



Rancang Bangun Alat Peraga Sistem Kemudi Untuk Mendukung Kegiatan Pembelajaran Pada Mata Kuliah Body & Chasis Program Studi Diploma Tiga Mesin Otomotif

Dedy Nataniel Ullly^{1,*}, Antonius Pangalanan¹, Nasaruddin¹, Vinsensius Faot¹, Agustinus Laka¹

¹ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Kupang

Kata kunci

Alat Peraga, Sistem Kemudi, Pembelajaran, Body, Chasis

ABSTRAK

Teknologi otomotif berkembang dengan pesat saat ini, hal ini ditandai dengan banyak produk kendaraan baik mobil maupun sepeda motor yang diproduksi oleh beberapa pabrik. Semua pabrik berusaha untuk memproduksi kendaraan dengan tingkat kenyamanan dan memiliki efisiensi mesin yang tinggi serta ramah lingkungan. Kenyamanan yang didapati oleh pengemudi maupun penumpang tidak terlepas dari pengembangan teknologi pada berbagai sistem yang ada pada sebuah kendaraan, misalnya saja pada sistem kemudi. Namun saat ini karena perkembangan teknologi dan para insinyur mesin melihat ini merupakan suatu kendala maka dicari teknologi yang dapat membuat sistem kemudi lebih ringan, sehingga hanya membutuhkan sedikit tenaga untuk memutar setir kendaraan dalam hal ini mobil. Urgensi dari penelitian adalah karena kurang fasilitas pembelajaran yang kekinian pada mata kuliah Body & Chasis, sehingga perlu adanya rancangan alat peraga untuk mendukung kegiatan pembelajara praktis. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental nyata (true experimental) yaitu melakukan pengamatan langsung di lapangan untuk mencari data sebab akibat dalam suatu proses melalui eksperimen sehingga dapat diketahui berapa besar tekanan yang dihasilkan ketika setir itu diputar ke kiri atau ke kanan. Selain itu dapat diketahui pula akselerasi ketika system kemudi bekerja.

* Corresponding author:

Dedy Nataniel Ullly (email: dedy.ully@gmail.com)

Diterima: 5 Januari 2025

Disetujui: 26 Februari 2025

Dipublikasikan: 28 Februari 2025

1 Pendahuluan

Dengan adanya teknologi baru yang diterapkan pada sistem kemudi yakni sistem *power steering* yang menggunakan tenaga hidrolik melalui pompa hidrolik, sehingga membantu pengemudi dalam mengontrol sistem kemudi melalui sirkulasi sistem hidrolik. Sistem kemudi yang sudah menggunakan *power steering* ini membutuhkan putaran dari mesin melalui poros engkol yang diteruskan melalui tali kipas ke pompa hidroliknya. Pompa hidrolik inilah yang menekan oli *power steering* ke bagian kolom steering sehingga mendorong fluida berupa oli SAE 10 ke piston yang ada di dalam *power steering*. Melalui pasokan tenaga yang berasal dari tekanan pompa hidrolik tersebut, maka apabila roda kemudi diputar maka fluida akan mendorong piston agar kemudi terasa lebih ringan. Dengan demikian maka setir lebih mudah dikontrol dan membutuhkan sedikit tenaga dari pengemudi [1].

Sistem kemudi baik yang manual maupun yang sudah menerapkan *power steering* tentunya membutuhkan perawatan dan perbaikan secara rutin, agar terhindar dari kerusakan yang fatal. Perawatan yang biasanya dilakukan yakni dengan menambahkan oli *power steering* jika berkurang, memperbaiki sistem *power steering* jika mengalami kerusakan misalnya ada seal yang bocor maka perlu diganti. Selain itu, peralatan mekanik yang mendukung system kemudi yang menerapkan *power steering* juga perlu dilakukan perawatan dan perbaikan secara rutin misalnya pada *bagian tie rod*, *ball join*, *rack end*, laher roda depan dan roda depan itu sendiri. Tanpa

dilakukan perawatan dan perbaikan secara rutin maka mustahil sistem kemudi dapat beroperasi atau bekerja dengan baik. Karena membutuhkan perawatan dan perbaikan secara rutin maka diperlukan teknisi yang mempunyai pengetahuan dan ketrampilan dalam menangani sistem kemudi ini bila terjadi kerusakan. Umumnya teknisi yang ada di bengkel resmi ataupun tidak resmi berasal dari tamatan SMK dan Diploma Tiga Program Studi Mesin Otomotif, sehingga dalam pembelajaran pada tingkat pendidikan formal perlu membekali siswa SMK dan mahasiswa Diploma Tiga khususnya pada bidang mesin otomotif [2].

Penelitian dan pengembangan alat peraga sistem kemudi telah dilakukan oleh beberapa peneliti yakni dilakukan oleh Artika dkk (2017), yang berjudul *Perancangan Sistem Kemudi Manual Pada Mobil Listrik*. Penggunaan steering manual dengan menggunakan model screwnut ini bertujuan memudahkan pengemudi untuk memutar setir kemudi karna lebih ringan. Penelitian ini diawali dengan merancang bangun rangka untuk diaplikasikan pada mobil listrik dengan penyetulan geometri roda pada sudut camber positif, caster positif dan toe-in. Selanjutnya dilakukan pengambilan data sebanyak 3 kali untuk mengetahui sudut belok ke kanan dan ke kiri antara roda kiri dan roda kanan. Pada pengambilan data dari sudut belok roda diketahui selisih antara sudut roda yaitu berkisar 10 – 50. Meskipun ada selisih dalam sudut belok ini masih aman dipakai karena tidak ada kerusakan yang fatal dan membahayakan saat mengendarainya. Selisih antara sudut belok roda terjadi karena getaran antara roda dengan permukaan jalan yang tidak rata dan berbatu. Perhitungan diambil dari beban mobil dengan beban penumpang yang selanjutnya dimasukan ke dalam rumus momen putar pada steering. Hasil perhitungan momen putar steering dengan beban maksimum 4 orang adalah 11,05 N.m [3].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Varma dkk (2018) yakni tentang *Design of Steering Geometry For Formula Student Car's*. Tujuan utama dari proyek ini adalah untuk memastikan masukan atau respon kemudi antara pengemudi dan roda seharusnya lebih efektif dan sensitif. Mengurangi upaya pengemudi dan meningkatkan interaksi antara pengemudi dan roda. Untuk mendapatkan kepekaan itu kita harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti pengaturan Ackerman, upaya kemudi, panjang lengan kemudi, perjalanan rak, putaran radius, rasio kemudi, sudut slip, jarak, sudut kaki, sudut kin-pin dan sudut camber. Di sini, Rack and Pinion adalah perantara antara pengemudi dan roda. Perangkat lunak yang digunakan dalam perancangan dan analisis komponen adalah catia v 5, Ansys 15, Lotus [4].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Syamsi (2019) dkk yakni tentang *Penerapan Simulator Power Steering Hidrolik Untuk Meningkatkan Kompetensi Dasar Memahami Sistem Kemudi Pada Peserta Didik di SMK*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil belajar peserta didik dengan penerapan simulator *power steering* hidrolik. Penelitian ini menggunakan metode pra eksperimen dengan menggunakan desain penelitian one group pretest-posttest design. Populasi pada penelitian ini adalah kelas XI TKR SMK Negeri 7 Baleendah Tahun Ajaran 2018/2019 dengan jumlah peserta didik 180 orang. Pengambilan sampel dengan menggunakan *purposive sampling*. Sampel pada penelitian ini sebanyak 31 peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran dengan penerapan simulator *power steering* hidrolik sebanyak 97% peserta didik dapat menuntaskan pembelajaran dengan baik. Indeks peningkatan hasil belajar (N-gain) dengan nilai 0,6 tergolong dalam kriteria sedang [5].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Manzallino dkk (2019) yakni tentang *Development and Evaluation of Power Steering System Trainer*. Pelatih tersebut dikembangkan melalui proses penelitian dan pengembangan (R&D). Setelah tahap perkembangan, evaluasi penerimaan dan efektivitas pelatih dikelola. Mengenai akseptabilitasnya, responden menilai alat peraga ini 4,75 (dari 5,0) untuk fungsionalitas, 4,73 untuk mobilitas, 4,83 untuk keselamatan, dan 4,63 untuk pemeliharaan. Jadi, dengan rata-rata tertimbang umum sebesar 4,74, pelatih tersebut sangat dapat diterima. Dalam hal efektivitas, hasil statistik menunjukkan bahwa kinerja siswa menggunakan kinerja pelatih sistem *power steering* lebih baik dibandingkan siswa yang menggunakan sistem konvensional perangkat instruksional. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penggunaan alat pelatih ini sebagai perangkat pembelajaran disediakan pemahaman yang lebih baik tentang topik dan meningkatkan proses belajar-mengajar [6].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Ikhsan dkk (2020) yakni tentang *Rancang Bangun Power Steering Hidrolik Pada Toyota Kijang 5 K*. *Power steering* berfungsi sebagai alat untuk membantu memperlembut atau meringankan pengoperasian kemudi, saat mesin dalam keadaan hidup. Khususnya pada hidrolik *Power steering* bekerja dengan memanfaatkan tenaga tekan dari fluida cair, di mana fluida cair tersebut diberi tekanan oleh sebuah pompa. Pada kendaraan utuh komponen-komponen hidrolik *power steering* tidak nampak secara keseluruhan. Beberapa komponen terhalangi atau tertutupi oleh komponen yang lainnya, sehingga untuk mempelajarinya cukup sulit. Berdasarkan acuan di atas, maka kami akan mencoba membuat suatu alat peraga untuk mengatasi keterbatasan alat praktikum sistem hidrolik *power steering*. Kami akan mengangkat analisis rancang bangun alat peraga hidrolik *power steering* di mana *power steering* yang akan digunakan adalah hidrolik *power steering* milik Toyota Kijang. Diharapkan setelah alat ini selesai, dapat menjadi alat pembelajaran bagi mahasiswa yang lebih efektif, khususnya untuk mahasiswa program studi teknik mesin spesialisasi otomotif [7].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Pradana dkk (2021) yakni tentang Rancang Bangun Sistem Kontrol Power Steering Pada Trainer Sistem Kemudi Sebagai Media Pembelajaran Praktek Chasis. Metode R&D (*Research and Development*) atau perancangan pengembangan berbasis eksperimen. Dengan tujuan untuk dapat menentukan spesifikasi komponen penggerak utama yang akan digunakan pada rancang bangun sistem kontrol *power steering* hidrolik. Hasil analisa kerja pengujian tekanan menunjukkan bahwa, tekanan yang dihasilkan dari berbagai kecepatan menunjukkan hasil yang berbeda, sehingga berpengaruh terhadap berat yang ada pada sistem kemudi. Untuk *power steering* hidrolik pada kecepatan rendah kemudi akan terasa berat tetapi pada kondisi kecepatan tinggi kemudi akan terasa ringan. Implikasinya tekanan yang ada didalam sistem kemudi berbanding lurus dengan kecepatan kendaraan. Didapatkan hasil tekanan *power steering* pada saat berbelok ke kanan dengan kecepatan rpm 700 sebesar 20 Psi, rpm 1000 sebesar 30 Psi, rpm 1300 sebesar 40 Psi dan 1700 sebesar 60 Psi. sedangkan pada saat berbelok ke kiri didapatkan hasil pada rpm 700 sebesar 20 Psi, rpm 1000 sebesar 30 Psi, rpm 1300 sebesar 40 Psi dan rpm 1700 sebesar 50 Psi [8].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Zhang dkk (2021) yakni tentang *Design of vehicle steering system testing training in augmented reality environme*. Melalui percobaan dengan lebih dari 100 siswa, telah dianalisis hal itu di bawah interaksi manusia-komputer yang ramah, platform ini tidak hanya dapat mencapai interpretasi proses deteksi kendaraan, tetapi juga memungkinkan penguji menjadi lebih akrab dan menguasai deteksi proses, meningkatkan efisiensi deteksi. Dimungkinkan juga untuk mengintegrasikan proses pengujian ke dalam kelas melalui tampilan tiga dimensi, memberikan siswa sebuah novel dan hidup, berpusat pada orang pengalaman mengajar, dan mencapai hasil praktis yang baik. Proyek ini awalnya mengeksplorasi aplikasi simulasi virtual dalam arah cerdas dan kontrol interaktif pengujian kendaraan, menyediakan bantuan bermanfaat untuk pelatihan pengujian kendaraan dan penerapan teknik [9].

2 Metode Penelitian

a. Waktu dan Tempat Kegiatan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan dan berlokasi di Laboratorium Mesin Otomotif, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Kupang.

b. Rancangan Kegiatan

Rancangan penelitian ini dimaksudkan untuk menentukan tahapan-tahapan atau proses yang akan ditempuh untuk memecahkan persoalan yang akan diteliti :

- Observasi
Observasi dilakukan untuk mempelajari kondisi terkini guna mengetahui dan mengidentifikasi berbagai persoalan yang dihadapi oleh mahasiswa Program Studi Mesin Otomotif khususnya pada mata kuliah Body dan Chasis yang berkaitan dengan system kemudi mobil.
- Identifikasi Masalah
Identifikasi masalah penting untuk dilakukan agar masalah yang diangkat dalam penelitian ini benar-benar tepat. Identifikasi masalah dalam penelitian ini berdasarkan beberapa parameter yaitu menarik, bermanfaat, hal yang baru, dapat diukur, dapat dilaksanakan, serta tidak melanggar etika.
- Studi Pustaka
Studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan data yang berhubungan dengan permasalahan yang diangkat dalam penelitian terapan ini. Studi pustaka ini dilakukan dengan cara mempelajari buku teks, makalah ilmiah, jurnal ilmiah untuk mendapatkan landasan teoritis dan peningkatan efisiensinya.
- Perencanaan Alat
Perencanaan alat peraga system kemudi power steering ini dilaksanakan dengan mengacu pada beberapa aspek penting yaitu hasil observasi, SDM dalam mengoperasikan dan merawat teknologi yang akan digunakan, kemudahan mencari komponen atau peralatan bila terjadi kerusakan dan ketersediaan komponen alternatif di Kota Kupang.
- Pembuatan Alat
Setelah dilakukan perencanaan atau desain sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan maka selanjutnya adalah proses pembuatan alat. Karena alasan biaya dan waktu maka teknologi alat peraga system kemudi power steering dibuat lebih simple dan kecil untuk tujuan praktikum

mahasiswa di laboratorium. Pembuatan alat dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Mekanik dan Laboratorium Mesin Otomotif, Politeknik Negeri Kupang.

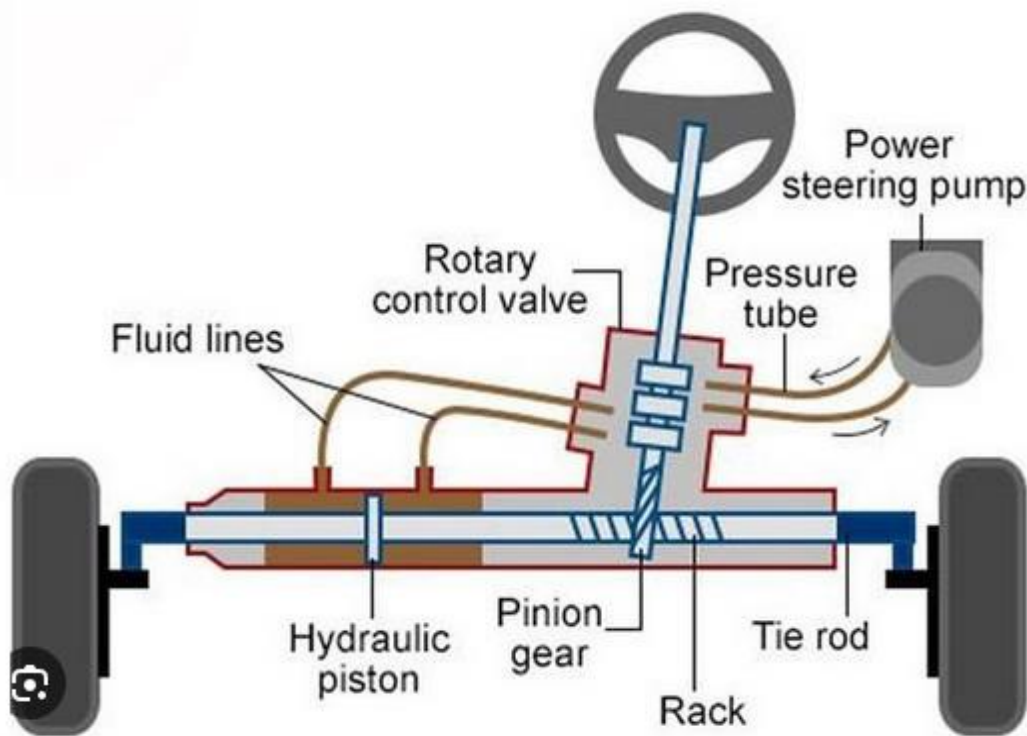
- Uji Coba dan Evaluasi Kinerja Alat

Setelah alat dibuat selanjutnya diuji coba dan dievaluasi apakah sesuai dengan apa yang telah direncanakan atau tidak. Beberapa parameter penting yang akan diuji coba dan evaluasi yakni pompa *power steering*, tekanan yang dihasilkan pada *steering gear*, getaran yang dihasilkan oleh sistem mekanik dan lain sebagainya.

c. Variabel Penelitian

- Variabel Bebas : Putaran poros yakni 500 rpm, 700 rpm, 900 rpm dan 1200 rpm.
- Variabel Terikat : Ada dua variabel terikat yang digunakan pada penelitian ini yakni tekanan yang dihasilkan oleh sistem *power steering* dan getaran mekanik yang terjadi pada system kemudi.

Instrumen atau instalasi penelitian tentang rancang bangun alat peraga sistem kemudi untuk mendukung kegiatan pembelajaran pada mata kuliah body & chasis program studi diploma tiga mesin otomotif dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1. Instalasi Penelitian

Keterangan gambar :

- a. Power steering pump;
- b. Pressure tube;
- c. Rotary control valve;
- d. Fluid lines;
- e. Hydraulic piston;
- f. Pinion gear.
- g. Rack and Tie rod

Mekanisme yang dirancang untuk membantu pengemudi mengendalikan roda kendaraan dengan lebih mudah, terutama saat memutar roda kemudi. Sistem ini mengurangi tenaga yang dibutuhkan untuk mengarahkan kendaraan, terutama pada kecepatan rendah atau saat parkir. Power steering akan bekerja pada beberapa kondisi yakni :

1. Input dari Pengemudi:
Pengemudi memutar roda kemudi, menghasilkan gerakan mekanis melalui steering column ke steering gearbox.
2. Pompa Hidrolik Aktif:
Pompa hidrolik, yang digerakkan oleh mesin, memompa fluida hidrolik dari reservoir ke sistem dengan tekanan tinggi.
3. Katup Kontrol Mengatur Aliran Fluida:
Katup kontrol mendeteksi arah putaran roda kemudi (ke kiri atau ke kanan).
4. Jika roda kemudi diputar ke kiri, katup kontrol mengalirkan fluida ke sisi kiri silinder hidrolik. Jika diputar ke kanan, fluida diarahkan ke sisi kanan silinder.
5. Silinder Hidrolik Membantu Gerakan:
Fluida bertekanan tinggi mendorong piston di dalam silinder hidrolik, yang memberikan gaya tambahan untuk mempermudah pergerakan tie rod dan roda depan.
6. Roda Depan Berbelok:
Tie rod mengarahkan roda depan sesuai input pengemudi, sementara bantuan fluida hidrolik mengurangi tenaga yang diperlukan untuk memutar roda kemudi.
7. Fluida Kembali ke Reservoir:
Setelah memberikan tekanan, fluida hidrolik kembali ke reservoir melalui selang tekanan rendah untuk didaur ulang.

Beberapa persamaan yang dipakai untuk menghitung kinerja atau performance alat destilasi air payau seperti diperlihatkan di bawah ini :

1. Persamaan Dasar Hidrolik
 - a. Tekanan Hidrolik (Pressure): Tekanan yang dihasilkan oleh pompa hidrolik dihitung dengan:
$$P = F/A \quad (1)$$

P: Tekanan (Pa atau bar)
F: Gaya yang dihasilkan oleh fluida (N)
A: Luas penampang piston atau silinder (m^2)

- b. Debit Fluida (Flow Rate): Debit fluida yang dipompa oleh pompa power steering adalah:
$$Q = v \cdot A \quad (2)$$

Q: Debit fluida (m^3/s atau L/min)
A: Luas penampang aliran (m^2)
v: Kecepatan fluida (m/s)

- c. Kecepatan Fluida dalam Pipa:
$$v = Q/A \quad (3)$$

- d. Daya Hidrolik (Hydraulic Power):
$$P_h = P \cdot Q \quad (4)$$

Ph: Daya hidrolik (W)
P: Tekanan fluida (Pa)
Q: Debit fluida (m^3/s)

2. Persamaan Mekanik Sistem Kemudi
 - a. Torsi pada Kemudi (Steering Torque):
$$T = F \cdot r \quad (5)$$

- b. **Gaya Linier pada Steering Rack:**
$$Fr = \frac{T_g}{r_p} \quad (6)$$

Fr: Gaya linier pada rack steering (N).
Tg: Torsi dari steering gear (Nm).
rp: Radius gear pinion (m).

- c. Keuntungan Mekanis (Mechanical Advantage):

$$MA = \frac{r_{steering\ wheel}}{r_{pinion}} \quad (7)$$

3. Efisiensi Sistem Power Steering

a. Efisiensi Hidrolik (Hydraulic Efficiency):

$$\eta_h = \frac{P_{Output}}{P_{Input}} \quad (8)$$

b. Efisiensi Mekanik (Mechanical Efficiency):

$$\eta_m = \frac{W_{Output}}{W_{Input}} \quad (9)$$

η_m : Efisiensi mekanik

W_{Output} : Kerja mekanis yang dilakukan oleh sistem steering (Nm).

W_{Input} : Kerja yang diterapkan pada roda kemudi (Nm).

c. Efisiensi Total Sistem (Overall Efficiency):

$$\eta_{total} = \eta_h \cdot \eta_m \quad (10)$$

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

Hasil penelitian tentang rancang bangun alat peraga sistem kemudi untuk mendukung kegiatan pembelajaran pada mata kuliah body & chasis program studi diploma tiga mesin otomotif seperti terlihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Hasil Pengujian Tekanan Pada Sistem Kemudi Tipe Power Steering

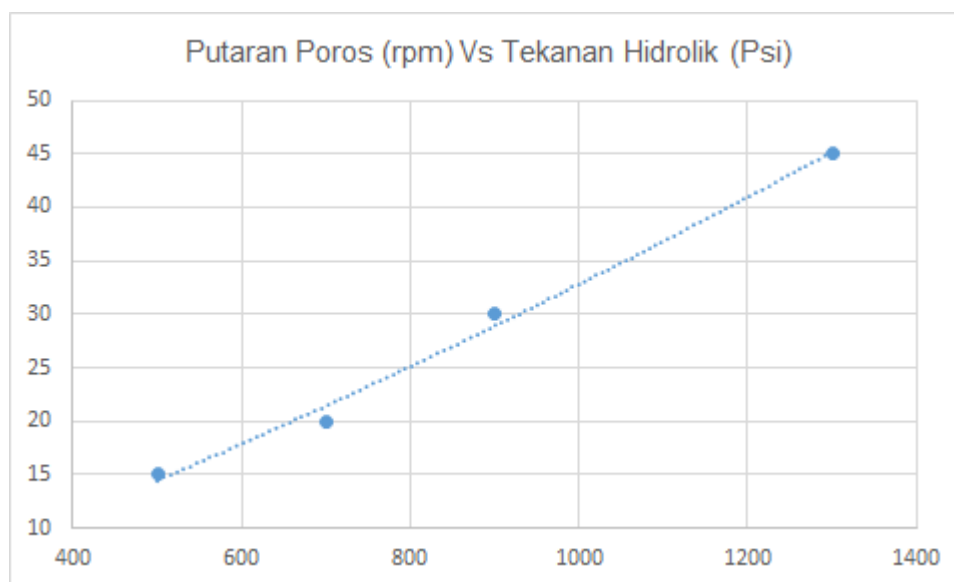
No	Putaran (Rpm)	Tekanan (Psi)
1.	500	15
2.	700	20
3.	900	30
4.	1200	45

Tabel 2. Hasil Pengujian Getaran Mekanik Pada Sistem Kemudi Tipe Power Steering

No	Putaran (Rpm)	Akselerasi (m/s^2)
1.	500	0,42
2.	700	0,54
3.	900	0,75
4.	1200	0,96

3.2 Pembahasan

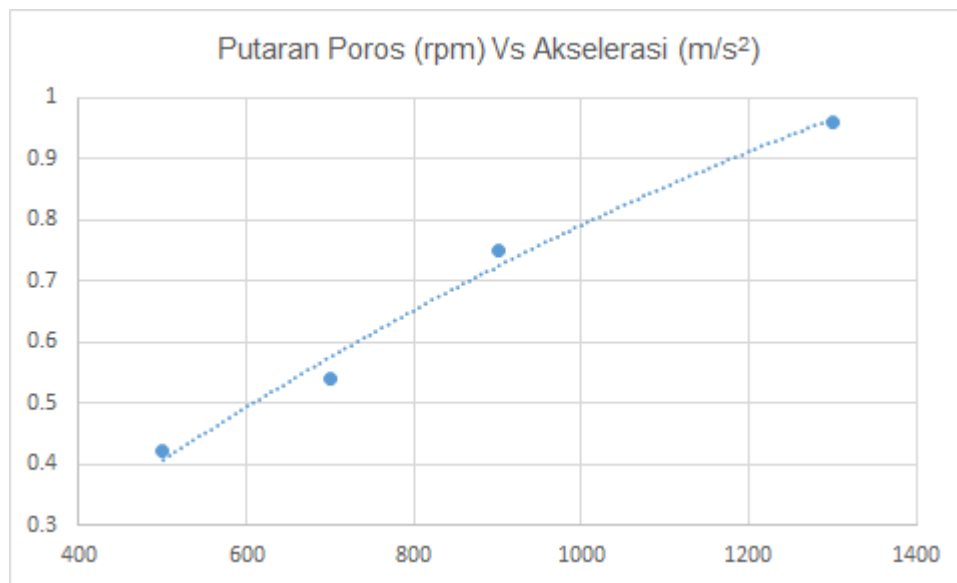
Dari hasil pengujian dan pengolahan data di atas dapat ditampilkan dalam bentuk grafik, sehingga dapat dilihat kecenderungan serta hubungan sebab akibat. Selain itu juga akan terlihat peningkatan dan penurunan kinerja alat destilasi dari tampilan pada grafik 3, 4 dan 5 di bawah ini :



Gambar 1. Grafik Korelasi Putaran Poros dengan Tekanan Hidrolik Pada Sistem Kemudi

Dari Gambar 1 terlihat bahwa tekanan hidrolik yang dihasilkan oleh pompa power steering dan salurkan ke rack steering mengalami peningkatan seiring meningkatnya putaran poros yang disebabkan oleh meningkatkannya putaran mesin. Hal ini terjadi karena putaran poros pompa power steering terhubung secara langsung dengan poros engkol, sehingga ketika putaran mesin mengalami peningkatan maka secara otomatis putaran pada pompa power steering juga ikut meningkat yang berdampak pada peningkatan tekanan pada sistem kemudi yang terhubung dengan sistem power steering. Berdasarkan grafik juga terlihat bahwa peningkatan tekanannya terjadi secara linear seiring putaran poros dinaikkan. Tekanan paling tinggi yakni 45 Psi pada putaran 1300 rpm. Selanjutnya peningkatan tekanan dapat diatur seiring dengan peningkatan putaran, hal ini dilakukan untuk menjaga agar sistem hidrolik tidak rusak atau mengalami kebocoran karena tekanan yang berlebihan. Bila ada tekanan yang berlebihan maka tekanan hidrolik ini akan disalurkan melalui saluran bypass, sehingga akan kembali ke tangki penampungan oli hidrolik. Pengukuran tekanan pada sistem power steering ini sangat penting agar tekanan kerja dari sistem ini tetap terjaga, agar tidak merusak selang, rack steering dan lain sebagainya. Volume oli hidrolik juga perlu dijaga agar power steering dapat bekerja dengan baik sehingga menghasilkan tekanan kerja yang maksimal. Dengan demikian akan berpengaruh terhadap kinerja sistem kemudi secara keseluruhan. Tekanan hidrolik yang konstan sesuai dengan tekanan kerja sangat membantu pengemudi dalam mengendalikan sistem kemudi. Bila tekanan kerja pada sistem power steering tidak maksimal maka sistem kemudi cenderung berat atau sulit untuk dikendalikan, bahkan setirnya terasa berat, sehingga pengemudi harus mengeluarkan tenaga yang berlebihan untuk

memutar setir. Hal ini sangat menyulitkan pengemudi untuk berkendara pada jarak tempuh yang jauh karena pengemudi akan sangat kelelahan karena harus mengontrol sistem dengan mengeluarkan tenaga yang besar.



Gambar 2. Grafik Korelasi Putaran Poros dengan Akselerasi pada Sistem Kemudi

Dari grafik 2 di atas terlihat bahwa akselerasi yang menyebabkan getaran mekanik akan mengalami peningkatan secara signifikan apabila putaran poros pompa power steering yang terhubung dengan putaran mesin juga mengalami peningkatan. Hal ini terjadi karena beberapa faktor yakni Ketidakseimbangan pada pompa power steering akan menyebabkan gaya sentrifugal yang lebih besar pada kecepatan tinggi, memicu getaran; Katup kontrol tekanan yang tidak berfungsi dengan baik dapat menyebabkan fluktuasi tekanan pada sistem, sehingga memunculkan getaran; Kehadiran udara di dalam saluran hidrolik dapat menyebabkan aliran fluida tidak merata, yang menghasilkan getaran, terutama saat mesin berputar lebih cepat; Sabuk yang menggerakkan pompa power steering dapat tergelincir atau tidak bekerja dengan lancar pada putaran tinggi, memicu getaran; Keausan atau kerusakan pada gear rack-and-pinion dapat menyebabkan pergerakan yang tidak halus, sehingga menimbulkan getaran; Resonansi mekanis dari komponen sistem power steering atau engine dapat memunculkan getaran pada frekuensi tertentu, terutama pada RPM tinggi; Kekurangan cairan power steering atau cairan yang kotor dapat menyebabkan pompa bekerja lebih keras, menghasilkan getaran, terutama pada RPM tinggi.

4 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan yang telah dilakukan tentang alat peraga sistem kemudi *power steering* untuk mahasiswa Diploma 3 Program Studi Mesin Otomotif dapat disimpulkan bahwa:

1. Tekanan hidrolik pada sistem kemudi power steering akan mengalami peningkatan seiring putaran mesin dinaikkan. Hal ini terjadi karena semakin banyak jumlah fluida kerja dalam hal ini oli *power steering* akan menekan sistem secara merata.
2. Getaran mekanik yang menyebabkan akselerasi pada sistem kemudi power steering mengalami peningkatan seiring meningkatnya putaran mesin. Peningkatan getaran mekanik terjadi secara linear seiring dengan peningkatan putaran mesin.

5 Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang terlibat secara langsung ataupun tak langsung, mulai dari awal hingga berakhirnya penelitian ini. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

- a. Politeknik Negeri Kupang selaku lembaga internal yang memberikan kesempatan dan dana kepada penulis, sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian / riset terapan ini dengan baik.

- b. Direktur Politeknik Negeri Kupang, selaku pimpinan tertinggi lembaga yang telah memberikan ruang dan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian / riset terapan ini dengan baik.
- c. Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri Kupang, selaku pimpinan yang telah memberikan ruang dan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian / riset terapan ini dengan baik.
- d. Kepala Laboratorium Perawatan dan Perbaikan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Kupang, yang telah memberikan ruang dan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian / riset terapan ini secara teknis dengan baik.
- e. Reviewer artikel selaku penyeleksi tulisan ini, yang telah memeriksa dan memastikan penulisan manuskrip ini sesuai dengan standar penulisan artikel yang baik dan benar.

6 Referensi

- [1]. Putra, R. N. S. P. S., Susanto, I., & Rahmiati 2024. Analisa Kegagalan Low Power Steering Pada Forklift Type Clg2050h. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*. 2024. p. 257-266.
- [2]. Alfitra, R. I., Sumiati, R., Nusyirwan, N., & Adriansyah, A. 2019. Pembuatan Simulator Power Steering Beserta Troubleshooting. *Jurnal Teknik Mesin*, 12(1), 32-37.
- [3]. Artika. D. K, Syahyuniar. R, Prionyo. N. 2017. Perancangan Sistem Kemudi Manual Pada Mobil Listrik. *Jurnal Elemen Volume 4 Nomor 1*, Juni 2017. ISSN : 2442-4471.
- [4]. Varma. D. T, Reddy. S. D, Vardhan. G. N, Mouli. C. K. 2018. *Design of Steering Geometry For Formula Student Car's. International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*. Volume 9, Issue 5, May 2018, pp. 182–192. ISSN Print: 0976-6340 and ISSN Online: 0976-6359.
- [5]. Syamsi N. A, Permana. T, Noor. M. A. R. 2019. Penerapan Simulator *Power Steering* Hidrolik Untuk Meningkatkan Kompetensi Dasar Memahami Sistem Kemudi Pada Peserta Didik di SMK. *Journal of Mechanical Engineering Education*, Vol. 6, No. 1, Juni 2019.
- [6]. Manzallino. L. E, Balbin. B. N, Mendivil. B. D. 2019. *Development and Evaluation of Power Steering System Trainer*. BU R&D Journal. 22 (1): 52-59, July 2019 | ISSN (Print): 0016-4139.
- [7]. Ikhsan. R. F dan Wijanarko. V. J. 2020. Rancang Bangun *Power Steering* Hidrolik Pada Toyota Kijang 5 K. *JRM*. Volume 06 Nomor 01 Tahun 2020, 100-103.
- [8]. Pradana. P. E dan Ansori. A. 2021. Rancang Bangun Sistem Kontrol Power Steering Pada Trainer Sistem Kemudi Sebagai Media Pembelajaran Praktek Chasis. *JRM*. Volume 6 Nomor 02 Tahun 2021, 5 – 9.
- [9]. Zhang. J, Niu. S, Li. J, Chu. H, Xie. Y. 2023. *Design of vehicle steering system testing training in augmented reality environme*. he *Frontiers of Society, Science and Technolo*. ISSN 2616-7433 Vol. 5, Issue 10: 119-126, DOI: 10.25236/FSST.2023.051019.