

Analisis Putaran Puli Roda Gigi Flywheel Penggerak Beban Putaran Roda Gigi Transmisi Otomotif

Parlindungan Pandapotan Marpaung

Prodi Teknik Elektro, Institut Teknologi Indonesia, Tangerang Selatan, Banten

Email: parlindungan.reni@gmail.com

ABSTRAK

Daya listrik motor listrik ac sebesar $P_{in} = 310,4$ watt menghasilkan putaran poros output digunakan menggerakkan putaran puli roda gigi flywheel menghasilkan kecepatan putar $V_{rpm(in)} = 347,8$ rpm dengan torsi putaran parameter $T_{in} = 8,53$ Nm ditransmisikan menuju setiap masing-masing beban putaran puli roda gigi transmisi maju-1 s/d transmisi maju-4 dan transmisi mundur. Hasil penelitian pada kecepatan putar puli roda gigi flywheel parameter $V_{rpm(in)}$ sebesar 347,8 rpm tersebut ditransmisikan menuju beban roda gigi transmisi maju-1 menghasilkan putaran $V_{rpm(maju-1)} = 89,6$ rpm, torsi $T_{out(maju-1)} = 33,1$ Nm dan daya mekanik $P_{out(maju-1)} = 191,87$ watt. Kemudian ditransmisikan menuju beban roda gigi transmisi maju-2 menghasilkan $V_{rpm(maju-2)} = 162,7$ rpm, $T_{out(maju-2)} = 17,34$ Nm dan $P_{out(maju-2)} = 100,51$ watt. Selanjutnya ditransmisikan menuju beban roda gigi transmisi maju-3 adalah $V_{rpm(maju-3)} = 248,2$ rpm, $T_{out(maju-3)} = 11,36$ Nm dan $P_{out(maju-3)} = 65,85$ watt. Ditransmisikan menuju beban roda gigi transmisi maju-4 menghasilkan $V_{rpm(maju-4)} = 347,8$ rpm, $T_{out(maju-4)} = 8,11$ N dan $P_{out(maju-4)} = 47,01$ watt. Untuk menuju beban roda gigi transmisi mundur menghasilkan $V_{rpm(mundur)} = 75,4$ rpm, $T_{out(mundur)} = 37,44$ Nm dan $P_{out(mundur)} = 217,03$ watt.

Keywords: sistem transmisi otomotif, poros input transmisi, poros output transmisi

PENDAHULUAN

Energi mekanik putaran melingkar roda puli flywheel ini diteruskan/ditransmisikan menuju poros input transmisi menentukan putaran poros output transmisi utama mesin. Adapun perlengkapan peralatan sistem poros utama mesin kendaraan otomotif mobil bensin secara umum terdiri dari mesin (*engine*), kopling (*clutch*), roda gigi transmisi, dan propeller shaft serta roda gigi diferensial [1],[4]. Latar belakang penelitian adalah pengembangan teknologi alternatif menggantikan daya mekanik penggerak putaran puli roda gigi transmisi flywheel menggunakan sumber daya listrik menggantikan sumber energi bahan bakar bensin. Hal ini sumber daya listrik ac disuplai ke motor listrik ac menghasilkan daya mekanik putaran poros output untuk menggerakkan puli roda gigi transmisi flywheel [9],[10]. Dengan demikian mesin (*engine*) bensin tidak difungsikan untuk menggerakkan putaran roda puli flywheel mesin, karena digantikan oleh putaran poros output dari motor listrik ac. Daya listrik motor ac menghasilkan putaran dan torsi (momen) putaran poros roda puli flywheel ditransmisikan menuju poros input roda gigi sistem transmisi. Capaian penelitian pengujian daya motor listrik ac sebagai penggerak putaran poros dan torsi putaran roda gigi puli flywheel ditransmisikan menuju input beban sistem transmisi agar menghasilkan putaran poros output sistem transmisi.

Perumusan masalah penelitian daya mekanik putaran poros roda gigi puli flywheel berfungsi mentransmisikan atau meneruskan daya mekanik menuju beban sistem transmisi otomotif yang terdiri dari beban transmisi roda gigi maju-1 s/d roda gigi maju-5 serta beban transmisi roda gigi mundur. Transmisi daya mekanik menuju masing-masing beban transmisi roda gigi hingga menghasilkan putaran pada poros output. Tetapi transmisi daya mekanik putaran poros roda gigi puli flywheel pada kondisi beban transmisi netral, maka poros output tidak berputar disebut kondisi netral. Pada penelitian ini dilakukan pengujian penggeseran tuas penggerak roda gigi perubah rpm menuju ke masing-masing roda gigi transmisi maju-1 s/d transmisi maju-4 atau transmisi mundur yang dimulai pada saat kondisi putaran poros beban transmisi netral. Capaian hasil penelitian dilakukan penggeseran tuas penggerak roda gigi perubah rpm berturut turut menuju masing-masing puli roda gigi maju-1 s/d roda gigi maju-4 dan puli roda gigi mundur yang menghasilkan spesifikasi parameter daya mekanik putaran poros output sistem transmisi manual.

Tujuan penelitian ini adalah pengujian daya mekanik putaran penggerak penerus puli roda gigi flywheel ditransmisikan menuju beban sistem transmisi otomotif. Dengan demikian dapat diketahui daya mekanik diserap oleh beban transmisi pada kondisi putaran roda transmisi maju-1 s/d roda gigi maju-4 yang dimulai dari putaran poros input hingga menghasilkan putaran poros output transmisi.

Pada transmisi putaran puli roda gigi (*gear*) terdiri dua roda gigi bersinggungan, yaitu salah satu puli roda gigi sebagai penggerak putaran dan putaran puli roda gigi lainnya yang digerakkan bersamaan. Skematik jumlah gigi pada roda gigi menentukan tingkat kecepatan putar masing-masing roda gigi. Kedua roda gigi bersinggungan antara roda gigi penggerak dengan roda gigi yang digerakkan seperti Gambar 1 [2],[6]. Daya output poros putar roda gigi sebagai penggerak dinyatakan parameter $P_{(roda-gigi)}$ dihitung menggunakan perumusan persamaan (1) [8].

$$P_{out(roda-gigi)} = \omega \cdot T \quad (1)$$

Keterangan:

$P_{out(roda-gigi)}$ = daya output poros putar roda gigi, watt

ω = kecepatan sudut putar melingkar, derajat/detik

T = torsi gaya putaran, Nm.

Kecepatan sudut putar melingkar (ω) di konversikan dengan putaran melingkar adalah $\omega = 2\pi \cdot f$, dimana persamaan frekuensi putaran $f = n/t$. Persamaan matematis kecepatan sudut putar dirumuskan seperti pada persamaan (2).

$$\omega = 2\pi \cdot f = 2\pi \cdot (n/t) \quad (2)$$

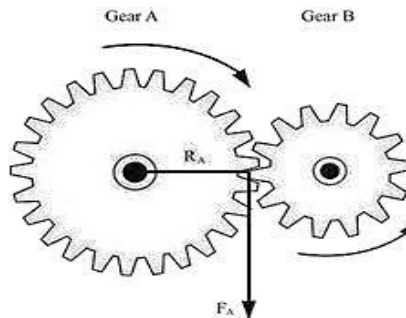
Daya output poros putar puli roda gigi dinyatakan parameter $P_{out(roda-gigi)}$, maka persamaan (1) dan persamaan (2) dirumuskan menjadi persamaan (3)[8].

$$P_{out(roda-gigi)} = 2\pi (V_{rpm}) \cdot T \quad (3)$$

Keterangan:

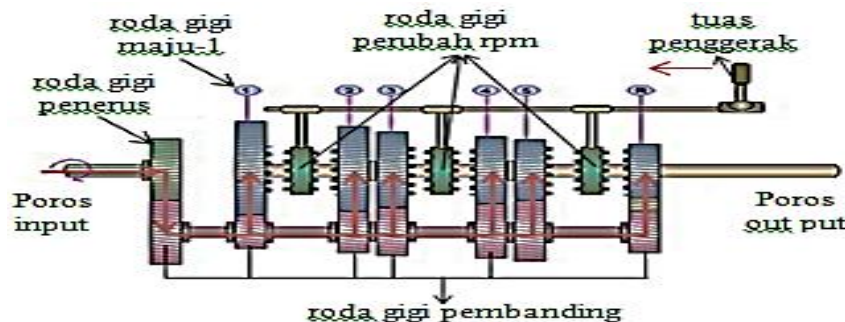
n = putaran puli roda gigi, putaran

V_{rpm} = kecepatan rpm, putaran/menit.



Gambar 1. Perbedaan jumlah roda gigi A penggerak roda gigi B

Sistem transmisi otomotif terdiri dari beban transmisi roda gigi maju-1 s/d roda gigi maju-5 dan transmisi roda gigi mundur seperti Gambar 2 [2],[3].



Gambar 2. Skematik diagram kondisi roda puli flywheel beban transmisi netral

METODE

Metode penelitian dilakukan tahap pengadaan peralatan alat ukur antara lain alat ukur tachometer, watt-meter ac digital dan volt meter ac digital. Kemudian rancang bangun motor listrik ac dan pengujian daya listrik motor listrik ac untuk menggerakkan putaran puli roda gigi flywheel terhubung menuju putaran mekanik poros input sistim transmisi otomotif manual [9],[11]. Daya listrik motor listrik ac menggerakkan putaran puli roda gigi flywheel dinyatakan parameter $P_{in(netral)}$ dan hasil kecepatan putar puli roda puli flywheel dinyatakan parameter $V_{rpm(netral)}$ dalam satuan rpm. Parameter $P_{in(netral)}$ dan parameter $V_{rpm(netral)}$ adalah parameter kondisi beban transmisi netral. Pernyataan kondisi beban transmisi netral adalah putaran puli roda gigi flywheel tanpa terbebani oleh beban roda gigi transmisi maju-1 s/d maju-4 atau beban roda gigi transmisi mundur. Hasil pengukuran daya listrik motor listrik ac menggerakkan putaran puli roda gigi flywheel kondisi beban transmisi netral dilakukan menggunakan alat ukur wattmeter dijital sebesar $P_{in(netral)} = 310,4$ watt. Kemudian di ukur kecepatan putar puli roda gigi flywheel dengan menggunakan sensor rpm tachometer optik infra red menghasilkan $V_{rpm(netral)} = 347,8$ rpm. Pengukuran kecepatan putar puli roda gigi flywheel menggunakan sensor rpm tachometer optik infra red diperlihatkan seperti Gambar 5. Kemudian torsi putaran (T) dihitung menggunakan persamaan (3) menggunakan data parameter $P_{in(netral)} = 310,4$ watt dan $V_{rpm(netral)} = 347,8$ rpm tersebut, sbb.:

$$T_{in(netral)} = \frac{P_{in(netral)}}{2\pi V_{rpm(netral)}} = \frac{310,4}{6,28 \left(\frac{347,8}{60} \right)} = \frac{310,4}{36,4}$$

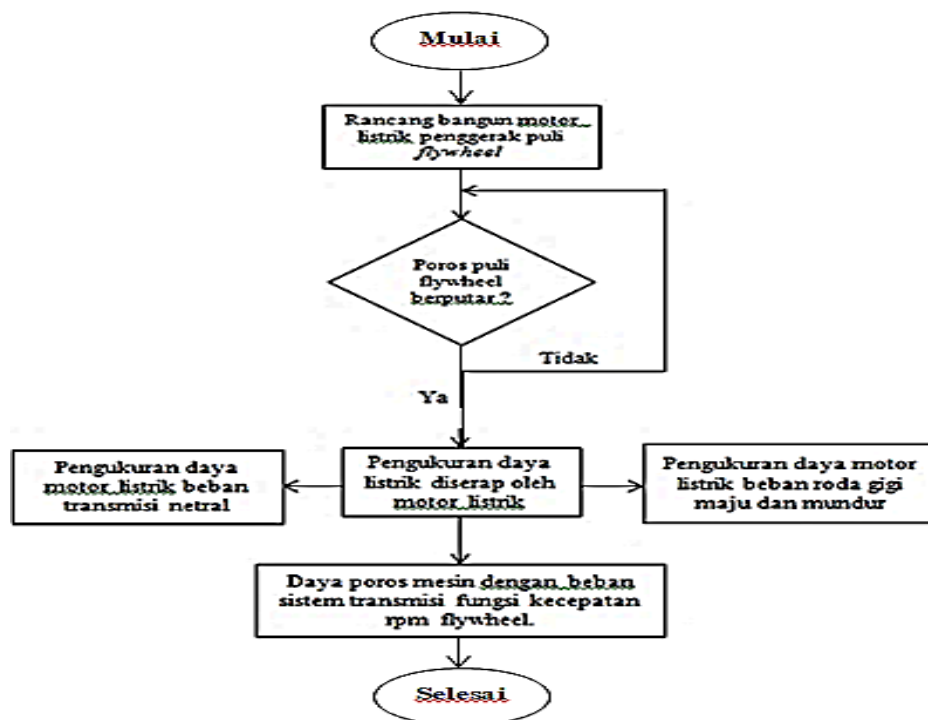
$$T_{in(netral)} = 8,53 \text{ Nm.}$$

Rekapitulasi data hasil pengukuran dan perhitungan kondisi putaran roda puli flywheel beban transmisi netral seperti pada Tabel 1. Daya listrik motor listrik ac sebesar $P_{in(netral)} = 310,4$ watt menghasilkan putaran poros puli roda gigi flywheel sebagai poros penggerak penerus menuju beban sistem transmisi otomotif. Putaran puli roda gigi flywheel ditransmisikan melalui kendali tongkat atau tuas pengeser menuju roda gigi perubah rpm transmisi.

Tabel 1. Putaran roda puli flywheel beban transmisi netral

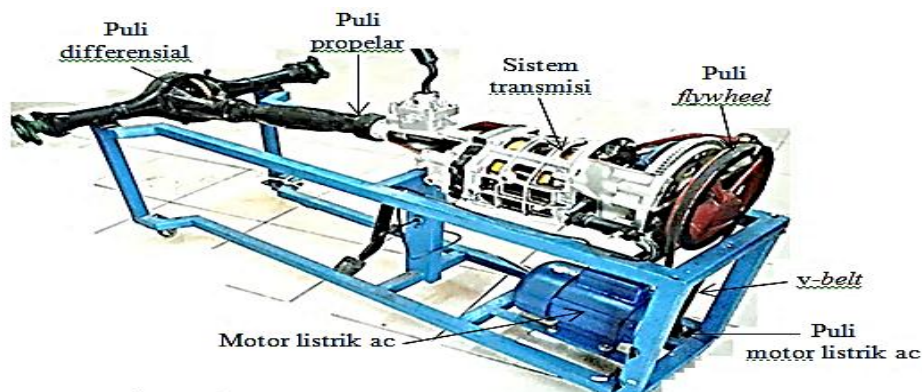
$P_{in(netral)}$ (watt)	$V_{rpm(netral)}$ (rpm)	$T_{in(netral)}$ (Nm)
310,4	347,8	8,53

Adapun skematik alur diagram tahapan metodologi penelitian seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alur tahapan metode kegiatan penelitian

Peralatan fisik sistem transmisi manual atomotif diperlihatkan seperti pada Gambar 4 [3].



Gambar 4. Motor listrik ac sebagai penggerak beban sistem transmisi otomotif.

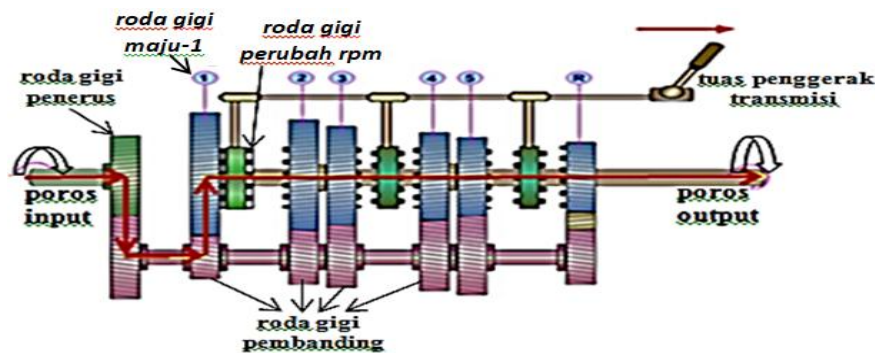
DISKUSI

Daya listrik motor ac sebesar $P_{in(netral)} = 310,4$ watt menggerakkan poros input putaran puli roda gigi flywheel ditransmisikan menuju beban sistem transmisi otomotif seperti Gambar 5. Putaran penggerak penerus roda puli flywheel secara berturut turut terbebani putaran puli roda gigi transmisi maju-1 s/d transmisi maju-5 dan transmisi mundur.



Gambar 5. Pengukuran kecepatan rpm roda puli flywheel beban transmisi netral

Hasil penelitian roda gigi perubah rpm transmisi ini di geser menggunakan tuas penggerak transmisi menuju beban transmisi roda gigi maju-1 seperti Gambar 6. Pemindahan tuas roda gigi perubah rpm menuju beban putaran puli roda gigi transmisi maju-1, maka putaran roda puli flywheel terbebani putaran roda gigi transmisi maju-1 yang menghasilkan daya mekanik poros output $P_{out(maju-1)} = 191,87$ watt. Putaran poros output kondisi beban transmisi roda gigi maju-1 dinyatakan $V_{rpm-out(maju-1)}$. Pengukuran nilai parameter $V_{rpm-out(maju-1)}$ menggunakan sensor rpm *tachometer* optik sebesar $V_{rpm-out(maju-1)} = 89,6$ rpm, kemudian torsi putaran dihitung menggunakan persamaan (3) sebesar $T_{out(maju-1)} = 33,1$ Nm.



Gambar 6. Skematik diagram kondisi roda puli flywheel beban transmisi maju-1

Pada kondisi pemindahan tuas roda gigi perubah rpm menuju beban putaran puli roda gigi transmisi maju-2, maka putaran roda puli flywheel mendapat beban putaran roda transmisi maju-2 menghasilkan daya mekanik putaran poros out put parameter $P_{out(maju-2)} = 100,51$ watt, $V_{rpm(maju-2)} = 162,7$ rpm dan $T_{out(maju-2)} = 17,34$ Nm. Selanjutnya putaran roda puli flywheel mendapat beban putaran roda gigi transmisi maju-3 menghasilkan parameter $P_{out(maju-3)} = 65,85$ watt, $V_{rpm(maju-3)} = 248,2$ rpm dan $T_{out(maju-3)} = 11,36$ Nm. Kondisi mendapat beban putaran roda gigi transmisi maju-4 menghasilkan parameter $P_{out(maju-4)} = 47,01$ watt, $V_{rpm(maju-4)} = 347,8$ rpm dan $T_{out(maju-4)} = 8,11$ Nm. Kondisi mendapat beban putaran roda gigi transmisi mundur menghasilkan $P_{out(mundur)} = 217,03$ watt, $V_{rpm(mundur)} = 75,4$ rpm dan $T_{out(mundur)} = 37,44$ Nm. Rekapitulasi data parameter poros input untuk menghasilkan putaran poros output transmisi seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter poros input dan poros output sistem transmisi

Poros input		Poros output		
$P_{in(poros)}$	$V_{rpm(in)}$	$P_{out(poros)}$	$V_{rpm(out)}$	T_{out}
(watt)	(rpm)	(watt)	(rpm)	(Nm)
310,4	347,8	191,87	89,6	33,10
		100,51	162,7	17,34
		65,85	248,2	11,36
		47,01	347,8	8,11
		217,03	75,4	37,44

Perhitungan perbandingan putaran roda gigi input terhadap roda gigi perubah rpm beban transmisi dinyatakan parameter k (konstanta) dihitung dengan menggunakan persamaan matematis:

$$k = \frac{V_{rpm(in)}}{V_{rpm(out)}}$$

Hasil perhitungan konstanta k_{maju} (k_1, k_2, k_3, k_4) dan k_{mundur} diperlihatkan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Konstanta perbandingan rpm

Kecepatan putar		k	Kondisi beban roda gigi
$V_{rpm(in)}$ (rpm)	$V_{rpm(out)}$ (rpm)		
347,8	89,6	3,88	maju-1
	162,7	2,14	maju-2
	248,2	1,40	maju-3
	347,8	1,0	maju-4
	75,4	4,61	Mundur

KESIMPULAN

Pengembangan daya mekanik penggerak putaran puli flywheel berasal dari sumber daya tenaga hasil pembakaran bahan bakar bensin digantikan menjadi penggerak putaran poros puli penggerak menggunakan daya tenaga putaran poros output motor listrik ac. Daya tenaga putaran poros output motor listrik ac dengan kapasitas daya listrik sebesar $P_{in} = 310,4$ watt menghasilkan putaran puli flywheel dengan kecepatan putar $V_{rpm(in)} = 347,8$ rpm, torsi putaran $T_{in} = 8,53$ Nm diteruskan menuju setiap masing-masing beban putaran puli roda gigi transmisi maju-1 s/d transmisi maju-4 dan transmisi mundur. Transmisi putaran puli flywheel menuju beban sistim transmisi menghasilkan parameter putaran mekanik poros utama output mesin. Untuk kondisi beban transmisi roda gigi netral putaran poros output sistim transmisi tidak berputar, karena putaran puli roda gigi flywheel tidak ditransmisikan ke masing-masing puli roda gigi transmisi maju-1 s/d transmisi maju-4 atau transmisi mundur. Sebaliknya poros utama output sistim transmisi menghasilkan putaran mekanik, ketika tuas tongkat pendorong bekerja memindahkan puli roda gigi perubah rpm menuju ke setiap puli roda gigi transmisi maju-1 s/d transmisi maju-4 atau roda gigi transmisi mundur terhubung menuju putaran puli roda gigi flywheel. Dimana putaran puli roda gigi flywheel ditransmisikan menuju beban putaran puli roda gigi transmisi maju-1 s/d transmisi maju-4 atau transmisi mundur menghasilkan putaran mekanik poros output utama sistem transmisi.

REFERENSI

- [1] B.I Nyoman., Sampurno, *Teknologi Otomotif Edisi Kedua*, Guna Widya, 2010.
- [2] Suriadi IGAK, dkk., *Perbaikan Performa Traksi dengan Modifikasi Rasio Gigi Transmisi*, Prosiding Konferensi Engineering Perhotelan V, Denpasar, 2014.
- [3] Novie Susanto, dkk., ANALISIS PENGARUH TRANSMISI MOBIL MANUAL DAN OTOMATIS TERHADAP TINGKAT KESULITAN YANG DIHADAPI PENGEMUDI PEMULA, *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 12, No. 3, 2017.
- [4] Nazaruddin, dkk., *Analisis Kinerja Sistem Transmisi Pada Mobil Hemat Energi Tipe Hybrid*, Seminar Nasional ITENAS, 2021, pp. 36-41.
- [5] Igak Suriadi, dkk., Perancangan Rasio Sistem Transmisi Kendaraan Penggerak Roda Belakang Untuk Meningkatkan Kinerja Traksi, *Jurnal Energi dan Manufaktur* Vol. 9 No. 1, April 2016, pp. 44-48.
- [6] Sri Komaladewi, dkk., *Geometric Progression Application In Design Transmission Gear Ratio*, International Conference on Sustainable Technology Development, Denpasar-Bali, 2014.
- [7] Rafi Rasyad, dkk., Analisis dan Studi Eksperimen Perbandingan Transmisi Manual dengan Transmisi CVT pada Mobil Honda Jazz 2018 Berdasarkan Karakteristik Traksi dan Efisiensi Transmisi, *Jurnal Teknik ITS* Vol. 8, No. 1, 2019.
- [8] <http://www.rumus-fisika.com/html>, kelajuan dan kecepatan 25 Agustus 2018.
- [9] Aditya Kuswardana, *Mobil listrik dengan kapasitas satu penumpang*, Under Graduates Thesis, Universitas Negeri Semarang.
- [10] Margana, Aplikasi Motor DC 1000 W 48 volt sebagai Penggerak Mobil Listrik Ramah Lingkungan, *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, Vol.1, No.1, 2012.
- [11] Nalapana N., Sri Agustina, Analisa Motor DC Sebagai penggerak mobil listrik, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, *Jurnal Mikrotiga*, Vol. 2, No. 1, ISSN : 2355-0457, Januari 2015.