

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
E-mail: parlindungan.reni@gmail.com

Abstrak

Pengembangan daya mekanik penggerak putaran puli *flywheel* berasal dari sumber daya tenaga hasil pembakaran bahan bakar bensin digantikan menjadi sumber 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 ditransmisikan menuju setiap masing-masing beban putaran puli roda gigi transmisi maju-1 s/d transmisi maju-4 dan transmisi mundur. Hasil penelitian parameter $V_{rpm(in)}$ sebesar 347,8 rpm tersebut ditransmisikan menuju beban roda gigi transmisi maju-1 menghasilkan parameter mekanik putaran poros output $V_{rpm(maju-1)} = 89,6$ 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 putaran poros output $V_{rpm(maju-2)} = 162,7$ 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 menghasilkan $V_{rpm(maju-3)} = 248,2$ 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.

Kata kunci: sistem transmisi otomotif, poros input transmisi, poros out put transmisi

Abstract

The development of mechanical power driving the flywheel pulley comes from the power source from the combustion of gasoline which is replaced into a power source for the rotation of the output shaft of an ac electric motor. The rotational power of the ac electric motor output shaft with an electric power capacity of $P_{in} = 310.4$ watts produces flywheel pulley rotation with a rotational speed of $V_{rpm(in)} = 347.8$ rpm, T_{in} rotation torque = 8.53 Nm transmitted to each the load rotation of the gear pulley of the forward transmission-1 to the forward transmission-4 and the reverse transmission. The results of the research that the $V_{rpm(in)}$ parameter of 347.8 rpm is transmitted to the forward-1 transmission gear load resulting in the mechanical parameters of the output shaft rotation $V_{rpm(forward-1)} = 89.6$ rpm, torque $T_{out(forward-1)} = 33, 1$ Nm and mechanical power $P_{out(forward-1)} = 191.87$ watts. Then it is transmitted to the gear load of the forward-2 transmission producing a rotation of the output shaft $V_{rpm(forward-2)} = 162.7$ rpm, $T_{out(forward-2)} = 17.34$ Nm and $P_{out(forward-2)} = 100.51$ watts. Then it is transmitted to the forward-3 transmission gear load to produce $V_{rpm(forward-3)} = 248.2$ rpm, $T_{out(forward-3)} = 11.36$ Nm and $P_{out(forward-3)} = 65.85$ watts. Transmitted to the transmission gear load forward-4 produces $V_{rpm(forward-4)} = 347.8$ rpm, $T_{out(forward-4)} = 8.11$ N and $P_{out(forward-4)} = 47.01$ watts. To go to the reverse transmission gear load produces $V_{rpm(reverse)} = 75.4$ rpm, $T_{out(backward)} = 37.44$ Nm and $P_{out(reverse)} = 217.03$ watt.

Keywords: automotive transmission system, transmission input shaft, transmission output shaft

1. Pendahuluan

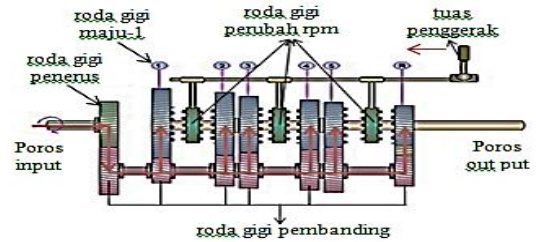
Pada umumnya spesifikasi performa karakteristik parameter putaran poros output sistem transmisi otomotif mesin bensin dapat diketahui dari pabrik pembuat mesin tersebut. Performa karakteristik parameter utama putaran poros output sistem transmisi antara lain terdiri dari daya mekanik, kecepatan rpm dan torsi putaran.

Umumnya putaran utama poros output mesin bensin diperoleh dari tenaga dorong piston hasil proses pembakaran bahan bakar bensin menggerakkan putaran poros puli penggerak penerus atau *flywheel* menuju beban putar roda gigi transmisi maju-1 s/d roda gigi transmisi maju-4 atau roda gigi transmisi-mundur. Pengembangan teknik alternatif dilakukan menggantikan penggunaan energi bahan bakar bensin sebagai sumber daya tenaga penggerak

putaran puli *flywheel* dilakukan menggunakan tenaga putaran poros output dari motor listrik ac. Hal ini penggunaan bahan bakar bensin sebagai sumber energi tenaga penggerak putaran puli *flywheel* digantikan dengan daya tenaga mekanik putaran dari poros output motor listrik ac. Pengembangan alternatif sumber energi tenaga penggerak putaran *flywheel* yang menggunakan daya tenaga hasil pembakaran bahan bakar bensin untuk menghasilkan karakterisasi putaran utama poros output sistem transmisi digantikan dengan daya tenaga putaran poros output motor listrik ac. 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* dengan cara 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 daya tenaga putaran utama poros output mesin (*engine*) berasal dari daya tenaga hasil pembakaran bahan bakar bensin tidak difungsikan untuk menggerakkan putaran roda puli *flywheel*, 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 tersebut 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. Pada penelitian ini 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. Skematik diagram sistem transmisi otomotif masing-masing terdiri dari transmisi roda gigi maju-1 s/d roda gigi maju-5 dan transmisi roda gigi mundur seperti pada Gambar 1[2],[3].

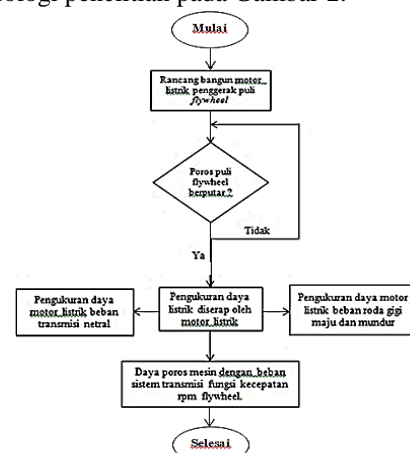


Gambar 1. Skematik diagram kondisi roda puli *flywheel* beban transmisi netral

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 diterima kondisi putaran roda transmisi maju-1 s/d roda gigi maju-4 yang ditransmisikan oleh putaran poros input hingga menghasilkan putaran poros output sistem transmisi.

2. Metode Penelitian

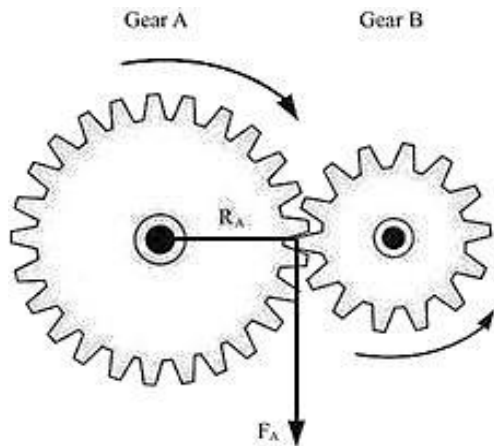
Metode penelitian dilakukan pengembangan teknik menggantikan daya mekanik penggerak putaran puli *flywheel* berasal dari sumber daya tenaga hasil pembakaran bahan bakar bensin. Alur diagram metodologi penelitian pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir tahapan metode kegiatan penelitian

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 diperlihatkan seperti pada Gambar 3.[2],[6].



Gambar 3. Perbedaan jumlah gigi puli roda gigi A sebagai penggerak puli roda gigi B

Daya output poros putar roda gigi sebagai penggerak dinyatakan parameter $P_{(roda-gigi)}$ dihitung menggunakan 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].

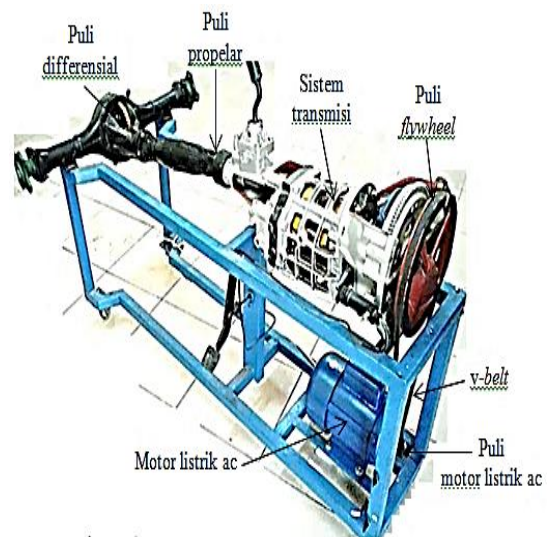
$$P_{out(roda-gigi)} = (2\pi \cdot n/t) \cdot T$$

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

Keterangan:

n = putaran puli roda gigi, putaran
 V_{rpm} = kecepatan rpm, putaran/menit.

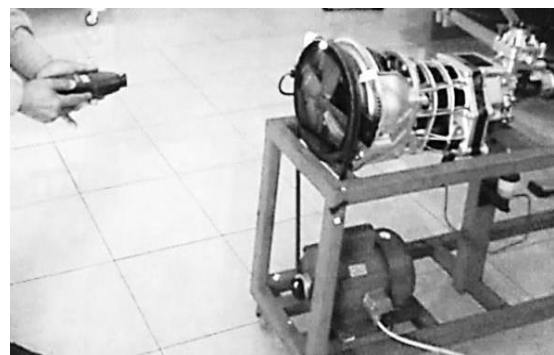
Peralatan fisik sistem transmisi manual otomatis diperlihatkan seperti pada Gambar 4 [3].



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

Tahap pertama adalah rancang bangun puli motor listrik ac penggerak putaran roda puli flywheel. Tahap kedua pengujian daya motor listrik ac penggerak putaran roda puli flywheel beban transmisi netral yang diteruskan menuju poros input [9][11]. Parameter daya listrik motor ac sebagai penggerak dinyatakan $P_{in(netral)}$ satuan watt, kemudian kecepatan putar roda puli flywheel beban transmisi netral dinyatakan parameter $V_{rpm(netral)}$ dalam satuan rpm. Pengukuran daya listrik motor listrik ac menggunakan alat ukur wattmeter digital sebesar $P_{in(netral)} = 310,4$ watt. Poros output motor listrik ac menghasilkan putaran menggerakkan kecepatan putar puli roda gigi flywheel terhubung ke poros beban sistem transmisi.

Kondisi transmisi netral, yaitu tanpa terbebani oleh beban roda gigi transmisi maju-1 s/d maju-4 dan transmisi mundur dilakukan pengukuran kecepatan putar puli roda gigi flywheel menggunakan sensor rpm tachometer optik infra red. Pengukuran putaran puli roda gigi flywheel parameter dinyatakan parameter $V_{rpm(netral)}$. Hasil pengukuran $V_{rpm(netral)} = 347,8$ rpm diperlihatkan seperti Gambar 5.



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

Kemudian torsi putaran (T) dihitung menggunakan persamaan (3) data $P_{in(netral)} = 310,4$ watt dan $V_{rpm(netral)} = 347,8$ rpm, sbb.:

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

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

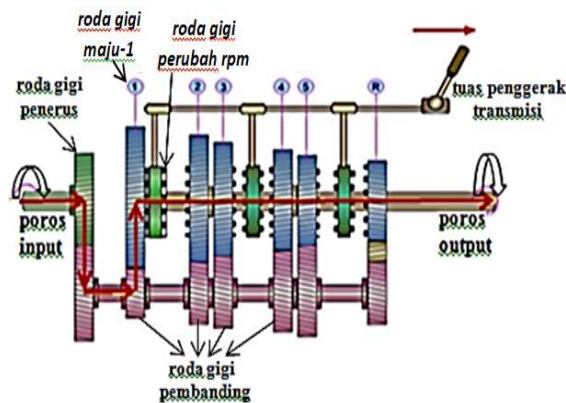
Rekapitulasi data hasil pengukuran dan perhitungan kondisi putaran roda puli flywheel beban transmisi netral seperti pada Tabel 1. Daya listrik motor listrik ac sebesar $P_{in(netral)} = 310,4$ watt menghasilkan putaran poros puli roda gigi flywheel sebagai poros penggerak penerus menuju beban sistem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

Tabel 1. Putaran roda puli flywheel beban transmisi netral

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

3. Hasil Dan Pembahasan

Daya listrik motor ac sebesar $P_{in(netral)} = 310,4$ watt menggerakkan poros input putaran puli roda gigi flywheel ditransmisikan menuju beban putaran puli roda gigi transmisi maju-1 s/d transmisi maju-5 dan transmisi mundur. Hasil penelitian kondisi roda gigi perubah rpm transmisi 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 adalah parameter $P_{out(maju-1)} = 191,87$ watt.



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

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.

Pada kondisi tuas roda gigi perubah rpm dipindahkan 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 putaran poros input menghasilkan putaran poros output sistem transmisi pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter poros input dan poros output sistem transmisi

Poros input		Poros output		
$P_{in(poros)}$ (watt)	$V_{rpm(in)}$ (rpm)	$P_{out(poros)}$ (watt)	$V_{rpm(out)}$ (rpm)	T_{out} (Nm)
		191,87	89,6	33,10
		100,51	162,7	17,34
310,4	347,8	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)		
	89,6	3,88	maju-1
	162,7	2,14	maju-2
347,8	248,2	1,40	maju-3
	347,8	1,0	maju-4
	75,4	4,61	mundur

4. 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 transmisiroda 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.

Daftar Pustaka

- [1] B.I Nyoman., Sampurno, Teknologi Otomotif *Edisi Kedua, Guna Widya, 2010.*
- [2] Suriadi IGAK, Adi Atmika I Ketut., Dwi Budiana Made., 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, September 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 AAIA., Suriadi IGAK., Adi Atmika I Ketut, 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] Nalapanana 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.*