya terhadap kinerja sistem transmisi pada kendaraan Mitsubishi Xpander Cross.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Ilhami et al. (2024) menjelaskan bahwa metode studi kasus memberikan tahapan yang terstruktur meliputi penentuan tema dan subjek, penetapan lokasi, pemilihan metode pengumpulan data, analisis data, serta penyusunan kesimpulan secara ilmiah dan sistematis.

Populasi penelitian adalah kendaraan ringan dengan sistem transmisi CVT. Sampel dipilih secara purposive berupa satu unit Mitsubishi Xpander Cross yang masuk bengkel dengan keluhan terkait transmisi. Penelitian dilaksanakan di PT. Mitsubishi Mahligai Gardujati selama periode magang peneliti. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dengan customer, observasi langsung pada kondisi kendaraan, pemeriksaan dan pembongkaran transmisi, serta dokumentasi foto pada tahapan pemeriksaan.

Prosedur penelitian dimulai dari wawancara customer untuk mengidentifikasi keluhan, dilanjutkan pemeriksaan visual pada area transmisi, penurunan transmisi dari kendaraan, pembongkaran komponen untuk menemukan sumber kebocoran, serta analisis kondisi *seal input shaft*. Data dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan mendeskripsikan hasil observasi, pemeriksaan, dan dokumentasi, kemudian disajikan dalam bentuk gambar untuk mempermudah analisis dan penarikan kesimpulan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan wawancara dengan *customer*, kendaraan Mitsubishi Xpander Cross yang menjadi objek penelitian mengalami tiga keluhan utama: volume oli transmisi berkurang secara tidak normal, muncul gejala selip pada , dan perpindahan tenaga menjadi kurang optimal.



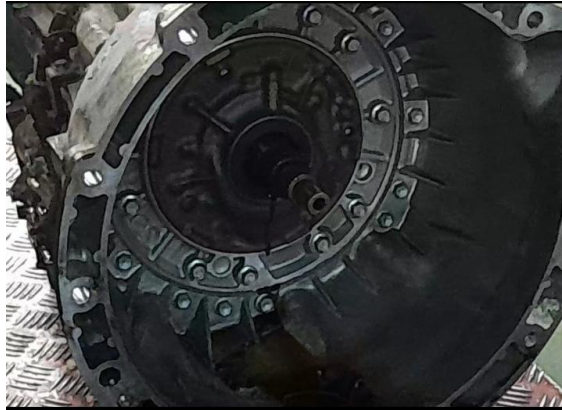
Gambar 1. Rembesan oli pada trasnmisi

Dari gambar 1 terlihat adanya rembesan oli pada bagian transmisi, sehingga dilakukan proses penurunan transmisi untuk mengetahui sumber kerusakan secara lebih detail.



Gambar 2. Proses penurunan Transmisi

Gambar 3 merupakan penurunan transmisi dan dilakukan pemeriksaan menyeluruh. pada *housing* transmisi, ditemukan adanya aliran oli yang keluar melalui celah pada area *input shaft* transmisi. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kebocoran berasal dari area *seal input shaft* yang sudah tidak mampu menahan oli transmisi dengan baik. Kerusakan *seal* menyebabkan oli keluar secara terus-menerus saat sistem bekerja, terutama ketika tekanan dan temperatur transmisi meningkat selama kendaraan beroperasi.



Gambar 3. Terlihat adanya aliran oli yang keluar melalui celah pada area input shaft



Gambar 4. kerusakan pada *seal input shaft* yang menyebabkan keluarnya aliran oli dari celah area *input shaft* transmisi

Berdasarkan hasil pemeriksaan visual dan analisis kondisi fisik komponen, peneliti menemukan bahwa *seal input shaft* pada sistem transmisi CVT mengalami kerusakan yang menyebabkan menurunnya kemampuan *sealing* pada komponen tersebut. Kerusakan yang ditemukan ditandai dengan adanya indikasi keausan pada permukaan *seal*, pengerasan material akibat pengaruh temperatur kerja yang tinggi, serta deformasi pada bagian bibir *seal* sehingga kontak antara *seal* dan permukaan shaft tidak lagi rapat Gong, (2025). Kondisi tersebut menyebabkan oli transmisi atau *Automatic Transmission Fluid (ATF)* keluar melalui celah di area input shaft transmisi secara bertahap.

Peneliti mengamati bahwa kebocoran oli yang terjadi berdampak langsung terhadap penurunan volume ATF di dalam sistem transmisi CVT. Berkurangnya volume ATF menyebabkan tekanan hidrolik sistem mengalami penurunan, sedangkan ATF memiliki peran penting sebagai media pelumasan, pendinginan, serta pengatur tekanan hidrolik pada mekanisme kerja CVT. Penurunan tekanan hidrolik ini mengakibatkan kinerja *pulley*

dan *steel belt* tidak dapat bekerja secara optimal dalam menghasilkan perubahan rasio transmisi.

Selain itu, peneliti juga menemukan adanya gejala selip pada sistem transmisi ketika kendaraan berakselerasi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem CVT mengalami gangguan dalam mempertahankan tekanan kerja yang stabil. Dampak lain yang teridentifikasi adalah perpindahan tenaga dari engine menuju roda menjadi kurang maksimal sehingga performa kendaraan mengalami penurunan. Apabila kebocoran oli dibiarkan terjadi dalam jangka waktu yang lama, maka kondisi tersebut berpotensi menyebabkan peningkatan temperatur transmisi, mempercepat keausan komponen internal CVT, serta menurunkan kenyamanan dan efisiensi kendaraan saat digunakan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyimpulkan bahwa kerusakan pada *seal* input shaft merupakan faktor utama penyebab terjadinya kebocoran oli pada sistem transmisi CVT pada kendaraan Mitsubishi Xpander Cross, Gong et al., (2025). Kebocoran tersebut memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kinerja sistem transmisi, terutama pada kestabilan tekanan hidrolik, performa perpindahan tenaga, dan efektivitas kerja CVT secara keseluruhan. Oleh karena itu, peneliti menilai bahwa pemeriksaan dan penggantian *seal* input shaft secara berkala sangat penting dilakukan sebagai langkah pencegahan untuk menghindari kerusakan transmisi yang lebih serius.

Pembahasan

Penyebab Kebocoran Seal Input Shaft

Berdasarkan hasil wawancara dengan *customer*, pemeriksaan kondisi komponen, serta didukung oleh berbagai penelitian terdahulu, kebocoran *seal* input shaft pada sistem *Continuously Variable Transmission* (CVT) dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling berkaitan, seperti penuaan material *seal*, temperatur kerja transmisi yang tinggi, pola akselerasi kendaraan, kondisi permukaan shaft, serta penurunan kualitas oli transmisi. *Seal* input shaft merupakan komponen penting yang berfungsi mencegah keluarnya oli transmisi pada area poros input transmisi. Komponen ini bekerja secara terus-menerus pada kondisi putaran tinggi dan kontak langsung dengan *Automatic Transmission Fluid* (ATF) sehingga sangat rentan mengalami penurunan performa apabila tidak didukung oleh kondisi pelumasan dan temperatur kerja yang baik.

Faktor pertama yang menjadi penyebab kebocoran adalah usia pakai *seal* yang telah melampaui batas optimal penggunaan. *Seal input shaft* umumnya menggunakan material elastomer jenis NBR (Nitrile Butadiene Rubber) karena memiliki ketahanan yang baik terhadap oli dan temperatur kerja transmisi. Namun, material tersebut tetap mengalami degradasi akibat thermal aging atau penuaan termal selama pemakaian jangka panjang. Li et al., (2024) menjelaskan bahwa paparan temperatur tinggi dalam waktu lama menyebabkan material NBR mengalami peningkatan kekakuan dan penurunan elastisitas. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa thermal aging meningkatkan modulus elastisitas material hingga 135,45% dibandingkan kondisi awal. Peningkatan kekakuan ini menyebabkan bibir *seal* kehilangan kemampuan mengikuti permukaan shaft secara optimal sehingga kemampuan *sealing* menurun dan potensi kebocoran meningkat. Selain itu, proses thermal aging juga meningkatkan nilai *compression set* pada elastomer sehingga *seal* sulit kembali ke bentuk semula setelah

menerima tekanan kerja secara terus-menerus.

Penurunan elastisitas material *seal* menyebabkan terbentuknya celah kecil pada area kontak antara bibir *seal* dan shaft. Celah tersebut menjadi jalur keluarnya oli transmisi, terutama ketika tekanan hidrolis dan putaran shaft meningkat saat kendaraan beroperasi. Li et al., (2024) juga menjelaskan bahwa proses degradasi termal menyebabkan perubahan struktur molekul elastomer sehingga material *seal* menjadi lebih rapuh dan mudah mengalami retakan mikro pada permukaannya. Retakan tersebut dapat berkembang akibat gesekan dan temperatur tinggi sehingga mempercepat terjadinya kebocoran oli transmisi pada area input shaft.

Selain faktor usia pakai, kondisi permukaan input shaft juga memengaruhi kemampuan *seal* dalam mempertahankan oli transmisi. Kozuch et al. (2018) menjelaskan bahwa kekasaran permukaan shaft memiliki pengaruh langsung terhadap performa radial lip *seal*. Permukaan shaft yang terlalu kasar dapat meningkatkan gesekan dan mempercepat keausan pada bibir *seal*, sedangkan permukaan shaft yang terlalu halus dapat mengganggu terbentuknya lapisan oli tipis yang diperlukan dalam proses *sealing*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa karakteristik topografi shaft memengaruhi stabilitas pelumasan dan efektivitas *sealing* pada sistem transmisi berputar. Apabila terjadi keausan atau goresan pada permukaan shaft, maka kontak antara *seal* dan *shaft* menjadi tidak merata sehingga oli lebih mudah keluar melalui celah yang terbentuk.

Faktor berikutnya adalah pola akselerasi tinggi dan beban kerja transmisi yang berlebihan. Berdasarkan hasil wawancara dengan *customer*, kendaraan sering digunakan dengan akselerasi spontan dan putaran mesin tinggi. Kondisi tersebut menyebabkan putaran *input shaft* meningkat secara cepat sehingga temperatur dan gesekan pada area kontak *seal* ikut meningkat. Shabbir et al. (2021) menjelaskan bahwa temperatur kontak pada interface *seal* dan shaft meningkat seiring bertambahnya kecepatan putaran *shaft*. Temperatur yang tinggi mempercepat degradasi elastomer serta meningkatkan laju keausan pada permukaan bibir *seal*. Selain itu, peningkatan temperatur juga menyebabkan perubahan karakteristik tribologi pada area kontak *seal* sehingga kemampuan *sealing* menurun dan kebocoran lebih mudah terjadi.

Akselerasi agresif juga meningkatkan beban dinamis pada sistem transmisi CVT. Saat kendaraan berakselerasi, tekanan hidrolis dalam sistem CVT meningkat untuk mengatur perubahan diameter *pulley* dan menjaga gaya jepit terhadap belt. Beban kerja yang tinggi menyebabkan *seal* menerima tekanan dan gesekan yang lebih besar dibandingkan kondisi operasi normal. Dalam jangka panjang, kondisi tersebut mempercepat keausan bibir *seal* dan menyebabkan deformasi pada area *sealing* sehingga kemampuan *seal* dalam menahan fluida transmisi menurun.

Faktor lain yang turut mempercepat kerusakan *seal input shaft* adalah keterlambatan penggantian oli CVT. Oli CVT memiliki fungsi penting sebagai pelumas, pendingin, dan media pembentuk tekanan hidrolis dalam sistem transmisi. Ketika penggantian oli terlambat dilakukan, kualitas oli menurun akibat oksidasi, kontaminasi partikel logam hasil keausan, serta penurunan viskositas. Narita (2014) menjelaskan bahwa fluida CVT memiliki peranan penting dalam menjaga karakteristik gesekan antara *belt* dan *pulley*. Penurunan kualitas oli menyebabkan kemampuan pelumasan dan pendinginan sistem transmisi menurun sehingga temperatur kerja meningkat dan

gesekan antar komponen menjadi lebih besar. Zhou et al (2023) Oli yang telah mengalami degradasi juga dapat membawa partikel abrasif ke area *sealing* sehingga mempercepat keausan bibir *seal* dan permukaan *shaft*. Kondisi tersebut menyebabkan permukaan *seal* menjadi tidak rata dan kehilangan kemampuan mempertahankan lapisan oli tipis pada area kontak. Selain itu, temperatur oli yang meningkat akibat penurunan kualitas pelumas mempercepat proses penuaan material elastomer pada *seal input shaft*.

Dampak terhadap Kinerja Sistem Transmisi CVT

Kebocoran *seal* input shaft menyebabkan volume oli transmisi berkurang sehingga tekanan hidrolik pada sistem CVT menjadi tidak stabil. Pada sistem CVT, tekanan hidrolik digunakan untuk menghasilkan gaya jepit *pulley* terhadap belt agar proses transmisi daya dapat berlangsung dengan baik. Yao et al., (2021) menjelaskan bahwa *pulley* memiliki pengaruh terhadap efisiensi dan kemampuan transmisi CVT dalam mentransmisikan tenaga. Ketika tekanan hidrolik menurun akibat berkurangnya oli transmisi, gaya jepit *pulley* terhadap belt ikut menurun sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya slip pada belt CVT. Nishanth et al., (2021) menjelaskan bahwa selip pada belt CVT memengaruhi efisiensi transmisi dan performa sistem CVT secara keseluruhan. Kondisi tersebut menyebabkan tenaga engine tidak tersalurkan secara optimal ke roda kendaraan sehingga performa akselerasi menurun dan respon kendaraan menjadi lebih lambat. Fatmawati & Rizky (2025) membuktikan bahwa penurunan volume dan tekanan oli transmisi berdampak pada menurunnya performa transmisi secara keseluruhan, munculnya gejala selip pada CVT, dan perpindahan tenaga yang tidak optimal. Hal ini sejalan dengan temuan pada kendaraan objek penelitian, di mana ketiga keluhan tersebut dialami secara bersamaan.

Temperatur tinggi pada sistem transmisi CVT mempercepat degradasi oli dan meningkatkan keausan komponen internal transmisi seperti *pulley*, *bearing*, dan belt CVT. Shabbir et al., (2021) menjelaskan bahwa peningkatan temperatur pada interface *seal* dan *shaft* menyebabkan kenaikan friction dan wear pada komponen sistem *sealing*. Temperatur kerja yang tinggi juga mempercepat degradasi material elastomer serta menurunkan performa pelumasan pada sistem transmisi. Selain itu, Narita (2021) menjelaskan bahwa fluida CVT memiliki peran penting dalam menjaga karakteristik gesekan dan pendinginan pada sistem *belt-pulley* CVT. Ketika oli mengalami *overheating*, kestabilan viskositas dan kemampuan pelumasannya menurun sehingga gesekan antar komponen meningkat dan mempercepat kerusakan komponen transmisi.

Secara mekanis, berkurangnya oli menyebabkan tekanan hidrolik dalam sistem CVT menurun. Sistem CVT sangat bergantung pada tekanan hidrolik yang stabil untuk menggerakkan *pulley* dan menjaga tegangan pada v-belt Nomikos et al., (2018). Ketika tekanan tidak mencukupi, belt tidak terjepit sempurna sehingga terjadi selip. Kondisi selip ini menghasilkan panas berlebih yang memperburuk kondisi oli dan komponen lainnya. Apabila dibiarkan, kebocoran yang tidak segera ditangani berisiko menyebabkan kerusakan permanen pada komponen internal transmisi seperti *pulley*, *bearing*, dan v-belt itu sendiri.

Penutup

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada kendaraan Mitsubishi Xpander Cross, dapat disimpulkan bahwa kebocoran pada *seal* input shaft transmisi CVT memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kinerja sistem transmisi kendaraan. Sistem Continuously Variable Transmission (CVT) yang dirancang untuk memberikan kenyamanan berkendara, perpindahan rasio yang halus, serta efisiensi

bahan bakar yang optimal sangat bergantung pada kestabilan tekanan hidrolik dan kualitas pelumasan dari oli transmisi atau *Automatic Transmission Fluid (ATF)*. Ketika terjadi kebocoran pada *seal input shaft*, kestabilan sistem tersebut terganggu karena volume oli transmisi berkurang secara bertahap selama kendaraan beroperasi.

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa kerusakan *seal* ditandai dengan keausan pada permukaan *seal*, pengerasan material akibat temperatur kerja yang tinggi, serta deformasi pada bagian bibir *seal* sehingga kemampuan *sealing* mengalami penurunan. Kondisi tersebut menyebabkan oli transmisi keluar melalui celah pada area input shaft transmisi. Kebocoran yang terjadi tidak hanya menimbulkan rembesan oli pada housing transmisi, tetapi juga berdampak langsung terhadap penurunan tekanan hidrolik sistem CVT. Penurunan tekanan ini menyebabkan *pulley* dan *steel belt* tidak dapat bekerja secara optimal dalam mempertahankan rasio transmisi, sehingga timbul gejala selip, penurunan akselerasi, dan perpindahan tenaga yang kurang maksimal.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa terdapat beberapa faktor utama yang memengaruhi terjadinya kerusakan *seal* input shaft, yaitu usia pakai *seal* yang telah melewati batas optimal penggunaan, pola berkendara dengan akselerasi tinggi yang meningkatkan beban kerja pada *seal*, serta kurangnya perawatan berkala khususnya keterlambatan penggantian oli CVT. Ketiga faktor tersebut saling berkaitan dan mempercepat penurunan kualitas *seal* maupun oli transmisi. Ketika kualitas oli menurun, kemampuan pelumasan dan pendinginan sistem menjadi tidak maksimal sehingga temperatur kerja transmisi meningkat dan mempercepat kerusakan komponen internal lainnya.

Selain berdampak pada penurunan performa kendaraan, kebocoran oli transmisi yang dibiarkan dalam jangka waktu lama berpotensi menyebabkan kerusakan yang lebih serius pada komponen internal CVT seperti *pulley*, *bearing*, *valve body*, hingga *steel belt*. Kondisi tersebut tentunya dapat meningkatkan biaya perbaikan dan menurunkan umur pakai transmisi kendaraan. Oleh karena itu, pemeriksaan kondisi transmisi secara berkala menjadi langkah yang sangat penting untuk mendeteksi adanya kebocoran sejak dini sebelum kerusakan berkembang lebih lanjut.

Melalui penelitian ini, peneliti berharap hasil yang diperoleh dapat menjadi referensi dan bahan pembelajaran mengenai pentingnya perawatan sistem transmisi CVT, khususnya pada komponen *seal input shaft* yang sering kali kurang diperhatikan. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan informasi tambahan bagi teknisi, mahasiswa, maupun pengguna kendaraan mengenai dampak kebocoran oli transmisi terhadap performa kendaraan. Dengan dilakukannya perawatan berkala, penggantian oli CVT sesuai interval yang direkomendasikan, serta pemeriksaan kondisi *seal* secara rutin, maka risiko terjadinya kebocoran dan kerusakan pada sistem transmisi CVT dapat diminimalkan sehingga performa dan kenyamanan kendaraan tetap terjaga dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Dong, Xin-liang, et al. "Failure analysis of the conical gaskets in ultra-high pressure pipeline *sealing* devices: experiment and numerical simulation." *Engineering Failure Analysis* 133 (2022): 105946.

- Fahdzana, C. A., Salazar, M., & Hofman, T. (2021). Integrated Plant and Control Design of a Continuously Variable Transmission. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 70(5), 4212-4224. Article 9387159.
- Fahmi Faadhilah, Syamsul Hadi, Fitrianoor Anasia Pratama, Fajar Sugiharto, Arief Deny Setiawan, & Fadilah Taufiqur Rohman. (2025). Perencanaan Penggantian Komponen CVT pada Sepeda Motor Matik 160 cm³. *Globe: Publikasi Ilmu Teknik, Teknologi Kebumihan, Ilmu Perkapalan*, 3(4), 122–136. <https://doi.org/10.61132/globe.v3i4.1259>
- Fatmawati, Rizky, O. (2025). *Pengaruh variasi putaran terhadap kenaikan temperatur dan tekanan oli transmisi otomatis CVT (continuously variable transmission)*. 40–48.
- Gong, R., Li, J., Xu, J., Zhang, H., & Che, H. (2025). Pendekatan prediksi kebocoran dan analisis faktor pengaruh dari uji segel. *Pelumas Industri dan Tribologi*, 77 (1), 147-156.
- Gong, Ran, dkk. "Metode prediksi kehilangan tekanan pada kopling basah akibat keausan *seal* berdasarkan pembelajaran ensemble bertumpuk." *Prosiding Lembaga Insinyur Mekanik, Bagian D: Jurnal Teknik Otomotif* 239.8 (2025): 3527-3539.
- Grün, J., Feldmeth, S., & Bauer, F. (2022). Multiphase Computational Fluid Dynamics of Rotary Shaft Seals. *Lubricants*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/lubricants10120347>
- Ilhami, Wiyanda, Mahendara, Rusdy, A. (2024). Penerapan Metode Studi Kasus Dalam Penelitian Kualitatif. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, Mei 2024*, 10 (9), 462-469, 2(9), 306–312.
- Kozuch, E., Nomikos, P., Rahmani, R., Morris, N., & Rahnejat, H. (2018). Effect of shaft surface roughness on the performance of radial lip seals. *Lubricants*, 6(4), 99. <https://doi.org/10.3390/lubricants6040099>
- Lee, Jong-Jik, et al. "Investigation of failure causes of oil pump based on operating conditions." *Applied Sciences* 13.7 (2023): 4308.
- Li, Xinrui, et al. "Failure mechanism of magnetic fluid seal for sealing liquids." *Tribology International* 187 (2023): 108700.
- Maros, H., & Juniar, S. (2022). Sistem Pakar Untuk Identifikasi Kerusakan Continuous Variable Transmission (CVT) Sepeda Motor Yamaha Nmax Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Website (Studi Kasus: Adi Bedoel Motor Service). *Jurnal Cyber Tech*, (x), 1–23.
- Maulana, N. F., Hafizh, A. M., Abidin, F., & Restuning, A. A. (2025). *Systematic Literature Review Perbandingan Efisiensi Transmisi Kendaraan*. 8(November), 142–153.
- Nomikos, P., Morris, N., Rahmani, R., & Rahnejat, H. (2026). Effect of Vibration on Automotive Transmission Radial Lip Seal Leakage. *Applied Sciences (Switzerland)*, 16(6), 1–22. <https://doi.org/10.3390/app16062844>
- Narita, K. (2021). Lubricants for metal belt continuously variable transmissions. *Lubricants*, 2(1), 11–20. <https://doi.org/10.3390/lubricants2010011>
- Rifka Alkhilyatul Ma'rifat, I Made Suraharta, I. I. J. (2024). *PENERAPAN PEMELIHARAAN*

PREVENTIF UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN SISTEM CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION (CVT) PADA SEPEDA MOTOR AEROX 155VVA. 2, 306–312.

- Roslan, Muhamad Aidil Tasnim, dkk. "Korelasi antara komposisi aditif unsur dan karakteristik pencegahan keausan Cairan Transmisi Otomatis (ATF) komersial." *Jurnal Tribologi* 48 (2026): 94-108.
- Sukrawan, Yusep, et al. "ANALISIS KINERJA ALTERNATOR IC TERHADAP OUTPUT TEGANGAN PADA BEBAN LISTRIK KENDARAAN RINGAN." *Auto Tech: Jurnal Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Muhammadiyah Purworejo* 21.01 (2026): 41-50.
- Sun, YB, Zhang, Z., Gong, Z., Fan, Z., & Xu, Y. (2022, Mei). Ketergantungan suhu pada sifat dielektrik cairan transmisi otomatis. Dalam *2022 IEEE 21st International Conference on Dielectric Liquids (ICDL)* (hlm. 1-4). IEEE.
- Shabbir, S., Garvey, S. D., & Dakka, S. M. (2021). *An Experimental Study of Contact Temperatures at Sealing Interface against Varying Shaft Surfaces.*
- Sodikin, J., & Satria Jati, U. (2022). Analisa Kerusakan Transmisi Otomatis dengan Metode Failures Mode and Effects Analysis (FMEA) dan Logic Tree Anaysis (LTA). *Accurate: Journal of Mechanical Engineering and Science*, 3(1), 13–21. <https://doi.org/10.35970/accurate.v3i1.1510>
- Thu, D. D., & Thanh. (2025). COMPARING THE ACCELERATION CAPABILITY AND POWER. *Journal, International Volume, Applied Mathematics*, 38(3), 1396–1410.
- Zhou, Y., Chen, J., Wang, H., & Liu, Q. (2023). Abrasive wear behavior of rubber-steel sealing pairs under particle contamination. *Polymers*, 15(8), 1857. <https://doi.org/10.3390/polym15081857>
- Xu, X., Dong, P., Liu, Y., & Zhang, H. (2018). Progress in Automotive Transmission Technology. *Automotive Innovation*, 1(3), 187–210. <https://doi.org/10.1007/s42154-018-0031-y>