

Sistem Transfer Daya Dari Dua Jenis Mesin Yang Berbeda

*Soebyakto¹, Teuku Edward², Agus Wibowo³, M. Agus Shidiq⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik & Ilmu Komputer, Universitas Pancasakti Tegal

INFORMASI ARTIKEL

NASKAH DITERIMA: 7 Desember 2022

DIREVISI: 7 Januari 2023

DISETUJUI: 7 Februari 2023

***KORESPONDENSI PENULIS:**

soebyakto@gmail.com

Abstract

The motion power transfer system is a system of combining motion from components that function to transmit rotation, engine power and or electric motor power to the drive wheels. A power transfer system or powertrain system is an engineered power transfer system that provides driving power for the front and rear wheels. The power transfer system includes a clutch unit, transmission, propeller shaft, final drive to transmit the interaction motion to the wheels. This system collects all units that have different functions and characteristics to form a single unit in one power transfer system. Such as the clutch unit as a disconnecter connecting speed and power, the transmission unit plays the role of varying speed and power, the propeller shaft unit acts as a flexible connecting shaft, the drive shaft transmits rotation and power to the drive wheels. The vehicle transmission is a power transfer unit that functions to vary the rotation and power from the engine to the next power transfer unit. In this study the engine used was a gasoline engine which was tested with a 200 Watt dc motor and a 250 Watt dc electric motor. The rotation and variation of the power of the two machines must be arranged in such a way that the transmission as a transfer of power can alternate with each other, the motion energy comes from a machine 1 200 W dc electric motor or 2 250 W dc electric motors. The main objective of this research is to obtain power engine 1 or engine 2 drive which is transmitted through the power transfer system can produce rotational and wheel power that is close to the main engine power source.

Keywords: Power Shifter, Transmission, Clutch, Motion Shifter, Powertrain, Drivetrain.

Abstrak

Sistem pemindah tenaga gerak adalah suatu sistem penggabungan gerak dari komponen-komponen yang berfungsi meneruskan putaran, tenaga mesin dan atau tenaga motor listrik ke roda penggerak. Sistem transfer daya atau sistem powertrain adalah sistem transfer daya yang direkayasa yang memberikan tenaga penggerak untuk roda depan dan belakang. Sistem pemindah daya meliputi unit kopling, transmisi, poros baling-baling, final drive untuk menyalurkan gerak interaksi ke roda. Sistem ini mengumpulkan semua unit yang memiliki fungsi dan karakteristik berbeda untuk membentuk satu kesatuan dalam satu sistem transfer daya. Seperti unit kopling sebagai pemutus dan penghubung kecepatan dan tenaga, unit transmisi berperan memvariasikan kecepatan dan tenaga, unit poros baling-baling sebagai poros penghubung yang fleksibel, poros penggerak mentransmisikan putaran dan tenaga ke roda penggerak. Transmisi kendaraan merupakan unit pemindah daya yang berfungsi untuk memvariasikan putaran dan tenaga dari mesin ke unit pemindah daya selanjutnya. Pada penelitian ini mesin yang digunakan adalah mesin bensin yang diuji dengan motor dc 200 Watt dan motor listrik dc 250 Watt. Putaran dan variasi tenaga kedua mesin ini harus diatur sedemikian rupa agar transmisi sebagai pemindah tenaga dapat saling bergantian, tenaga gerak tersebut berasal dari mesin 1 motor listrik dc 200 W atau mesin 2 motor listrik dc 250 W. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan tenaga penggerak mesin 1 atau mesin 2 yang ditransmisikan melalui sistem pemindah tenaga dapat menghasilkan tenaga putaran dan roda yang mendekati sumber tenaga mesin utama.

Kata Kunci: Power Shifter, Transmisi, Kopling, Motion Shifter, Powertrain, Drivetrain.

I. PENDAHULUAN

Pemindah tenaga (drive train) adalah sejumlah mekanisme yang memindahkan tenaga yang dihasilkan oleh mesin untuk menggerakkan roda. Karena mesin berfungsi sebagai penggerak utama pada sepeda motor atau mobil, maka harus melakukan perpindahan gigi bertingkat. Mobil harus dilengkapi dengan sistem yang mampu menjembatani output mesin (tenaga dan torsi mesin) dalam perpindahan gigi bertingkat. Sistem ini disebut drive train atau sistem transfer daya.

Drive train (transfer daya) adalah suatu mekanisme yang memindahkan tenaga yang dihasilkan oleh mesin untuk menggerakkan roda kendaraan. Sistem transmisi merupakan salah satu komponen penting pada drive train, yang fungsi utamanya menyalurkan torsi keluar dari mesin ke roda

penggerak. Power train adalah sistem penggerak mobil selain mesin, kelistrikan, dan bodi yang terdiri dari rangkaian komponen. Power train ini memiliki fungsi yaitu meneruskan putaran dari mesin ke roda agar kendaraan dapat bergerak.

II. TINJAUAN LITERATUR

Dasar-dasar Power Train

Power train adalah sekelompok komponen yang bekerja sama untuk mentransfer daya dari sumber daya atau gaya yang dihasilkan ke tempat yang digunakan untuk melakukan pekerjaan dengan komponen utama berupa roda gigi. Roda gigi digunakan untuk mentransmisikan daya antar poros yang berputar tidak pada satu sumbu dan memiliki kecepatan yang

berbeda dan roda gigi biasanya lebih unggul dari pemindah daya lainnya selain kesederhanaan, daya tahan, dan efisiensinya (1).

Dalam sebuah kendaraan, sistem powertrain merupakan faktor penting dalam performa. Pada sistem powertrain, tenaga yang berasal dari mesin disalurkan ke roda penggerak (2).

Jenis transmisi daya

Ada empat jenis metode transmisi tenaga, termasuk transmisi tenaga mekanik, transmisi tenaga listrik, transmisi tenaga hidrolik dan transmisi tenaga pneumatik.

A. Transmisi Mekanis

Transmisi tenaga mekanik mengacu pada produk yang digunakan untuk sistem komponen bergerak, bukan sistem yang digunakan untuk catu daya listrik. Produk ini meliputi kopling, rantai dan sproket, sabuk dan puli, serta komponen penggerak. Jenis transmisi mekanis yang umum digunakan meliputi transmisi roda gigi, transmisi roda gigi cacing, transmisi sabuk, transmisi rantai, dan rangkaian roda gigi. Peran transmisi mekanis adalah untuk mentransmisikan gerakan dan gaya (3).

Jenis transmisi tenaga mekanik

Transmisi tenaga mekanis yang paling umum terutama meliputi: penggerak roda gigi, penggerak pusingan turbo, penggerak sabuk, penggerak rantai, rangkaian roda gigi, dll.

1) Penggerak Roda Gigi

Gear drive dapat dibagi menjadi berbagai jenis sesuai dengan standar yang berbeda.

Struktur kompak, cocok untuk transmisi jarak pendek; Berbagai kecepatan dan kekuatan perifer yang berlaku; Rasio transmisi akurat, stabil dan efisien; Keandalan tinggi dan umur panjang. Itu dapat mewujudkan transmisi antara sumbu paralel, sumbu berpotongan dari sudut mana pun dan sumbu terhuyung-huyung dari sudut mana pun. Akurasi pembuatan dan pemasangan yang tinggi dan biaya tinggi; Tidak cocok untuk transmisi antara dua sumbu pada jarak jauh.



Gambar 1. Transmisi Gigi

2) Penggerak Vortex Turbo

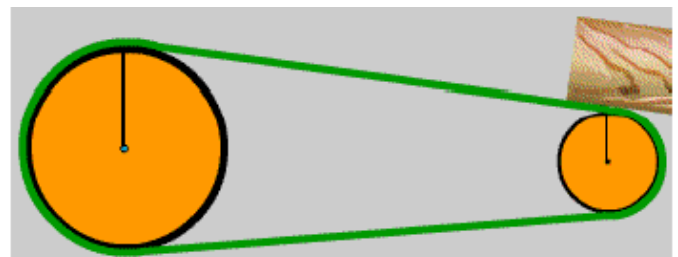
Cocok untuk gerak dan tenaga antara dua sumbu dengan ruang vertikal dan tidak berpotongan



Gambar 2. Transmisi Tenaga Mekanik (4).

3) Penggerak Sabuk

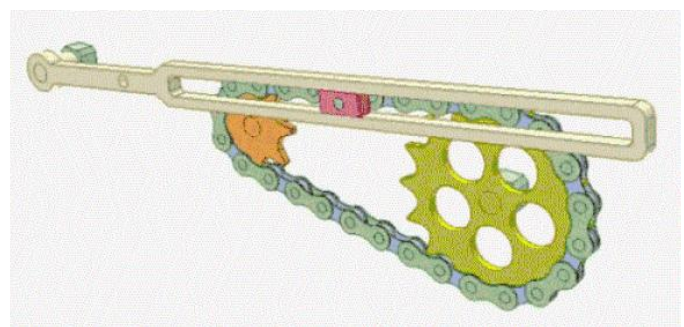
Penggerak sabuk adalah transmisi mekanis yang menggunakan sabuk fleksibel yang dikencangkan pada katrol untuk transmisi gerak atau daya. Jenis sabuk dapat dibagi menjadi tiga kategori sesuai dengan bentuk penampang: sabuk datar, sabuk V dan sabuk khusus.



Gambar 3. Penggerak Sabuk

4) Penggerak Rantai

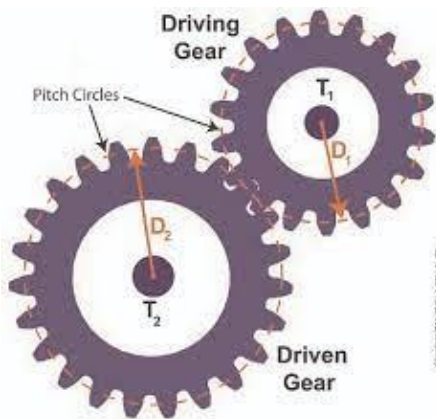
Penggerak rantai adalah metode transmisi di mana gerakan dan kekuatan sproket penggerak yang memiliki bentuk gigi khusus ditransmisikan ke sproket yang digerakkan yang memiliki bentuk gigi khusus melalui rantai.



Gambar 4. Penggerak Rantai

5) Kereta Roda Gigi

Gear train adalah kumpulan roda gigi yang mentransmisikan gerakan dari satu poros ke poros lainnya. Rangkaian roda gigi biasa terdiri dari rangkaian roda gigi sederhana dan gabungan. Rangkaian roda gigi episisiklik, yang memungkinkan gerakan relatif antara sumbu roda gigi, adalah jenis rangkaian roda gigi lainnya (5).



Gambar 5. Gear Train (6).

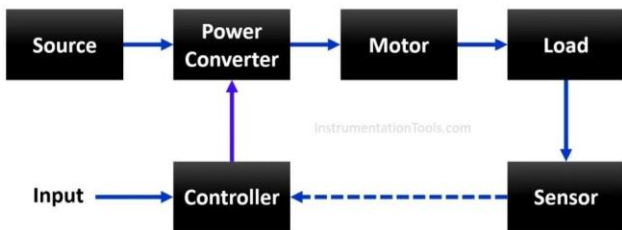
Gear train adalah sistem transmisi tenaga yang terdiri dari dua atau lebih roda gigi. Roda gigi yang pertama kali diterapkan gaya disebut roda penggerak dan roda gigi terakhir pada kereta tempat gaya ditransmisikan disebut roda gigi yang digerakkan. Setiap roda gigi antara pengemudi dan roda gigi yang digerakkan disebut pemalas. Secara konvensional, roda gigi yang lebih kecil adalah Pinion dan yang lebih besar adalah Roda Gigi (7).

B. Penggerak Listrik

Penggerak listrik didefinisikan sebagai perangkat elektronik yang dirancang untuk mengontrol parameter tertentu dari motor untuk mengontrol energi listrik menjadi tenaga mekanik dengan cara yang dapat dikontrol dengan tepat (8).

Diagram Blok Penggerak Listrik

Penggerak listrik modern yang mampu mengatur kecepatan variabel terbuat dari beberapa bagian penting seperti yang ditunjukkan pada diagram blok di bawah ini.



Gambar 6. Diagram Blok Penggerak Listrik

C. Transmisi Pneumatik

Transmisi pneumatik adalah transfer daya dengan tekanan gas atau cairan informasi dengan gas terkompresi sebagai media kerja. Sistem transfer daya adalah untuk mentransfer gas terkompresi melalui pipa dan katup kontrol ke aktuator pneumatik, yang dapat mengubah tekanan gas terkompresi menjadi kerja energi mekanik.

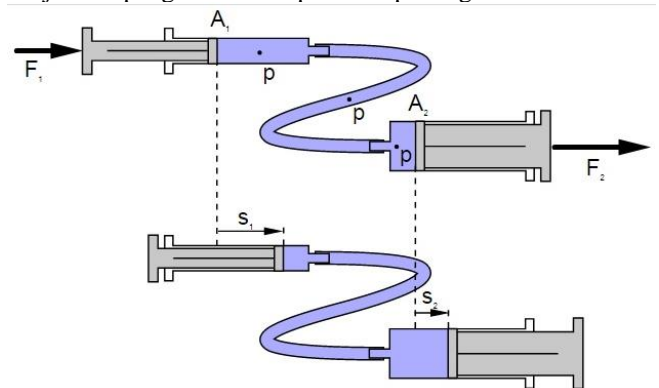


Gambar 7. Transmisi Pneumatik

Transmisi pneumatik menggunakan gas terkompresi sebagai media kerja, dan transmisi fluida daya atau informasi dengan tekanan gas.

D. Transmisi Hidraulik

Transmisi hidrolis adalah metode transmisi yang menggunakan cairan sebagai media kerja untuk mentransfer energi dan kontrol. Dari sudut pandang struktural, daya keluaran per satuan berat dan daya keluaran per satuan ukuran dikompresi secara paksa dalam empat jenis mode transmisi, dan memiliki rasio inersia momen yang besar. Volume transmisi hidrolis kecil bila sama daya ditransmisikan. Ringan, inersia rendah, struktur kompak dan tata letak yang fleksibel. Dari sudut pandang kinerja, kecepatan, torsi, daya dapat disesuaikan secara bertahap, respons cepat, pergantian dan pemindahan cepat, tindakan cepat, kontrol dan penyesuaian relatif sederhana, pengoperasiannya nyaman dan hemat tenaga kerja, dan nyaman untuk bekerja sama dengan kontrol listrik. Torsi output konverter torsi hidrolis dapat secara otomatis menambah atau mengurangi dengan kenaikan / penurunan beban eksternal, kecepatan dapat secara otomatis sesuai lebih rendah atau lebih tinggi, dalam lingkup yang lebih besar dapat mewujudkan pengaturan kecepatan tanpa langkah.



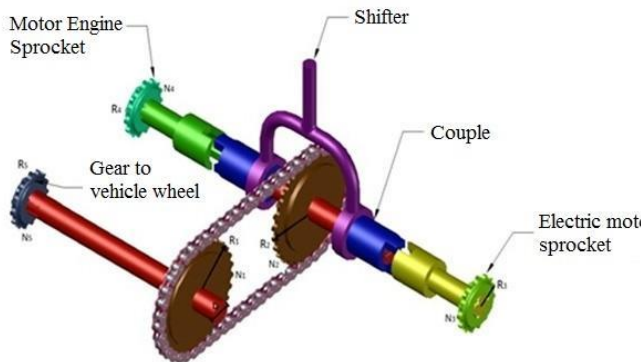
Gambar 8. Transmisi Hidrolis

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian eksperimental untuk memindahkan gerak dari mesin bensin ke putaran roda dan dapat dihentikan, digantikan dengan tenaga gerak motor listrik adalah Transmisi Manual tipe Sliding Mesh. Transmisi manual dan komponennya merupakan bagian dari sistem pemindah tenaga pada kendaraan, yaitu suatu sistem yang berfungsi untuk mengatur tingkat kecepatan dalam proses pemindahan tenaga dari sumber tenaga (mesin) ke roda kendaraan. Sistem pemindah tenaga umumnya terdiri dari unit kopling, transmisi, rantai, gardan dan roda kendaraan. Sedangkan posisi unit transmisi berada satu langkah di belakang unit kopling. Hal ini dimaksudkan agar pada saat merubah kecepatan, sambungan dengan mesin dapat diputus terlebih dahulu.

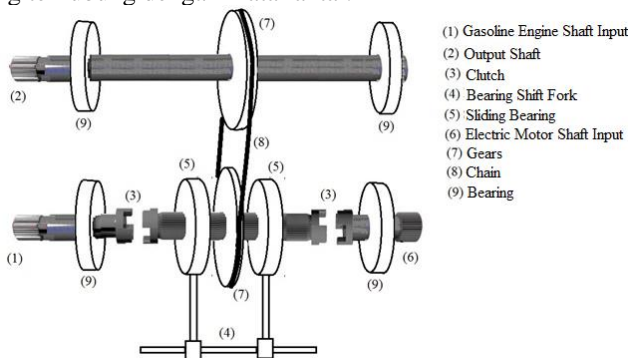
Prosedur

- 1) Jika tuas penggerak gardan dari sumber gerak motor listrik dc diarahkan ke gardan tengah maka roda kendaraan akan berputar menggunakan tenaga motor listrik dc.
- 2) Jika tuas penggerak gardan dari sumber gerak mesin bensin diarahkan ke gardan tengah, maka roda kendaraan akan berputar menggunakan tenaga mesin bensin.
- 3) Jika tuas penggerak poros tidak diarahkan ke poros tengah, maka tuas penggerak dikatakan berada pada posisi netral. Dalam hal ini, baik motor listrik dc maupun motor bensin tidak dapat menggerakkan roda kendaraan.



Gambar 9a. Sproket

Sproket: masing-masing dari beberapa tonjolan pada tepi roda yang terhubung dengan mata rantai.



Gambar 9b. Sistem Transfer Daya

Pada Gambar 9B, terdapat alat power split dimana poros penggerak dibagi menjadi tiga poros. Satu bagian poros penggerak tenaga mesin bensin, satu bagian poros kedua motor listrik dc. Salah satu bagian gardan tengah merupakan penggerak penerus roda kendaraan. Untuk mengetahui Rotational Capability dan Gear Power dari masing-masing mesin. Kemampuan putaran roda gigi mesin pertama dan kedua dapat diuji dengan persamaan:

$$v = \omega \cdot R$$

$$\omega = 2\pi f$$

v = kecepatan linier (m/s); ω = kecepatan putar (rad/s); f = frekuensi putar (Hz).

R = jari-jari roda gigi (m).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Transmisi Tenaga Mekanik

Transmisi tenaga mekanik mengacu pada transfer energi mekanik (gerakan fisik) dari satu komponen ke komponen lainnya dalam mesin. Sebagian besar mesin memerlukan beberapa bentuk transmisi tenaga mekanis. Transmisi daya adalah transfer energi dari tempat pembangkitannya ke lokasi di mana ia digunakan untuk melakukan pekerjaan yang bermanfaat. Daya didefinisikan secara formal sebagai satuan energi per satuan waktu.

Dalam teknik otomotif, drivetrain (juga sering dieja sebagai "drive train" atau terkadang "drive-train") adalah kelompok komponen kendaraan bermotor yang mengalirkan tenaga ke roda penggerak. Ini tidak termasuk mesin atau motor yang menghasilkan tenaga.

Pada gambar 10, gambar kanan atas, terdapat dua roda gigi. Gigi 1 terhubung ke mesin 1; mesinnya bisa berupa mesin bensin atau mesin diesel; gigi 2 terhubung ke roda gigi penggerak roda kendaraan. Gambar 10 kiri atas dan kanan bawah terdapat dua roda gigi yang sudah terhubung dengan 2 buah motor listrik dc dengan daya 250 Watt. Menghubungkan gigi ke mesin 2, sumbu dihubungkan ke tuas pemindah penggerak, sehingga jika tuas ditarik ke arah mesin 2, maka roda gigi berjalan berputar dari roda gigi mesin 2, yang akan diteruskan ke roda gigi penggerak. dari roda kendaraan.

Dalam penelitian ini mesin 1 diduga berasal dari mesin bensin. Untuk pengujian gerak transmisi dan arah geraknya digunakan motor listrik dc 2 dengan daya 200 Watt. Hal ini dilakukan, karena pada alat transmisi tenaga tersebut belum diketahui tenaga dan torsi yang mendukungnya.



Gambar 10. Drive Train

Spesifikasi alat

- Tinggi alat: 20,5 cm
- Panjang: 36 cm
- Lebar: 43 cm
- Tinggi tuas penggerak: 22 cm
- Lebar tuas penggerak: 19 cm
- Ketebalan pelat: 2 mm
- Kawat beton berdiameter 6 mm digabungkan untuk mengurangi besarnya getaran.
- Gigi kecil: 14 gigi
- Gigi besar: 38 gigi



Gambar 11. Roda Gigi Dihubungkan Ke Mesin 2 Motor Listrik Dengan Daya 200 Watt

Dari Gambar 11 kajian daya gerak transmisi yang seharusnya dihubungkan dengan mesin bensin, kami lakukan dengan motor listrik 200 Watt dc.

Hasil Uji Alat

Tabel 1. Data RPM Mesin 1 dengan Daya, P = 200 Watt

No	t (s)	RPM
1	04,91	1505 – 1543
2	05,98	1353 – 1573
3	06,32	1752 – 6090
4	09,42	1155 – 1398
5	16,35	1592 – 2120

Tabel 2. Data RPM pada mesin listrik dc 2 dengan daya terpasang 250 watt

No	t (s)	RPM
1	05,68	2867 – 2879
2	07,13	1057 – 2841
3	11,22	2849 – 2877
4	13,58	2876 – 2913
5	15,31	646 – 2879

Dimana t(s): lamanya alat diuji dalam detik; RPM: Rotasi per menit.

Tabel 3. Data RPM Engine 1 Daya 200 W dan Engine 2 Daya 250 W

Engine 1 data with 200 watts			Engine 2 data with 250 watts		
No	RPM	f (Hz)	No	RPM	f (Hz)
1	1524	25,4	1	5746	95,76
2	1643	24,4	2	3898	64,90
3	3921	65,35	3	5726	95,43
4	1276,5	21,275	4	5789	99,48
5	1856	30,93	5	3465	57,75

Dimana f(Hz): frekuensi rotasi per detik

ANALISIS PEMBAHASAN

Keluaran yang dicapai dalam penelitian ini adalah perangkat transmisi untuk sistem pemindah tenaga mesin bensin dan motor listrik. Gambar 11 dan Gambar 13. Namun pada pengujian alat ini penggerak mesin bensin diganti dengan motor listrik 200 Watt dc sebagai mesin pertama, dan motor listrik 250 Watt dc sebagai mesin kedua. Pertimbangan lain juga untuk faktor resiko, keselamatan, dan bahaya untuk kecepatan tinggi, bisa sedikit dikurangi. Dengan demikian peneliti bebas untuk menyelidiki kekurangan dan kelemahan alat transmisi sistem pemindah tenaga gerak yang telah dirancang dan dibuat menjadi kenyataan.

Tabel 4. Data pengamatan waktu, frekuensi, kecepatan putar dan percepatan sudut mesin pertama.

No	t (s)	f (rpm)	f (Hz)	ω ($\frac{rad}{s}$)	α ($\frac{rad_2}{s}$)
1	04,91	1524	25,4	4,78	0,97
2	05,98	1643	24,4	4,59	0,76
3	06,32	3921	65,35	12,31	1,94
4	09,42	1276,5	21,275	4,01	0,42
5	16,35	1856	30,93	5,82	0,35

Tabel 5. Data pengamatan waktu, frekuensi, kecepatan putar dan percepatan sudut mesin kedua.

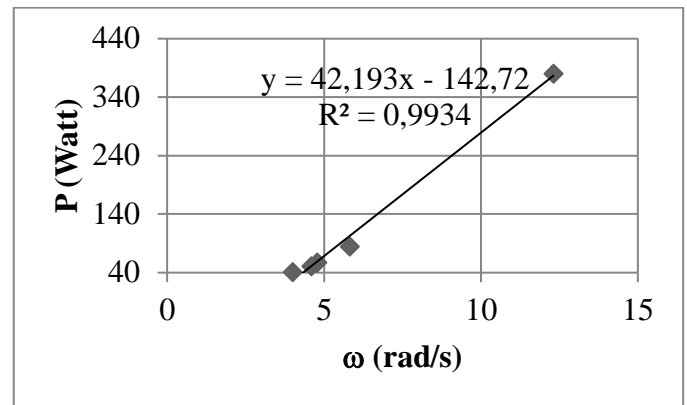
No	t (s)	f (rpm)	f (Hz)	ω ($\frac{rad}{s}$)	α ($\frac{rad_2}{s}$)
1	05,68	5746	95,76	18,04	3,17
2	07,13	3898	64,90	12,22	1,71
3	11,22	5726	95,43	17,97	1,60
4	13,58	5789	99,48	17,80	1,31
5	15,31	3465	57,75	10,88	0,71

Selanjutnya setelah mengetahui data seperti yang tertera pada tabel 4, 5, 6, 7 dapat dijadikan pertimbangan selanjutnya dalam membuat sistem transmisi tenaga yang jauh lebih baik. Walaupun kami sadar bahwa membuat alat transmisi tenaga motor yang jauh lebih baik, juga membutuhkan dana yang lebih banyak.

Tabel 6. Gaya, Frekuensi dan Daya pada mesin pertama dengan daya 200 W

No	F (N)	v (m/s)	f (rpm)	f (Hz)	ω (rad/s)	P (W)
1	411,01	0,14	1524	25,4	4,78	57,54
2	394,83	0,13	1643	24,4	4,59	51,32
3	1.057,4	0,36	3921	65,35	12,31	380,66
4	344,26	0,12	1276,5	21,275	4,01	41,31
5	500,50	0,17	1856	30,93	5,82	85,10

F: gaya linier (N); v: kecepatan linier (m/s); f : frekuensi rotasi (rpm atau Hz);
 ω : kecepatan rotasi (rad/s); P: Daya putar (Watt).



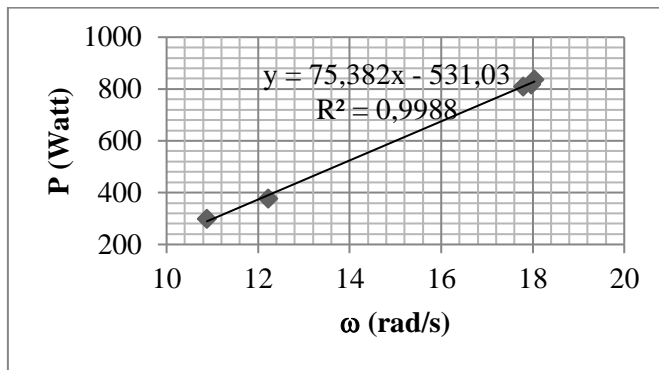
Gambar 12. Grafik Daya Terhadap Kecepatan Putar Mesin Pertama P = 200 W

Data Tabel 6 dan Gambar 12 menunjukkan bahwa kecepatan putar yang dihasilkan tidak rata, masih kasar. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 12, titik data pada grafik tidak berada pada garis lurus yang signifikan. Hasil pengamatan pengujian alat, putaran roda gigi untuk transmisi gerak dari motor bensin ke roda kendaraan, putaran terlalu kasar, terdapat nilai data parameter yang fluktuatif pada tabel 6.

Tabel 7 data mesin penggerak motor listrik 250 Watt dc, menghasilkan data parameter mekanik terdapat beberapa titik stabil, terdapat dua titik fluktuatif. Apa yang dimaksud dengan data mekanis ini adalah bahwa gerakan rotasi dapat berubah dengan cepat dan tidak dapat diprediksi, terutama menjadi lebih buruk. Kami mencatat kekuatan data gerak dari 836,73 Watt beberapa waktu kemudian turun menjadi 378,04 Watt. Terjadi dua penurunan daya, data daya kedua sebesar 810,26 Watt menjadi 299,03 Watt. Kita juga dapat mengetahui range data pada grafik gambar 13 dimana pada dua interval data pertama perubahannya dapat dikatakan cukup baik, namun setelah beberapa waktu interval data semakin kecil. Dari pengujian mekanik ini terlihat bahwa alat transmisi daya penggerak rantai yang telah dirancang dan dibuat kurang nyaman digunakan.

Tabel 7. Gaya, Frekuensi dan Daya pada mesin kedua dengan daya 250 W

No	F (N)	v (m/s)	f (rpm)	f (Hz)	ω (rad/s)	P (W)
1	1.549,5	0,54	5746	95,76	18,04	836,73
2	1.050,1	0,36	3898	64,90	12,22	378,04
3	1.544,2	0,53	5726	95,43	17,97	818,43
4	1.528,8	0,53	5789	99,48	17,80	810,26
5	934,49	0,32	3465	57,75	10,88	299,03



Gambar 13. Grafik Daya Terhadap Kecepatan Putar Mesin Kedua P = 250 W



Gambar 14. Sistem Sirkuit Transmisi Penggerak Roda Gigi Mesin Pertama dan Kedua

V. KESIMPULAN

Perancangan dan pembuatan sistem penggerak transmisi dari mesin bensin dan motor listrik dapat dilakukan, namun masih banyak kendala yang perlu diperbaiki. Pada kecepatan tinggi sistem penggerak transmisi tidak stabil, mur baut banyak yang kendur. Pelat getaran $d=2$ mm terlalu tipis untuk digunakan, karena menambah besarnya getaran sistem transmisi penggerak roda gigi. Getaran dan gerakan fluktuatif ini didapatkan dari alat uji dari dua mesin yang berbeda. Pengujian mesin pertama dengan motor listrik 200 Watt dc dan pengujian mesin kedua dengan motor listrik 250 Watt dc. Data kecepatan putaran kedua mesin tidak mulus, terlalu kasar, perlu perbaikan yang signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih atas dukungan yang diterima dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Pancasakti Tegal. Selain itu, kami mengucapkan terima kasih secara khusus atas partisipasi, kepedulian dan dukungan semua pihak dalam penelitian perancangan dan pembuatan sistem penggerak transmisi dari mesin bensin dan motor listrik.

REFERENSI

- [1] Fuad Zainuri, Adi Syuriadi. POWER TRAIN FUNDAMENTALS. Jakarta : Digital Book Publishing, 2021.
- [2] YODHA BIMA W., Dr. Rachmat Sriwidjaya. POWERTRAIN SYSTEM DESIGN ON THE NATIONAL ELECTRIC CAR. Yogyakarta : <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/93731>, 2015.
- [3] Shane. 4 Types of Power Transmission – Mechanical, Electrical, Hydraulic and Pneumatic. <https://www.machinemfg.com/>. [Online] Machinemfg, 2021. <https://www.machinemfg.com/types-of-power-transmission/>.
- [4] Velling, Andreas. Mechanical Power Transmission. fractory.com. [Online] Fractory, 2021. <https://fractory.com/mechanical-power-transmission/>.
- [5] Uniyal, Mohit. Gear Train - Definition & its Types. byjusexamprep.com. [Online] Byjusexamprep, 2022. <https://byjusexamprep.com/gear-train-i>.
- [6] Philip J. O'Keefe, PE, MLE. Determining the Gear Train Tradeoff of Torque vs. Speed, Part Three. engineeringexpert.net. [Online] Engineering Expert Witness Blog, 2014. <http://www.engineeringexpert.net/Engineering-Expert-Witness-Blog/tag/gear-train>.
- [7] Bhatia, A. Basic Fundamentals of Gear Drives . Woodcliff Lake, NJ 07677 : Continuing Education and Development, Inc., 2022.
- [8] Rao, R Jagan Mohan. What is an Electrical Drive? Types, Advantages, Disadvantages. instrumentationtools.com. [Online] PLC SCADA Courses - Engineers Community, 2022. <https://instrumentationtools.com/electrical-drive-types-advantages-disadvantages/>.