

PENGARUH PENGGUNAAN VARIASI BERAT ROLLER PADA SISTEM CVT (CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION) TERHADAP PERFORMA SEPEDA MOTOR HONDA BEAT 110cc TAHUN 2009

Rudi Salam

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang, Jl. Mayjen Haryono 193, Malang, 65144, Indonesia

Dinas Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Balai Latihan Kerja Provinsi Kalimantan Selatan, Jl. Ir. P.M. Noor No.50 Sei. Ulin, Banjarbaru, Indonesia

E-mail: rudykukang@gmail.com

ABSTRAKSI

Meningkatnya mobilitas masyarakat pada saat ini dan didukung dengan kurang representatifnya transportasi umum di Indonesia membuat industri otomotif mobil maupun sepeda motor berkembang dengan pesat. Meningkatnya kebutuhan masyarakat akan transportasi mendorong industri-industri otomotif semakin bersaing dalam memasarkan produk mereka khususnya di Indonesia. Dan produk dari industri otomotif yang paling diminati di Indonesia adalah kendaraan roda dua atau sering disebut dengan sepeda motor. Pada masa sekarang ini sepeda motor matic sangat cocok untuk dipakai karena tidak perlu lagi memindahkan gigi karena sudah disetel otomatis. Hal yang membedakan sepeda motor matic dengan jenis sepeda motor tipe lainnya terletak pada sistem transmisinya. Pada sepeda motor matic menggunakan sistem transmisi otomatis yang disebut dengan cvt (continuously variable transmission). Perbedaan dasar cvt dibandingkan dengan pemindah tenaga lain adalah cara meneruskan torsi atau daya dari mesin ke roda. Pada penelitian ini dilakukan penggantian variasi berat roller dengan berat 10gr, 13gr, dan 14gr. Dengan variasi berat yang berbeda ini yang nantinya akan diteliti lebih lanjut tentang dampak perubahan performa yang dihasilkan. Diharapkan modifikasi ini mampu meningkatkan performa mesin honda beat yang optimal. Dari penelitian yang telah dilakukan antara variasi berat roller adalah roller 14gr menghasilkan daya efektif (N_e) yang lebih besar daripada roller 10gr dan 13gr. Pada penelitian konsumsi bahan bakar (f_c), roller 10gr dan 13gr memiliki konsumsi bahan bakar yang lebih irit daripada roller 14gr pada putaran 3500 – 4000rpm. Sedangkan pada penelitian konsumsi bahan bakar spesifik efektif ($sfce$), pada putaran 2000-3500rpm roller 10gr memiliki konsumsi bahan bakar spesifik efektif paling tinggi. Sedangkan pada putaran 4000rpm roller 10gr, 13gr dan 14gr memiliki konsumsi bahan bakar spesifik efektif yang hampir sama.

Kata kunci : Roller, CVT, Performa, Sistem Transmisi.

ABSTRACT

The increasing mobility of people at this time and is supported by its less representative of public transportation in Indonesia makes the automotive industry cars and motorcycles is growing rapidly. Increased transport needs of the community will encourage automotive industries more competitive in marketing their products, especially in Indonesia. And products of the automotive industry's most in demand in Indonesia is a two-wheeled vehicle is often called a motorcycle. At the present time matic motorcycle is suitable for use because it does not need to move the gears because it is set to automatic. The thing that distinguishes the motorcycle matic with other types of motorcycles lies in the transmission system. In the motorcycle matic automatic transmission system using called CVT (continuously variable transmission). CVT basic difference compared with other energy transfer is the way forward torque or power from the engine to the wheels. In this research, replacement of weight variation roller weighing 10gr, 13gr and 14gr. With the weight of different variations of this which will be examined further on the impact of changes in the performance. It is hoped that these modifications can improve engine performance honda beat optimal. From the research that has been conducted between the variation of the weight roller is a roller 14gr produce effective power (N_e) greater than the roller 10gr and 13gr. On research of fuel consumption (f_c), roller 10gr and 13gr fuel consumption is more efficient than the roller 14gr round 3500 - 4000rpm. While the research effective specific fuel consumption (SFCE), at rotation 2000-3500rpm 10gr roller has a effective specific fuel consumption of the highest. While at 4000rpm rotation roller 10gr, 13gr and 14gr have effective specific fuel consumption is almost the same results.

Keyword : Roller, CVT, Performance, Transmission System.

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Pada masa sekarang ini sepeda motor matic sangat cocok untuk dipakai. Selain harganya relatif lebih murah, namun sepeda motor matic ini juga memberikan kenyamanan dalam berkendara. Nyaman karena tidak perlu lagi memindahkan gigi karena sudah disetel otomatis. Saat ini, varian sepeda motor matic pun bertambah banyak di Indonesia.

Hal yang membedakan sepeda motor matic dengan jenis sepeda motor tipe lainnya terletak pada sistem transmisinya. Pada sepeda motor matic menggunakan sistem transmisi otomatis yang disebut dengan CVT (Continuously Variable Transmission). Perbedaan dasar CVT dibandingkan dengan pemindah tenaga lain adalah cara meneruskan torsi atau daya dari mesin ke roda. Pada CVT, tidak lagi digunakan roda-roda gigi untuk menurunkan atau menaikkan putaran ke roda, sebagai penggantinya digunakan dua puli dan sabuk logam. CVT mencoba menciptakan perbandingan putar dengan memanfaatkan sabuk (belt) dan puli. Puli pada CVT ini sangat fleksibel dimana dapat mengurangi ataupun menambah diameternya dan menghasilkan perubahan rasio yang diharapkan

Rumusan Masalah

Seberapa besar pengaruh variasi berat roller 10 gram, 13 gram dan 14 gram terhadap performa mesin sepeda motor Honda Beat 110cc tahun 2009.

Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh pemakaian roller 10 gram, 13 gram, dan 14 gram terhadap performa mesin pada sepeda motor Honda Beat 110cc tahun 2009.

2. Landasan Teori

Sepeda motor dituntut bisa dioperasikan atau dijalankan pada berbagai kondisi jalan. Namun demikian, mesin yang berfungsi sebagai penggerak utama pada sepeda motor tidak bisa melakukan dengan baik apa yang menjadi kebutuhan atau tuntutan kondisi jalan tersebut. Misalnya, pada saat jalanan mendaki, sepeda motor membutuhkan momen puntir (torsi) yang besar namun kecepatan atau laju sepeda motor yang dibutuhkan rendah. Pada saat ini walaupun putaran mesin tinggi karena katup trotel atau katup gas dibuka penuh namun putaran mesin tersebut harus dirubah menjadi kecepatan atau laju sepeda motor yang rendah. Sedangkan pada saat sepeda motor berjalan pada jalan yang rata, kecepatan diperlukan tapi tidak diperlukan torsi yang besar.

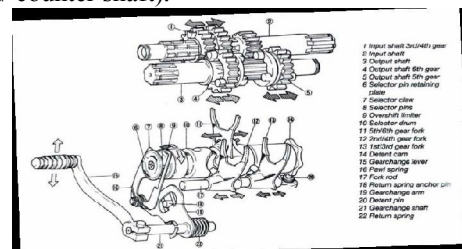
Berdasarkan penjelasan di atas, sepeda motor harus dilengkapi dengan suatu sistem yang mampu menjembatani antara output mesin (daya dan torsi mesin) dengan tuntutan kondisi jalan. Sistem ini dinamakan dengan sistem pemindahan tenaga. (Julius Jama : 2008 : 319)

Transmisi

Prinsip dasar transmisi adalah bagaimana bisa digunakan untuk merubah kecepatan putaran suatu poros menjadi kecepatan yang diinginkan untuk tujuan tertentu. Gigi transmisi berfungsi untuk mengatur tingkat kecepatan dan momen (tenaga putaran) mesin sesuai dengan kondisi yang dialami sepeda motor. Transmisi pada sepeda motor terbagi menjadi; a) transmisi manual, dan b) transmisi otomatis.

a. Transmisi Manual

Menurut Julius Jama (2008 : 334) komponen utama dari gigi transmisi pada sepeda motor terdiri dari susunan gigi-gigi yang berpasangan yang berbentuk dan menghasilkan perbandingan gigi-gigi tersebut terpasang. Salah satu pasangan gigi tersebut berada pada poros utama (main shaft/input shaft) dan pasangan gigi lainnya berada pada poros luar (output shaft/ counter shaft).

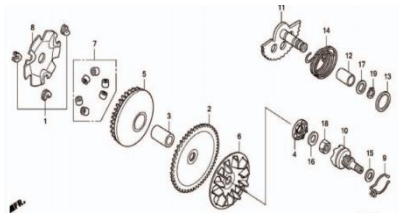


Gambar 2.1. Contoh Konstruksi Transmisi Manual
(Sumber : Jama : 2008 : 337)

b. Transmisi Otomatis

Menurut Julius Jama (2008 : 335) Transmisi otomatis umumnya digunakan pada sepeda motor jenis scooter (skuter). Transmisi yang digunakan yaitu transmisi otomatis "V" belt atau yang dikenal dengan CVT (Continuously Variable Transmission). CVT merupakan transmisi otomatis yang menggunakan sabuk untuk memperoleh perbandingan gigi yang bervariasi. Adapun komponen utama CVT yaitu sebagai berikut:

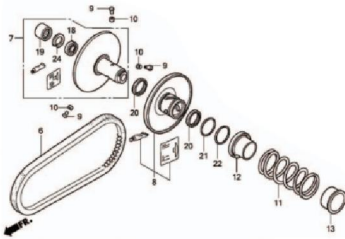
1. Puli Penggerak/ puli primer (Drive Pulley/ Primary Pulley)



Gambar 2.2. Konstruksi Komponen Puli Primer

(Sumber PT. ASTRA HONDA MOTOR: Parts Catalog Honda Beat, 2008)

2. Puli yang digerakkan/ puli skunder (Driven Pulley/ Secondary Pulley)



Gambar 2.3. Konstruksi Komponen Puli Skunder

(Sumber PT. ASTRA HONDA MOTOR: Parts Catalog Honda Beat, 2008)

3. Gigi reduksi

Cara Kerja Transmisi Otomatis

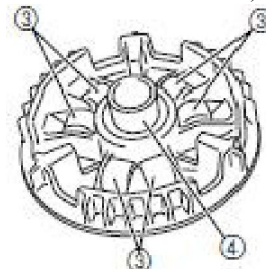
Transmisi CVT terdiri dari; dua buah puli yang dihubungkan oleh sabuk (belt), sebuah kopling sentripugal untuk menghubungkan ke penggerak roda belakang ketika throttle gas di buka (diputar), dan gigi transmisi satu kecepatan untuk mereduksi (mengurangi) putaran. Puli penggerak/drive pulley sentripugal unit diikatkan ke ujung poros engkol (crankshaft), bertindak sebagai pengatur kecepatan berdasarkan gaya sentrifugal. Puli yang digerakkan/driven pulley berputar pada bantalan poros utama (input shaft) transmisi. Bagian tengah kopling sentrifugal/centrifugal clutch diikatkan/dipasangkan ke puli dan ikut berputar bersama puli tersebut. Drum kopling/clutch drum berada pada alur poros utama (input shaft) dan akan memutar poros tersebut jika mendapat gaya dari kopling.

Kedua puli masing-masing terpisah menjadi dua bagian, dengan setengah bagiannya dibuat tetap dan setengah bagian lainnya bisa bergeser mendekat atau menjauhi sesuai arah poros. Pada saat mesin tidak berputar, celah puli penggerak berada pada posisi maksimum dan celah puli yang digerakkan berada pada posisi minimum.

Pergerakan puli dikontrol oleh pergerakan roller. Fungsi roller hampir sama dengan plat penekan pada kopling sentrifugal. Ketika putaran mesin naik, roller akan terlempar ke arah luar dan mendorong bagian puli yang bias bergeser mendekati puli yang diam, sehingga celah pulinya akan menyempit. manual adalah gear dan rantai.

Roller

Roller merupakan salah satu komponen yang terdapat pada transmisi otomatis atau CVT. Roller adalah suatu material yang tersusun dengan Teflon sebagai permukaan luarnya dan tembaga atau aluminium sebagai lapisan dalamnya. Roller berbentuk seperti bangun ruang yaitu silinder yang mempunyai diameter dan berat tertentu. Roller berfungsi untuk menekan dinding dalam puli primer sewaktu terjadi putaran tinggi. Prinsip kerja roller, hampir sama dengan plat penekan pada kopling sentrifugal. Ketika putaran mesin naik, roller akan terlempar ke arah luar dan mendorong bagian puli yang bisa bergeser mendekati puli yang diam, sehingga celah pulinya akan menyempit (Jalius Jama : 2008 : 337). Roller bekerja akibat adanya putaran yang tinggi dan adanya gaya sentrifugal (Mohamad Yamin : 2011).



Gambar 2.6. Roller CVT pada Movable Drive Face/Primary Sliding Sheave

(Sumber PT. ASTRA HONDA MOTOR: Parts Catalog Honda Beat, 2008)

Semakin berat rollernya maka dia akan semakin cepat bergerak mendorong movable drive face pada drive pulley sehingga bisa menekan belt ke posisi terkecil. Namun supaya belt dapat tertekan hingga maksimal butuh roller yang beratnya sesuai. Artinya jika roller terlalu ringan maka tidak dapat menekan belt hingga maksimal, efeknya tenaga tengah dan atas akan berkurang. Harus diperhatikan juga jika akan mengganti roller yang lebih berat harus memperhatikan torsi mesin. Sebab jika mengganti roller yang lebih berat bukan berarti lebih responsif, karena roller akan terlempar terlalu cepat sehingga pada saat akselerasi perbandingan rasio antara puli primer dan puli sekunder terlalu besar yang kemudian akan membebani mesin (Ngarifin : 2010).

Besar kecilnya gaya tekan roller sentrifugal terhadap sliding sheave / movable drive face ini berbanding lurus dengan berat roller sentrifugal dan putaran mesin. Semakin berat roller sentrifugal semakin besar gaya dorong roller sentrifugal terhadap movable drive face sehingga semakin besar diameter dari puli primer tersebut. Sedangkan pada puli sekunder pergerakan puli diakibatkan oleh tekanan pegas, puli sekunder ini hanya mengikuti gerakan sebaliknya dari puli primer, jika puli primer membesar maka puli sekunder akan mengecil, begitu juga sebaliknya. Jadi berat roller sentrifugal sangat berpengaruh terhadap perubahan ratio diameter dari puli primer dengan puli sekunder.

Tinjauan Prestasi Mesin

1. Torsi (T)

$$T = F.L \text{ (kg.m)}$$

Dimana :

T= Torsi yang dihasilkan (kg.m)

F= Besarnya beban pada timbangan (kg)

L= Panjang lengan dynamometer (m)

2. Daya Efektif (Ne)

$$Ne = \frac{\pi \times n}{30} \times T \times \frac{1}{75}$$

$$Ne = \frac{T \times n}{716,2} \text{ (PS)}$$

Dimana :

Ne = Daya Efektif (PS)

T = Torsi (kg.m)

n = Putaran mesin (rpm)

1 PS = 1/1,013 HP

3. Konsumsi Bahan Bakar (Fc)

$$Fc = \frac{b}{t} \cdot \gamma_f \cdot \frac{3600}{1000} \text{ kg/jam}$$

Dimana :

Fc = Konsumsi bahan bakar (kg/jam)

b = Volume bahan bakar selama t detik (ml)

t = waktu untuk menghabiskan bahan bakar sebanyak b ml (s)

γ_f = Berat jenis bensin 0,74 (kg/L) (Arismunandar : 169)

4. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Efektif (SFCe)

$$SFCe = \frac{Fc}{Ne} \text{ (kg/HP.jam)}$$

Dimana :

SFCe = Specific Fuel Consumption Effective (kg/HP.jam)

Fc = konsumsi bahan bakar (kg/jam)

Ne = Daya efektif (HP)

Kerangka Pemikiran

Dalam kondisi dan spesifikasi yang sama sepeda motor transmisi otomatis mempunyai tingkat konsumsi bahan bakar yang tinggi dibandingkan dengan tingkat konsumsi bahan bakar sepeda motor transmisi manual. Namun sepeda motor transmisi manual memiliki daya atau tenaga yang tinggi dibandingkan sepeda motor transmisi manual.

Dengan keadaan tersebut, maka sekarang banyak dilakukan modifikasi terhadap pada komponen -

komponen tertentu pada sepeda motor transmisi otomatis. Misalnya pada sistem CVT (Continuously Variable Transmission). Perubahan ukuran roller dilakukan dengan merubah ukuran berat, dengan perubahan roller dengan berat lebih besar atau lebih kecil dari ukuran standar. Dengan demikian daya atau tenaga yang dihasilkan akan lebih besar.

Dengan perubahan ukuran berat roller tersebut maka diperkirakan akan mempengaruhi besarnya daya efektif yang dihasilkan sesuai kebutuhan.

Hipotesa

Berdasarkan tinjauan pustaka dan kerangka pemikiran maka dapat diambil suatu hipotesa dari penelitian yang akan dilakukan yaitu:

H0 = bahwa tidak ada pengaruh signifikan atau sama dengan sesudah dilakukan penggantian roller yang bervariasi 10gr, 13gr, 14gr.

H1 = bahwa ada pengaruh signifikan atau tidak sama dengan sesudah dilakukan penggantian roller yang bervariasi 10gr, 13gr, 14gr.

3. Metodologi Penelitian

Metode Penelitian

Metode penelitian adalah suatu cara mengadakan penelitian agar pelaksanaan dan hasil penelitian dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Penelitian ini menggunakan suatu metode eksperimen. Metode penelitian eksperimen adalah suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat (hubungan kausal) antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti dengan mengeliminasi atau mengurangi atau menyisihkan faktor-faktor lain yang mengganggu. Penelitian ini diadakan untuk mengetahui pengaruh variasi berat roller CVT pada sepeda motor Honda Beat tahun 2009.

Tempat Penelitian

Eksperimen untuk mengetahui pengaruh berat roller CVT pada sepeda motor Honda Beat tahun 2009 dilakukan di BLK kota Banjarbaru. Penelitian ini hanya dibatasi pada pengujian performa saja.

Peralatan Yang Digunakan

Alat yang dipakai dalam eksperimen ini terdiri dari: Mesin otto 4-langkah 1-silinder merk Honda Beat tahun 2009. Menggunakan alat dyno test dan peralatan bengkel yang di perlukan.

1. Sepeda motor Honda beat tahun 2009 dengan spesifikasi mesin sebagai berikut:

Tipe Mesin	: 4 langkah, SOHC
Diameter x Langkah	: 50 x 55 mm
Volume Langkah	: 108 cc
Perbandingan Kompresi:	9,2 : 1
Daya Maksimum	: 8.22 PS / 8,000rpm
Torsi Maksimum	: 0.85 kgf.m / 5,500 rpm
Transmisi	: Otomatis, V-Matic
Bahan Bakar	: Premium

Berat Roller : 9 gram

2. Tool set
Seperangkat alat yang dipergunakan untuk membongkar dan memasang komponen pada mesin.
3. Roller
Roller merupakan salah satu komponen yang terdapat pada transmisi otomatis atau CVT. Disini menggunakan 6 buah roller dengan berat 10gr, 6 buah roller dengan berat 13gr, dan 6 buah roller dengan berat 14gr.
4. Dinamometer
Sebuah alat yang digunakan untuk mengukur tenaga atau daya yang dikeluarkan atau dihasilkan dari suatu mesin kendaraan bermotor. Dinamometer atau dyno test, adalah sebuah alat yang juga digunakan untuk mengukur putaran mesin/RPM dan torsi dimana tenaga/daya yang dihasilkan dari suatu mesin atau alat yang berputar dapat dihitung.
5. Tachometer
Alat yang digunakan untuk mengukur putaran mesin dalam RPM.

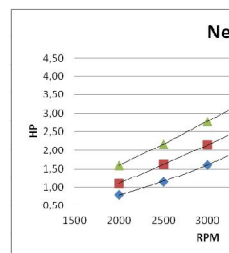
4. Analisa Dan Pembahasan

Pada bab ini akan membahas mengenai perhitungan-perhitungan secara matematis dan analisa statistik terhadap penggantian berat roller pada system CVT (Continuously Variabel Transmission) sepeda motor Honda Beat 110cc tahun 2009.

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini menggunakan putaran variasi rpm dengan tiga data, yaitu menggunakan roller 10gr, 13gr, dan 14gr.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Daya Efektif (HP)

RPM	10gr	13gr	14gr
2000	0,799	0,789	0,779
	0,799	0,789	0,779
	0,772	0,762	0,752
2500	1,137	1,123	1,108
	1,172	1,157	1,142
	1,172	1,157	1,142
3000	1,613	1,592	1,572
	1,613	1,592	1,572
	1,613	1,592	1,572
3500	2,171	2,143	2,116
	2,123	2,095	2,069
	2,123	2,095	2,069
4000	2,757	2,721	2,686
	2,757	2,721	2,686
	2,812	2,776	2,740



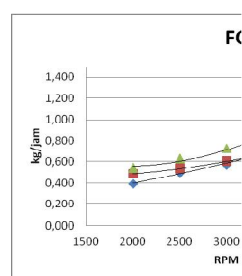
Grafik 4.1 Perbandingan Besar Daya Efektif (HP) Antara Roller 10gr, 13gr, dan 14gr.

Pembahasan :

Pada grafik diatas dapat disimpulkan bahwa roller 14gr memiliki daya efektif yang paling besar dibandingkan dengan roller 10gr dan 13gr pada putaran 2000-4000rpm.

Tabel 4.2 Data Hasil Rekapitulasi Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar (Kg/jam)

RPM	10gr	13gr	14gr
2000	0,395	0,487	0,542
	0,395	0,487	0,544
	0,397	0,485	0,547
2500	0,498	0,538	0,628
	0,506	0,536	0,627
	0,507	0,536	0,624
3000	0,574	0,606	0,723
	0,581	0,605	0,718
	0,583	0,605	0,715
3500	0,690	0,675	0,835
	0,688	0,672	0,823
	0,700	0,675	0,837
4000	0,781	0,795	1,136
	0,774	0,790	1,129
	0,771	0,779	1,124



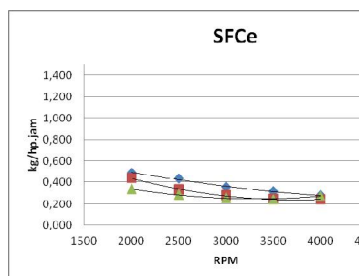
Grafik 4.2 Perbandingan Besar Konsumsi Bahan Bakar (FC) Antara Roller 10gr, 13gr, dan 14gr.

Pembahasan :

Pada grafik diatas dapat disimpulkan bahwa roller 10gr, dan 13gr memiliki konsumsi bahan bakar yang hampir sama pada putaran 3500rpm dan 4000rpm. Sedangkan pada roller 14gr memiliki konsumsi bahan bakar yang paling besar dibandingkan dengan roller 10gr dan 13gr pada putaran 2000 - 4000rpm.

Tabel 4.3 Data Hasil Rekapitulasi Konsumsi Bahan Bakar Efektif (Kg/HP.jam)

RPM	10gr	13gr	14gr
2000	0,488	0,436	0,335
	0,488	0,415	0,342
	0,508	0,423	0,344
2500	0,433	0,328	0,285
	0,427	0,327	0,285
	0,427	0,334	0,284
3000	0,352	0,278	0,258
	0,356	0,283	0,256
	0,357	0,289	0,259
3500	0,314	0,247	0,241
	0,320	0,250	0,241
	0,326	0,251	0,241
4000	0,280	0,241	0,275
	0,277	0,236	0,273
	0,271	0,240	0,272



Grafik 4.3 Perbandingan Besar Konsumsi Bahan Bakar Efektif (SFCe) Antara Roller 10gr, 13gr, dan 14gr.

Pembahasan :

Pada grafik diatas dapat disimpulkan bahwa pada putaran 2000-3500rpm roller 10gr memiliki konsumsi bahan bakar spesifik efektif paling tinggi. Sedangkan pada putaran 4000rpm roller 10gr, 13gr dan 14gr memiliki konsumsi bahan bakar spesifik efektif yang hampir sama.

5. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dilakukan pengujian terhadap variasi perubahan berat roller pada system CVT Honda Beat yaitu ukuran 10gr, 13gr, dan 14gr.

Dari hasil pengujian telah diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada hasil pengujian Daya Eektif (Ne), dapat disimpulkan bahwa roller 14gr memiliki daya efektif yang paling besar dibandingkan dengan roller 10gr dan 13gr pada putaran 2000-4000rpm.
2. Pada hasil pengujian konsumsi bahan bakar (FC), dapat disimpulkan bahwa roller 10gr, dan 13gr memiliki konsumsi bahan bakar yang hampir sama pada putaran 3500rpm dan 4000rpm. Sedangkan pada roller 14gr memiliki konsumsi bahan bakar yang paling besar dibandingkan dengan roller 10gr dan 13gr pada putaran 2000 - 4000rpm.
3. Pada hasil pengujian konsumsi bahan bakar efektif (SFCe), dapat disimpulkan bahwa pada putaran 2000-3500rpm roller 10gr memiliki konsumsi bahan bakar spesifik efektif paling tinggi. Sedangkan pada putaran 4000rpm roller 10gr, 13gr dan 14gr memiliki konsumsi bahan bakar spesifik efektif yang hampir sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Jama, Jalius, dkk. 2008. **Teknik Sepeda Motor Jilid 1 untuk SMK**. Departemen Pendidikan Nasional: Jakarta
- Sudaryanto. 2011. **Sakti Pemeliharaan Transmisi**. CV. Bina Pustaka: Bogor
- PT. ASTRA HONDA MOTOR. 2008. **Parts Catalog Honda Beat**: Jakarta
- Arismunandar, Wiranto. 1988. **Penggerak Mula Motor Bakar Torak**. Edisi Kelima. ITB: Bandung
- Arikunto, Suharsimi. 2006. **Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik**. Rineka Cipta: Jakarta
- Kovakh, M. 1979. **Motor Vechicle Engine**. Third Edition. Mir Publisher: Moscow
- Maleev. V.L. 1945. **Internal Combustion Engines**. Second Edition. McGraw Hill. Kogakusha: Japan
- Petrovsky, N. **Marine Internal Combustion Engine**. Mir Publisher: Moscow
- Uyanto, Stanislaus S, Ph.D. 2009. **Pedoman Analisa Data Dengan SPSS**. Edisi ketiga. Graha Ilmu: Yogyakarta
- Santoso, Singgih. 2015. **Menguasai Statistik Parametrik**. PT. Elex Media Komputindo: Jakarta
- Riduwan, Dr, M.B.A. 2015. **Dasar – Dasar Statistika**. CV. Alfabeta: Bandung