

Pengembangan Alat Peraga Sistem Kopling dan Transmisi Manual pada Pendidikan Vokasi Otomotif

Agustinus Laka¹⁾, Dedy Nataniel Ully²⁾, Antonius Pangalinan³⁾, Dessy Meliani Para^{4*)}

^{1,2,3,4)} Program Studi Mesin Otomotif, Politeknik Negeri Kupang, Kota Kupang
alaka2028@gmail.com¹, dedy.ully@gmail.com², antoniuspangalinan74@gmail.com³,
dessypara@gmail.com^{4*)}

Abstrak

Tujuan dari penelitian terapan ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan alat peraga sistem kopling dan transmisi manual sebagai upaya meningkatkan efektivitas pembelajaran pada pendidikan vokasi otomotif, khususnya pada mata kuliah Sistem Pemindah Daya I. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen nyata di laboratorium melalui tahapan perancangan, pembuatan, dan pengujian alat peraga secara langsung agar sesuai dengan kebutuhan pembelajaran praktik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa karakteristik kinerja alat peraga memiliki keselarasan dengan kondisi aktual pada mobil Suzuki Futura 1.5. Data mengungkap bahwa hasil putaran meningkat secara konsisten seiring dinaikkannya gigi percepatan, sementara rasio transmisi justru menurun pada setiap kenaikan tingkat gigi, baik pada kendaraan maupun pada alat peraga yang dirancang. Temuan ini menunjukkan bahwa alat peraga mampu menampilkan hubungan kerja antara putaran yang masuk, putaran yang keluar, serta karakteristik percepatan pada sistem transmisi manual secara akurat. Selain itu, hasil pengukuran getaran mekanik juga menunjukkan pola yang serupa, yaitu getaran semakin menurun pada gigi percepatan tinggi dan meningkat pada gigi rendah. Peningkatan getaran pada gigi rendah disebabkan oleh kebutuhan torsi yang lebih besar pada putaran yang masih rendah, sehingga beban mekanik yang diterima komponen menjadi lebih tinggi. Secara keseluruhan, hasil penelitian membuktikan bahwa alat peraga yang dikembangkan tidak hanya mampu merepresentasikan performa sistem kopling dan transmisi secara nyata, tetapi juga berpotensi menjadi media pembelajaran yang efektif untuk membantu mahasiswa memahami prinsip kerja komponen pemindah daya melalui pengalaman praktikum yang lebih aplikatif dan terukur.

Kata kunci : *Alat peraga, sistem kopling, transmisi, media pembelajaran*

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di bidang otomotif mendorong perlunya peningkatan mutu pembelajaran, khususnya dalam penguasaan sistem pemindahan tenaga seperti kopling dan transmisi manual pada kendaraan. Pemahaman terhadap prinsip kerja dan komponen sistem ini sangat penting bagi mahasiswa Mesin Otomotif. Namun, pembelajaran masih dominan teoritis dan kurang praktik karena keterbatasan media atau alat peraga yang memadai. Mata kuliah Praktik Sistem Pemindah Daya I bersifat aplikatif dan menuntut mahasiswa memahami sistem

pemindah daya secara langsung. Namun, keterbatasan alat peraga yang interaktif dan representatif menghambat pencapaian pembelajaran, karena alat yang tersedia belum sepenuhnya menggambarkan kerja kopling dan transmisi manual secara visual dan mekanis. Untuk itu, diperlukan alat peraga sistem kopling dan transmisi manual yang dirancang khusus untuk memperlihatkan prinsip kerja dan mekanismenya. Dengan demikian, perlu dikembangkan desain dan implementasi alat peraga sistem kopling dan transmisi manual untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran vokasi otomotif. Desain dan implementasi terkait alat peraga ini cukup

sederhana dan lengkap karena sudah dilengkapi dengan sistem kopling, transmisi manual, motor penggerak, injakan kopling dan instrumen lainnya, sehingga dosen lebih mudah untuk melakukan pembelajaran dan mahasiswa lebih mudah untuk memahaminya. Penelitian dan pengembangan alat peraga sistem kopling dan transmisi atau sejenisnya telah banyak dilakukan antara lain perencanaan dan pembuatan alat peraga transmisi *matic* sebagai sarana praktikum. Penelitian ini dilakukan dengan metode pembuatan alat praktikum perawatan sistem transmisi roda gigi. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan dan membuat alat praktikum perawatan sistem transmisi untuk keperluan praktikum perawatan di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Metode dalam pembuatan alat ini adalah studi pustaka, perencanaan, pembuatan alat, pengujian alat dan terakhir proses *finishing*. Dari perancangan yang dilakukan, dihasilkan suatu alat praktikum perawatan sistem transmisi roda gigi [1].

Penelitian selanjutnya yang sejenis yakni tentang rancang bangun alat peraga kopling hidrolis untuk menunjang pbm praktikum di Jurusan Teknik Mesin. Metode yang digunakan adalah pembuatan simulator atau perakitan alat simulasi, dimana peneliti melakukan perakitan alat simulasi kopling dan ditambahkan dengan motor penggerak untuk memudahkan cara kerjanya. Hasil yang dicapai pada perakitan alat simulasi kopling hidrolis Toyota Avanza Veloz 1500 cc ini adalah menghasilkan alat simulasi kopling hidrolis Toyota Avanza Veloz 1500 cc yang dapat dijadikan sebagai alat bantu praktek mahasiswa di laboratorium Teknik Mesin agar dapat mempermudah mahasiswa dalam melakukan kegiatan praktek [2].

Penelitian selanjutnya yang sejenis yakni tentang Analisa Kerusakan Sensor Terhadap Perpindahan Gigi dan Temperatur Oli Transmisi Pada Alat Peraga Di Laboratorium Otomotif Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Samarinda. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk

mengetahui apa saja pengaruh kerusakan sensor terhadap perpindahan gigi, temperatur oli transmisi pada alat peraga transmisi otomatis. Pada penelitian ini juga untuk mengetahui perbandingan antara sensor yang bermasalah dan yang tidak bermasalah pada alat peraga transmisi otomatis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat beberapa pengaruh dari kerusakan seperti perpindahan gigi terasa nyentak atau jeduk, sulitnya memindahkan *shift lever*/tuas transmisi, sil cepat rusak dan terjadi kerusakan pada selenoid *pressure* [3].

Penelitian selanjutnya yang sejenis yakni tentang pengaruh penggunaan oli transmisi *matic* terhadap komponen engine pada kendaraan roda empat di Politeknik Negeri Samarinda. Adapun tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh oli transmisi *matic* pada spesifikasi mobil lain dapat berpengaruh terhadap kinerja transmisi *matic* tersebut serta pengaruh oli tersebut terhadap komponen-komponen transmisi *matic* yang ada di dalamnya. Dalam penelitian ini peneliti melakukan percobaan untuk mengaplikasikan oli transmisi *matic* Honda ATF-Z1 kedalam transmisi *matic* Suzuki Grand Vitara dan melihat perbandingan suhu dan *output* ketika menggunakan oli bawaan standar yaitu SGO 3317 dengan oli Honda ATF-Z1 [4].

Penelitian selanjutnya yang sejenis yakni pengaruh injakan pedal kopling terhadap keausan *clutch disc* sistem kopling gesek pada Toyota Kijang 5K. Penelitian dengan metode eksperimen langsung untuk mengetahui keausan yang ditimbulkan pada *facing*, dengan melakukan uji tanpa beban penumpang. Pengujian ini dilakukan dengan menghidupkan motor penggerak kemudian menginjak pedal kopling dengan variasi 50%, 75% dan 100% dengan 1400 rpm dalam jangka waktu 30 menit, 45 menit dan 60 menit. Hasil pengujian keausan *facing*, dari tiga variasi injakan, injakan 50% menghasilkan keausan *facing* yang paling tinggi karena kopling tidak dalam keadaan terhubung atau bebas secara sempurna. Keausan maksimal pada injakan

50% dengan waktu 45 menit yaitu 0,07 mm [5].

Penelitian selanjutnya yang sejenis yakni tentang pembuatan alat peraga kopling hidrolis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pembuatan alat peraga, dimana peneliti melakukan perakitan alat simulasi kopling dan ditambahkan dengan motor penggerak untuk memudahkan cara kerjanya. Hasil yang dicapai pada perakitan alat peraga kopling hidrolis Toyota Avanza Veloz 1500 cc ini adalah menghasilkan alat peraga kopling hidrolis Toyota Avanza Veloz 1500 cc yang dapat dijadikan sebagai alat bantu praktek mahasiswa di laboratorium teknik mesin agar dapat mempermudah mahasiswa dalam melakukan kegiatan praktek [6].

Penelitian selanjutnya yang sejenis yakni tentang assembling transmisi otomatis CVT (*continuously variable transmission*) pada mesin sepeda motor Suzuki Skydrive tahun 2010 sebagai media pembelajaran praktek pengujian performa mesin. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil rancang bangun pembuatan media pembelajaran sistem transmisi otomatis CVT pada mesin Suzuki Skydrive tahun 2010. Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini adalah dapat menghasilkan sebuah assembling media pembelajaran transmisi otomatis CVT mesin Suzuki Skydrive tahun 2010 dengan material yang sesuai, sehingga didapatkan perbandingan getaran rangka meja dudukan mesin terbesar yang dihasilkan oleh *roller weight* 15 gram sebesar 208,50 m/s², *roller weight* 12 gram sebesar 205,50 m/s², *roller weight* 9 gram sebesar 201,44 m/s², dan *roller weight* 7 gram sebesar 187,88 m/s² [7].

Penelitian selanjutnya yang sejenis yakni tentang Studi Eksperimental dan Analisa Laju Keausan *Roller* pada Sistem *Continuously Variable Transmission* (CVT) dengan Gerakan *Reciprocating*. Pengujian keausan 2 jenis *roller* yaitu *round roller* dan *sliding roller* dengan proyeksi gambar lintasan *roller* berisi tentang posisi dan kecepatan *roller* dalam rpm (*engine*)

tertentu juga beban yang berbeda, Sedangkan eksperimen dilakukan dengan $L = 1500$ mm, 3 variasi kecepatan *roller* yang berbeda dan waktu yang ditentukan dari proyeksi gambar lintasan *roller*, yaitu $V_1 = 0,8944$ mm/s, $V_2 = 1,7152$ mm/s, $V_3 = 2,34$ mm/s, $t_1 = 11,255$ s, $t_2 = 11,86$ s, dan $t_3 = 12,003$ s. Grafik *Specific Wear Rate* pada 2 jenis *roller* menunjukkan *trendline* naik sama seperti *trendline Specific Wear Rate* linier dan rata-rata pemakaian *round roller* bisa bertahan ± 3 bulan dan *sliding roller* bisa bertahan ± 6 bulan dalam penggunaan sepeda motor matik 6 jam sehari dalam satu tahun [8].

Penelitian selanjutnya yang sejenisnya yakni pembuatan media pembelajaran perawatan sistem transmisi berupa *pulley*, *belt* dan kopling. Tujuan pembuatan penulisan makalah ini adalah pembuatan media pembelajaran perawatan sistem transmisi berupa *pulley*, *belt* dan kopling untuk membantu praktikum perawatan sistem transmisi sehingga dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap praktikum Perawatan Sistem Transmisi. Dengan dibuatnya media pembelajaran sistem transmisi ini diharapkan mempermudah dosen dalam mengajar serta bagi mahasiswa mendapatkan kelebihan jam/waktu pada saat praktikum dan membuat mahasiswa dapat lebih mudah dalam memahami materi perawatan sistem transmisi saat melakukan praktikum. [9].

Penelitian selanjutnya yang sejenis yakni tentang analisis pengaruh variasi diameter *driven pulley* terhadap *output* kecepatan putar dan torsi akhir pada *trainer* transmisi Toyota Kijang Innova E 2.0 M/T. Penelitian ini memakai 3 macam ukuran *driven pulley*. *Driven pulley* 1 (150 mm), torsi tertinggi diperoleh 1013,23 Nm dan *output* kecepatan putar tertinggi sebesar 1339,5 rpm. Pada *driven pulley* 2 (200 mm), torsi tertinggi diperoleh 1350,97 Nm dan *output* kecepatan putar tertinggi sebesar 1004,62 rpm. Sedangkan *driven pulley* 3 (250 mm), torsi tertinggi diperoleh 1688,74 Nm dan *output* kecepatan putar tertinggi sebesar 803,7 rpm. Pada hasil uji ANOVA

tidak terdapat perbedaan signifikan antara ketiga variasi diameter *pulley*, ditunjukkan nilai Sig. 0,395 untuk output kecepatan putar dan Sig. 0,491 untuk torsi akhir [10].

Dalam riset yang dilakukan dalam penelitian ini lebih berfokus pada pengujian nilai output putaran, rasio transmisi dan getaran mekanik (m/s^2) dengan putaran input sebesar 300 rpm pada mobil Suzuki Futura 1,5 dan desain alat peraga. Ada kemiripan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ramadhan, 2013 dengan judul assembling transmisi otomatis CVT pada mesin sepeda motor suzuki skydrive tahun 2010 sebagai media pembelajaran praktek pengujian performa mesin [7]. Namun pada penelitian yang dilakukan Ramadhan, 2013 berfokus pada getaran mekanik rangka dan variasi berat *roller*, sehingga peneliti memandang perlu untuk melakukan penelitian dengan fokus pada beberapa variabel seperti yang disebutkan di atas.

Perbedaan utama alat peraga pada penelitian Pengembangan Alat Peraga Sistem Kopling dan Transmisi Manual pada Pendidikan Vokasi Otomotif dibandingkan penelitian sebelumnya terletak pada pendekatan desain yang lebih integratif dan kontekstual terhadap kebutuhan pembelajaran vokasi, di mana alat peraga tidak hanya menampilkan komponen secara statis, tetapi memungkinkan mahasiswa mengamati dan mengoperasikan proses kerja kopling serta perpindahan gigi transmisi manual secara nyata dan aman. Alat peraga ini dirancang modular, mudah dibongkar-pasang, dan disesuaikan dengan skenario pembelajaran berbasis praktik (*case method*), sehingga meningkatkan keterkaitan antara teori dan kondisi kerja di bengkel industri, sementara penelitian sebelumnya umumnya berfokus pada visualisasi sederhana, simulasi terbatas, atau demonstrasi satu sistem tanpa integrasi fungsi dan keterlibatan aktif mahasiswa.

2. METODE PENELITIAN

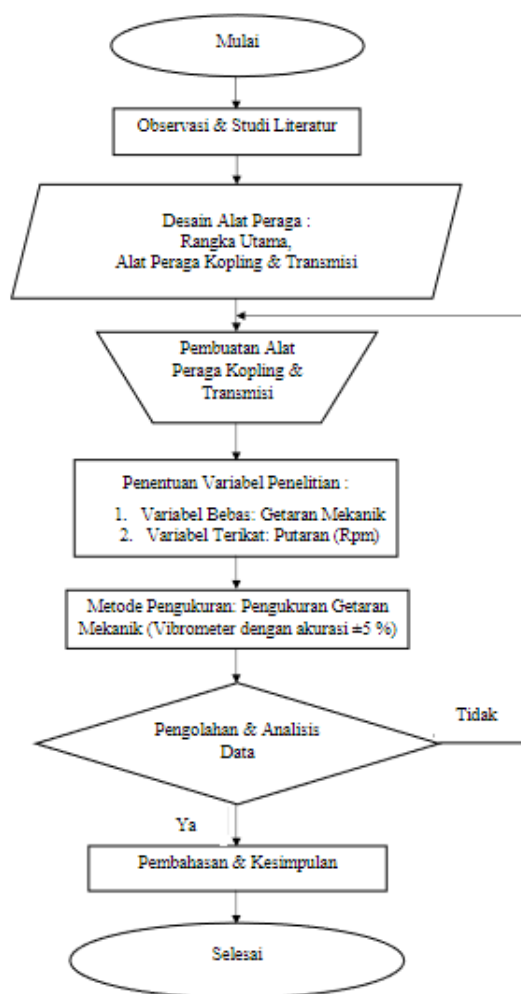
Untuk mendapat hasil maka metode penelitian meliputi beberapa tahapan yakni:

- a. Teknik Pengumpulan Data
Alat peraga sistem transmisi dan kopling ditempatkan di Laboratorium Mesin Otomotif agar lebih mudah dioperasikan dan diukur beberapa variabel penelitian yang sudah ditetapkan. Pengambilan data dilakukan pada putaran mesin yakni 300 rpm dan pada gigi kecepatan 1, 2, 3, 4 dan gigi mundur. Setiap pengambilan data dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali untuk mendapat nilai rata-ratanya.
- b. Model Penelitian
Model penelitian yang digunakan yakni *research and development* yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa alat peraga pembelajaran sekaligus mengevaluasi kelayakan dan efektivitas penggunaannya. Model penelitian ini memiliki tahapan yakni analisis kebutuhan, perancangan alat, pengembangan dan pembuatan alat peraga, pengujian dan validasi, evaluasi dan revisi serta uji coba penggunaan.
- c. Definisi Operasional
Alat peraga sistem kopling dan transmisi mobil dibuat untuk beroperasi sebagai media pembelajaran berbasis perangkat nyata yang dirancang menyerupai sistem kopling dan transmisi, meliputi pedal kopling, tuas pemindah gigi, bagian kopling, bagian gigi transmisi, serta rangkaian pendukung lainnya, yang berfungsi untuk memperagakan proses perpindahan gigi dan transmisi secara manual.
- d. Variabel Penelitian
Adapun variabel penelitian yang dipakai yakni :
 - Variabel bebas : putaran mesin, getaran mekanik pada mobil Suzuki standar dan gigi percepatan pada alat peraga yang dibuat.
 - Variabel terikat : putaran *output* yang dihasilkan pada gigi percepatan 1, 2, 3, 4 dan gigi mundur (Rpm).
- e. Metode Analisa Data

Analisa data dapat dilakukan setelah mengolah data hasil pengujian dengan persamaan yang ada. *Performance* alat peraga sistem kopling dan transmisi ini didasarkan pada beberapa parameter yaitu rasio transmisi dan perbandingan output putaran yang dihasilkan dari mobil Suzuki Futura 1.3 dan desain alat peraga sistem kopling dan transmisi. Analisa data akan dibuat dengan menggunakan program *microsof exel* dalam bentuk tabel dan grafik pada tiap-tiap variasi gigi percepatan. Dari grafik tersebut akan terlihat perbedaan pada tiap-tiap perlakuan sehingga dapat diketahui hubungan sebab akibat dan dapat ditarik beberapa kesimpulannya.

f. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Desain dan implementasi alat peraga sistem kopling dan transmisi manual ini dikembangkan untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran pada pendidikan vokasi otomotif. Alat peraga dirancang lebih praktis, representatif, serta menyerupai kondisi kerja nyata pada kendaraan, sehingga memudahkan mahasiswa dalam mempelajari dan memahami setiap proses mekanisme pemindah daya. Melalui penggunaan alat ini, mahasiswa diharapkan mampu mencapai kompetensi akhir berupa kemampuan memahami, menjelaskan, menganalisis, serta melakukan perawatan dan perbaikan apabila terjadi kerusakan pada sistem kopling maupun transmisi.

Selain itu, alat peraga ini dilengkapi dengan penggerak motor listrik sehingga operasionalnya menjadi lebih mudah, aman, dan efisien digunakan dalam lingkungan Laboratorium. Penggunaan motor listrik memungkinkan demonstrasi mekanisme kerja sistem berlangsung secara stabil dan terkontrol, sehingga dosen maupun mahasiswa dapat mengamati proses perpindahan gigi dan kinerja kopling secara jelas. Dengan demikian, alat peraga ini menjadi media pembelajaran yang efektif dalam membantu mahasiswa memperoleh pemahaman praktis sesuai kebutuhan kompetensi di bidang otomotif.

Pengujian dilakukan setelah seluruh instrumen terpasang dengan baik pada mobil Suzuki Futura maupun pada desain alat peraga, sehingga kondisi pengukuran benar-benar siap dan sesuai standar. Tahap ini memastikan bahwa setiap komponen bekerja sebagaimana mestinya, mulai dari sistem transmisi, sensor putaran, hingga mekanisme penggerak, sehingga data yang dihasilkan dapat menggambarkan kinerja aktual dari sistem yang diuji.

Setelah itu, pengambilan data dilakukan pada berbagai variasi gigi percepatan sesuai dengan prosedur dan perlakuan yang telah direncanakan sejak awal. Setiap perubahan posisi gigi diamati secara cermat untuk memperoleh nilai putaran masuk, keluar,

serta rasio transmisinya. Dengan cara ini, hasil pengujian yang diperoleh menjadi lebih valid, akurat, dan dapat dipertanggungjawabkan sebagai dasar dalam analisis kinerja alat peraga maupun sistem transmisi kendaraan.

Adapun hasil penelitian yang diperoleh dari hasil pengukuran terkait judul desain dan implementasi alat peraga sistem kopling dan transmisi manual untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran vokasi otomotif seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Data hasil pengujian rasio transmisi pada mobil Suzuki Futura

Gigi	Putaran masuk (rpm)	Putaran keluar (rpm)	Rasio perbandingan
1	300	90	3,33 : 1
2	300	150	2,00 : 1
3	300	210	1,43 : 1
4	300	270	1,11 : 1
5	300	300	1,00 : 1
R	300	100	3,00 : 1

Tabel 1 menyajikan data hasil pengujian putaran input pada gigi percepatan 1, 2, 3, 4, 5 dan gigi mundur, terhadap besarnya putaran keluar dan rasio perbandingan gigi. Data tersebut menggambarkan bagaimana perubahan tingkat percepatan memengaruhi besarnya putaran yang diteruskan pada sistem transmisi. Pada mobil Suzuki Futura 1.5 terlihat bahwa semakin tinggi tingkat gigi percepatan yang digunakan, maka putaran keluar yang dihasilkan semakin besar. Namun, seiring meningkatnya gigi percepatan, nilai rasio perbandingan gigi justru mengalami penurunan. Kondisi ini merupakan karakteristik umum pada sistem transmisi manual, di mana peningkatan gigi digunakan untuk mencapai putaran mesin yang lebih tinggi dan menghasilkan kecepatan yang sesuai dengan kebutuhan medan atau kondisi jalan.

Penurunan rasio terjadi karena perbandingan antara jumlah gigi masuk dan keluar semakin kecil, bahkan pada beberapa gigi percepatan jumlahnya bisa mendekati sama. Sebagai contoh, pada gigi percepatan 5 tercatat bahwa putaran input sebesar 300 rpm menghasilkan *output* sekitar 300 rpm, sehingga nilai rasionya mendekati 1. Hal ini

menunjukkan bahwa pada gigi tinggi, transmisi lebih mengutamakan kecepatan kendaraan dari pada torsi, sehingga rasio perbandingan menjadi semakin kecil.

Pengujian selanjutnya dilakukan pada desain alat peraga yang dibuat sistem kopling dan transmisi untuk melihat putaran keluar dan rasio perbandingan berdasarkan putaran masuk yang diberikan pada gigi percepatan 1, 2, 3, 4, 5 dan gigi mundur seperti terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data hasil pengujian rasio transmisi pada desain trainer

Gigi	Putaran masuk (rpm)	Putaran keluar (rpm)	Rasio perbandingan
1	300	82	3,65 : 1
2	300	143	2,09 : 1
3	300	201	1,49 : 1
4	300	262	1,14 : 1
5	300	290	1,03 : 1
R	300	91	3,29 : 1

Tabel 2 menyajikan data hasil pengujian rasio transmisi pada desain alat peraga (*trainer*) yang digunakan dalam penelitian ini. Dari tabel tersebut terlihat bahwa putaran keluar meningkat seiring dengan kenaikan gigi percepatan. Kondisi ini menunjukkan bahwa mekanisme transmisi pada alat peraga bekerja sesuai prinsip dasar pemindahan daya, di mana setiap kenaikan gigi menghasilkan keluar putaran yang lebih tinggi. Namun demikian, rasio perbandingan justru mengalami penurunan pada gigi yang lebih tinggi, yang menandakan bahwa perbandingan antara putaran masuk dan keluar semakin kecil karena karakteristik rasio gigi yang dirancang untuk memberikan kecepatan lebih besar pada gigi tinggi.

Pengukuran putaran keluar dan rasio perbandingan dilakukan pada kondisi yang seragam, yaitu pada putaran input sebesar 300 rpm untuk semua tingkat percepatan. Standarisasi putaran masuk ini memastikan bahwa hasil pengujian bersifat konsisten dan dapat dibandingkan secara objektif antar gigi percepatan. Dengan pendekatan tersebut, data yang dihasilkan mampu menggambarkan secara jelas kinerja transmisi pada alat peraga serta memberikan dasar analisis yang akurat

mengenai hubungan antara tingkat percepatan, putaran keluar, dan nilai rasio transmisi.

Pengambilan data juga dilakukan pada berbagai variasi gigi percepatan terhadap getaran mekanik untuk mobil Suzuki Futura dan desain alat peraga sistem kopling dan transmisi seperti terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Data hasil pengujian getaran mekanik

Gigi	Putaran masuk (rpm)	RMS (m/s ²)	
		Mobil Suzuki	RMS (m/s ²) Trainer
1	300	2	2.8
2	300	1.6	2.3
3	300	1.2	1.8
4	300	0.9	1.4
5	300	0.7	1.1
R	300	1.8	2.5

Tabel 3 menyajikan hasil pengujian getaran mekanik pada putaran konstan 300 rpm untuk semua gigi percepatan, mulai dari gigi 1 hingga gigi 5 serta gigi mundur. Pengujian pada kondisi putaran yang sama ini dilakukan untuk memastikan bahwa setiap variasi gigi dievaluasi dalam keadaan yang sebanding, sehingga pengaruh perubahan gigi terhadap tingkat getaran dapat diamati dengan lebih jelas dan objektif.

Melalui data tersebut, terlihat adanya perbandingan nilai getaran antara mobil Suzuki Futura 1.5 sebagai sistem transmisi kendaraan asli dan desain alat peraga yang dikembangkan. Perbandingan ini penting untuk mengetahui sejauh mana kinerja alat peraga mampu mendekati karakteristik getaran sistem nyata. Dengan demikian, tabel tersebut tidak hanya menggambarkan perbedaan nilai getaran pada tiap gigi, tetapi juga memberikan gambaran mengenai efektivitas dan kualitas produksi getaran mekanik pada desain alat peraga.

Penggunaan putaran masuk 300 rpm pada pengujian rasio transmisi dan getaran mekanik dalam penelitian. Pengembangan Alat Peraga Sistem Kopling dan Transmisi Manual pada Pendidikan Vokasi Otomotif dipilih karena berada pada rentang putaran rendah yang stabil, aman, dan representatif

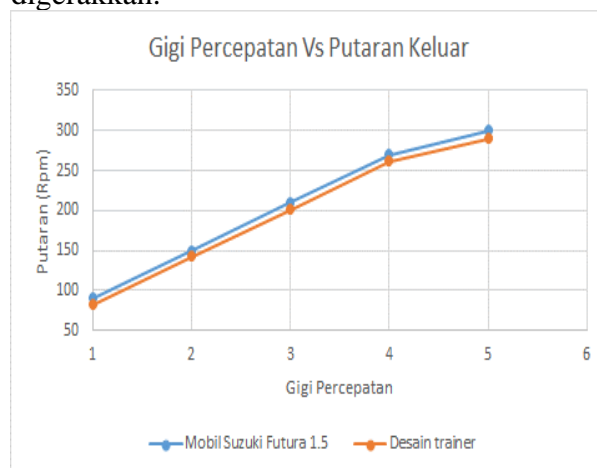
untuk praktikum, sehingga perbedaan rasio gigi dan perubahan torsi keluaran dapat diamati secara jelas. Pada pengujian getaran, sensor getaran diposisikan pada rumah transmisi atau dudukan poros keluaran yang paling dekat dengan sumber getaran mekanik utama, agar mampu menangkap respons dinamis akibat perubahan beban torsi dan rasio transmisi secara akurat, sekaligus meminimalkan gangguan dari getaran luar, sehingga data RMS getaran yang diperoleh lebih konsisten dan relevan untuk analisis pembelajaran vokasi.

Pembahasan

Ada beberapa variabel terikat yang menjadi indikator penting terkait kinerja dari desain alat peraga sistem kopling dan transmisi yakni putaran keluaran, rasio perbandingan dan getaran mekanik pada berbagai variasi gigi percepatan:

Hubungan antara gigi percepatan terhadap hasil putaran.

Putaran yang dihasilkan oleh poros *propopeler* sangat dipengaruhi oleh penggunaan gigi percepatan. Hal ini terjadi karena gigi percepatan ini berpasangan antara gigi penggerak dan yang digerakkan. Semakin tinggi rasio perbandingannya maka semakin besar putaran gigi yang digerakkan.



Gambar 2. Grafik gigi percepatan vs putaran keluar

Berdasarkan grafik pada gambar 2, terlihat bahwa hasil putaran meningkat seiring dengan perpindahan gigi percepatan

ke tingkat yang lebih tinggi. Pola peningkatan ini cenderung linear, menunjukkan bahwa sistem transmisi bekerja secara proporsional terhadap perubahan gigi. Kenaikan hasil putaran tersebut menggambarkan karakteristik umum transmisi manual, di mana setiap perpindahan gigi memberikan perubahan rasio yang berdampak langsung pada kecepatan hasil putaran.

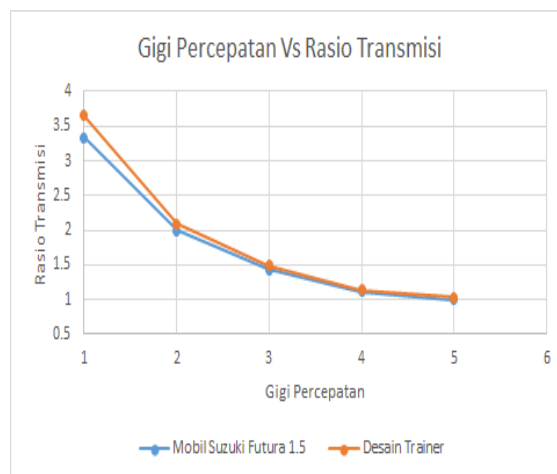
Selain itu, dari grafik tampak bahwa mobil Suzuki Futura 1.5 menghasilkan putaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan desain alat peraga sistem kopling dan transmisi yang dibuat. Perbedaan ini terjadi karena sistem kopling dan transmisi pada kendaraan asli menggunakan komponen asli pabrik yang masih dalam kondisi optimal, sehingga mampu menghasilkan kinerja yang lebih efisien. Sementara itu, komponen pada alat peraga tidak sepenuhnya menggunakan suku cadang asli dan memiliki tingkat presisi yang berbeda, sehingga mempengaruhi kemampuan sistem dalam menghasilkan putaran yang maksimal.

Hubungan antara gigi percepatan terhadap rasio transmisi.

Berdasarkan grafik pada gambar 3 yang menampilkan grafik hubungan antara gigi percepatan dan rasio transmisi, terlihat bahwa rasio transmisi mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya tingkat gigi percepatan. Pergeseran dari gigi rendah ke gigi yang lebih tinggi menunjukkan pola penurunan rasio yang konsisten, mencerminkan karakteristik umum sistem transmisi manual, di mana gigi percepatan yang lebih tinggi dirancang untuk memberikan rasio yang lebih kecil agar kendaraan dapat bergerak lebih cepat dengan putaran mesin yang lebih rendah.

Pada gigi percepatan ke-5, grafik menunjukkan bahwa rasio transmisi mencapai nilai yang sama, menandakan bahwa jumlah gigi pada roda penggerak dan roda yang digerakkan berada dalam kondisi sebanding. Akibatnya, putaran yang masuk dan putaran yang keluar menjadi hampir sama, sehingga rasio yang dihasilkan pun

setara. Kondisi ini mencerminkan fungsi gigi tinggi pada transmisi, yaitu memberikan efisiensi putaran dan kecepatan optimal tanpa memerlukan peningkatan putaran mesin yang signifikan.



Gambar 3. Grafik gigi percepatan vs rasio transmisi

Pada Gambar 3 juga terlihat adanya perbedaan nilai rasio transmisi pada setiap tingkat gigi percepatan, meskipun perbedaannya relatif kecil. Variasi ini menunjukkan bahwa respon sistem pada alat peraga tidak sepenuhnya identik dengan kendaraan asli, sehingga menghasilkan rasio yang tidak selalu konsisten pada setiap perpindahan gigi.

Perbedaan tersebut disebabkan oleh kondisi sistem kopling dan transmisi pada desain alat peraga yang mengalami sedikit kendala teknis, seperti putaran yang kurang stabil dan perpindahan gigi yang tidak selancar pada mobil Suzuki Futura 1.5. Akibatnya, kinerja mekanis yang tidak optimal pada alat peraga mempengaruhi hasil pengukuran rasio transmisinya. Dengan demikian, wajar jika terdapat selisih kecil antara rasio transmisi yang dihasilkan oleh alat peraga dan sistem transmisi asli kendaraan.

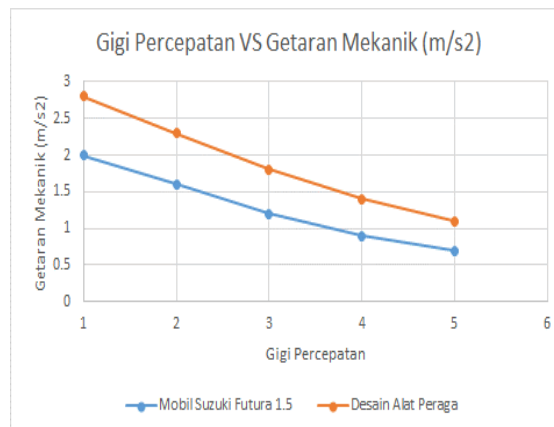
Rasio transmisi berpengaruh langsung terhadap besarnya torsi keluaran, di mana semakin besar rasio gigi (gigi rendah) maka torsi *output* yang dihasilkan semakin besar namun dengan kecepatan putar yang lebih rendah, sehingga mahasiswa dapat mengamati prinsip penguatan torsi secara nyata. Selain itu, peningkatan beban torsi

pada sistem kopling dan transmisi menyebabkan nilai RMS getaran cenderung meningkat akibat bertambahnya gaya kontak, ketidakseimbangan, dan fluktuasi beban pada komponen yang berputar, sehingga alat peraga ini efektif untuk menunjukkan hubungan antara kondisi pembebanan mekanis dan respons getaran sebagai indikator kerja dan kesehatan sistem transmisi.

Hubungan antara gigi percepatan terhadap getaran mekanik.

Selanjutnya untuk melihat gigi percepatan terhadap getaran mekanik yang dihasilkan oleh mobil Suzuki Futura 1,5 dan juga desain alat peraga yang dibuat. Hubungan antara gigi percepatan dan getaran mekanik berkaitan dengan perubahan beban torsi dan rasio transmisi yang terjadi pada setiap perpindahan gigi. Pada gigi rendah, seperti gigi 1 atau gigi mundur, beban torsi yang diterima sistem jauh lebih besar sehingga getaran mekanik yang muncul cenderung lebih tinggi. Ketika gigi dinaikkan, rasio transmisi mengecil dan putaran menjadi lebih stabil, sehingga getaran mekanik umumnya menurun.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi gigi percepatan yang digunakan, semakin kecil intensitas getaran yang dihasilkan karena komponen transmisi bekerja pada kondisi yang lebih ringan dan stabil. Dengan demikian, pola perubahan gigi percepatan berpengaruh langsung terhadap besar-kecilnya getaran mekanik yang terekam pada sistem kopling dan transmisi. Di bawah ini diperlihatkan grafik hubungan antara gigi percepatan terhadap getaran mekanik dari mobil Suzuki Futura 1,3.



Gambar 4. Grafik gigi percepatan vs getaran mekanik

Berdasarkan grafik pada gambar 4 terlihat bahwa nilai getaran cenderung lebih tinggi pada gigi percepatan rendah. Kondisi ini terjadi karena pada gigi 1 maupun gigi mundur, sistem harus menghasilkan torsi yang lebih besar untuk memulai pergerakan kendaraan atau mengatasi beban awal. Meskipun putarannya masih rendah, tuntutan torsi yang tinggi menyebabkan komponen transmisi bekerja lebih keras, sehingga getaran mekanik yang muncul menjadi lebih besar.

Sebaliknya, pada gigi percepatan yang lebih tinggi, nilai getaran mekanik terlihat menurun. Hal ini disebabkan oleh menurunnya rasio transmisi dan stabilnya putaran mesin ketika kendaraan sudah bergerak dengan kecepatan lebih tinggi. Beban torsi yang harus ditransmisikan ke roda menjadi lebih kecil, sehingga komponen sistem kopling dan transmisi bekerja pada kondisi yang lebih ringan dan stabil. Dengan demikian, grafik tersebut menunjukkan pola yang konsisten bahwa peningkatan gigi percepatan umumnya diikuti oleh penurunan intensitas getaran mekanik.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil putaran cenderung meningkat seiring gigi percepatan dinaikkan, sedangkan rasio transmisi cenderung menurun seiring dinaikkannya gigi transmisi baik pada mobil Suzuki Futura 1,5 maupun pada deain alat peraga yang dibuat. Getaran mekanik cenderung menurun seiring dinaikkannya gigi percepatan baik pada baik pada mobil Suzuki Futura 1,5 maupun pada deain alat peraga yang dibuat.

Pada gigi percepatan rendah getaran mekanik meningkat, hal terjadi karena torsi yang dibutuhkan besar, sementara putarannya rendah.

Referensi

- [1] Wahyudianto, A., Sugianto, E., dan Adillah, N., 2023. Perencanaan Dan Pembuatan Alat Peraga Transmisi Matic Sebagai Sarana Praktikum. *Mekanik: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Mesin*, 16(1), 50-56.
- [2] Tandilittin, H., Noor, M., dan Zuhri, M., 2023. Rancang Bangun Alat Peraga Kopling Hidrolik Untuk Menunjang Pbm Praktikum Di Jurusan Teknik Mesin. *Mekanik: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Mesin*, 16(2), 22-28.
- [3] Rihotimawati, M., Noor, M., dan Hermansyah, M. N., 2023. Analisa Kerusakan Sensor Terhadap Perpindahan Gigi Dan Temperatur Oli Transmisi Pada Alat Peraga Di Laboratorium Otomotif Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Samarinda. *Mekanik: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Mesin*, 16(2), 36-42.
- [4] Rihotimawati, M., Noor, M., dan Hidayanto, F., 2023. Pengaruh Penggunaan Oli Transmisi Matic Terhadap Komponen Engine Pada Kendaraan Roda Empat Di Politeknik Negeri Samarinda. *Mekanik: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Mesin*, 16(1), 36-42.
- [5] Hidayat, T., Saputra, T. J., dan Arnandi, W., 2018. Pengaruh Injakan Pedal Kopling Terhadap Keausan Clutch Disc Sistem Kopling Gesek Pada Toyota Kijang 5K. *RIDTEM (Riset Diploma Teknik Mesin)*, 1(2), 14-19.
- [6] Allam, L. F., 2022. Pembuatan Alat Peraga Kopling Hidrolik. *Mekanik: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Mesin*, 15(2), 14-20.
- [7] Ramadhan, A., 2013. Assembling Transmisi Otomatis Cvt (Continuously Variable Transmission) Pada Mesin Sepeda Motor Suzuki Skydrive Tahun 2010 Sebagai Media Pembelajaran Praktek Pengujian Performa Mesin. *Jurnal Teknik Mesin*, 326-335.
- [8] Putra, J. A. S. I., dan Kaelani, Y., 2017. Studi Eksperimental dan Analisa Laju Keausan Roller pada Sistem Continously Variable Transmission (CVT) dengan Gerakan Reciprocating. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2).
- [9] Purnomo, R., dan Tantawi, T., 2024. Pembuatan Media Pembelajaran Perawatan Sistem Transmisi Berupa Pulley, Belt Dan Kopling (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung).
- [10] Diharja, F. P., Irfa'i, M. A., dan Rosadi, M. M., 2022. Analisis Pengaruh Variasi Diameter Driven Pulley Terhadap Output Kecepatan Putar dan Torsi Akhir pada Trainer Transmisi Toyota Kijang Innova E 2.0 M/T. *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik*, 21(1), 32-41.