

# **UPAYA MENINGKATKAN PERFORMA MESIN YAMAHA VEGA R DENGAN MELAKUKAN *BORE UP* DAN *STROKE UP***

Dwi Supriyanto Lestari  
Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya  
[Dwisupriyanto558@gmail.com](mailto:Dwisupriyanto558@gmail.com)

Imam Syofii, Darlius  
Pendidikan Teknik Mesin, FKIP, UNSRI

## **Abstrak**

Tujuan penelitian untuk mengetahui besar peningkatan performa mesin yang berupa daya dan torsi yang diperoleh dari pengujian menggunakan alat *dynotest*. Penelitian ini dilaksanakan di MVK Racing Bandar Lampung, Lampung. Variabel dalam penelitian ini adalah daya, torsi dan putaran mesin yang didapat dari pengujian mesin standar, *bore up*, *stroke up* dan gabungan antara mesin *bore up* dan *stroke up*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, untuk mengolah data hasil uji *dynotest* dan kemudian data diolah menggunakan *microshoft excel* yang berupa tabel dan grafik. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan alat *dynotest* maka dapat disimpulkan kenaikan daya dan torsi dimana daya maksimal terlihat pada rpm 6000 dan torsi pada rpm 4000. Motor yang telah di *bore up* mengalami kenaikan daya sebesar 0,7 Ps dan torsinya mengalami kenaikan sebesar 1 Nm. Selanjutnya untuk motor yang telah di *stroke up* mengalami kenaikan daya sebesar 0,1 Ps dan torsinya mengalami kenaikan sebesar 0,3 Nm. Dan untuk motor yang telah di *bore up* dan *stroke up* mengalami kenaikan daya sebesar 1,05 Ps dan torsinya mengalami kenaikan sebesar 1,3 Nm.

Kata kunci: Daya, Torsi dan Putaran Mesin (RPM)

## ***EFFORTS TO ENHANCE YAMAHA VEGA R ENFORMATION WITH BORE UP AND STROKE UP***

### *Abstract*

*The purpose of this research is to know the big increase of engine performance in the form of power and torque obtained from testing using dynotest tool. This research was conducted at MVK Racing Bandar Lampung, Lampung. Variables in this study are power, torque and engine speed obtained from standard engine testing, bore up, stroke up and a combination of bore up and stroke up machines. The method used in this research is descriptive method, to process data dynotest test results and then data processed using microshoft excel in the form of tables and graphs. Based on the test results using the tool dynotest it can be concluded the increase in power and torque where maximum power is seen at 6000 rpm and torque at rpm 4000. Motor that has been bore up increased power of 0.7 Ps and torque increased by 1 Nm. Furthermore for the motor that has been in stoke up experienced a power increase of 0.1 Ps and torque increased by 0.3 Nm. And for motors that have been bore up and stroke up has increased power sebesar 1.05 Ps and torque increased by 1.3 Nm.*

*Keywords: Power, Torque and Round Machine (RPM)*

## PENDAHULUAN

Transportasi merupakan kegiatan memindahkannya atau mengangkut muatan barang ataupun manusia dari satu titik ke titik lainnya. Kegiatan manusia tidak terlepas dari adanya transportasi, yang selalu dibutuhkan sejak zaman dahulu hingga masa sekarang. Fungsi transportasi dalam kehidupan sehari-hari banyak sekali contohnya berpergian kesuatu tempat, mengangkut barang dari suatu tempat ketempat lain, kekebun dan masih banyak lagi fungsi transportasi dalam kehidupan sehari-hari (Adisasmita, 2009:1). Sepeda motor adalah jenis transportasi yang sistem penggerakannya ialah mesin atau motor. Jenis transportasi ini banyak digunakan di kehidupan sehari-hari karena harganya yang relatif murah. Pada umumnya sepeda motor menggunakan bahan bakar bensin sehingga prinsip kerjanya tidak jauh berbeda dengan motor bensin pada mobil. Sepeda motor memiliki dua roda dan memiliki ukuran silinder yang relatif kecil, itulah yang menjadi pembeda dengan motor bensin pada mobil (Boentarto, 2005: 1).

Pada tahun 60-an sepeda motor buatan Jepang muncul di berbagai Negara di dunia termasuk di Indonesia. Hal ini merupakan awal dari Jepang memulai produksi kendaraan roda dua yang dipasarkan ke belahan bumi sejak pasca perang dunia kedua. Jepang tidak hanya sebagai pabrikan sepeda motor tersohor didalam dunia *motor prix* bergengsi seperti Moto GP melainkan juga sebagai penguasa pasar sepeda motor dunia. Jepang juga menguasai sekitar 75% pasar sepeda motor dunia contohnya seperti merek Yamaha, Honda, Suzuki, dan kawasaki (Rickieno, 2008:3).

Pada dasarnya ada 5 hal yang diperlukan motor bensin agar dapat bekerja dengan baik, 5 hal tersebut adalah menghisap campuran bahan bakar

(bensin) dan udara masuk kedalam silinder, mengompresikan gas campuran udara dalam bensin agar diperoleh tekanan hasil pembakaran yang tinggi, pengapian yang baik dan tepat waktu, meneruskan gaya tekan menjadi gaya putar dan membuang gas sisa hasil pembakaran (Daryanto, 2008:1; Marsudi, 2013: 3).

Pada dasarnya prinsip kerja motor dibedakan menjadi dua jenis yaitu motor 2 langkah atau 2 tak dan motor 4 langkah atau 4 tak. Motor 4 tak merupakan motor yang memerlukan 4 langkah kerja dalam satu siklus kerja atau dalam dua putaran poros engkol (Pundjanarsa & Nursuhud, 2013:77; Santoso, dkk, 2007:17-18).

Modifikasi dalam bidang otomotif pada saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat dan beragam, hampir semua sistem dalam teknologi otomotif baik sepeda motor maupun mobil mengalami sentuhan modifikasi. Hal ini dipengaruhi oleh olahraga dibidang otomotif yang menuntut untuk merubah kapasitas mesin tanpa mengganti sepeda motor. Modifikasi dilakukan dengan cara merubah komponen standar atau mengganti komponen dan menambah komponen yang mendukung untuk meningkatkan unjuk kerja suatu mesin kendaraan. Pada saat ini banyak sekali konsumen atau pemilik motor dalam melakukan modifikasi khususnya memodifikasi ruang bakar dengan merubah volume silinder menjadi lebih besar (*bore up*) dan menaikkan langkah piston menjadi lebih panjang (*stroke up*). Performa motor yang meliputi daya dan torsi sangat dipengaruhi oleh besarnya variabel panjang langkah poros engkol (*crankshaft*), diameter piston dan besar ruang bakar, sehingga dengan semakin besar variabel-variabel tersebut maka semakin besar nilai daya dan torsi (Majedi & Puspitasari, 2017). Namun masih banyak konsumen atau pemilik sepeda motor belum tahu seberapa besar

peningkatan performa mesin dengan memperhatikan uraian di atas, peneliti tertarik untuk meneliti upaya meningkatkan performa mesin dengan menaikkan volume silinder atau *bore up* dan menaikkan langkah piston atau *stroke up* pada motor Yamaha Vega-R. Penelitian ini mengambil sampel dari jurnal-jurnal yang telah dipelajari dan mempelajari dari bengkel-bengkel modifikasi disekitarnya. Berdasarkan permasalahan di atas, maka dalam penelitian ini peneliti mengambil judul “Upaya Meningkatkan Performa Mesin Yamaha Vega-R dengan Melakukan *Bore Up* dan *Stroke Up*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan performa mesin yamaha vega r dengan melakukan *bore up*, *stroke up* dan gabungan antara *bore up* dan *stroke up*.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif, untuk mengolah data hasil uji *dynotest* dan kemudian data diolah menggunakan *microshoft excel* yang berupa tabel dan grafik. Penelitian dilakukan dengan memberikan perlakuan disetiap pengujian, kemudian data hasil pengujian tersebut diinput dalam bentuk tabel dan grafik. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan untuk mencari hubungan sebab akibat antara dua faktor yang berbeda dengan menghilangkan faktor- faktor yang mengganggu (Arikunto, 2010:9). Desain eksperimennya adalah eksperimen *One-shot Case Study* adalah desain penelitian terdapat suatu kelompok diberi treatment (perlakuan) dan selanjutnya diobservasi hasilnya (Sugiyono, 2012:110). Penelitian dilakukan pada tanggal 2 oktober 2017 di bengkel MVK Racing Jalan Ratu Dibalau No.10, Blok

AA, Tj. Senang, Kota Bandar Lampung, Lampung 35135, Indonesia.

Teknik pengumpulan data adalah cara yang digunakan peneliti dalam mengumpulkan data. Ada beberapa instrumen yang digunakan pada penelitian ini. Instrumen dalam penelitian ini adalah: (1) Sepeda motor yamaha vega-r tahun 2006, (2) Alat dynometer (3) Alat blower (4) Peralatan bengkel otomotif dan (5) Beberapa tabel untuk mengumpulkan data.

Tabel 1. Hasil pengujian daya motor standar dengan motor modifikasi menggunakan alat dynometer

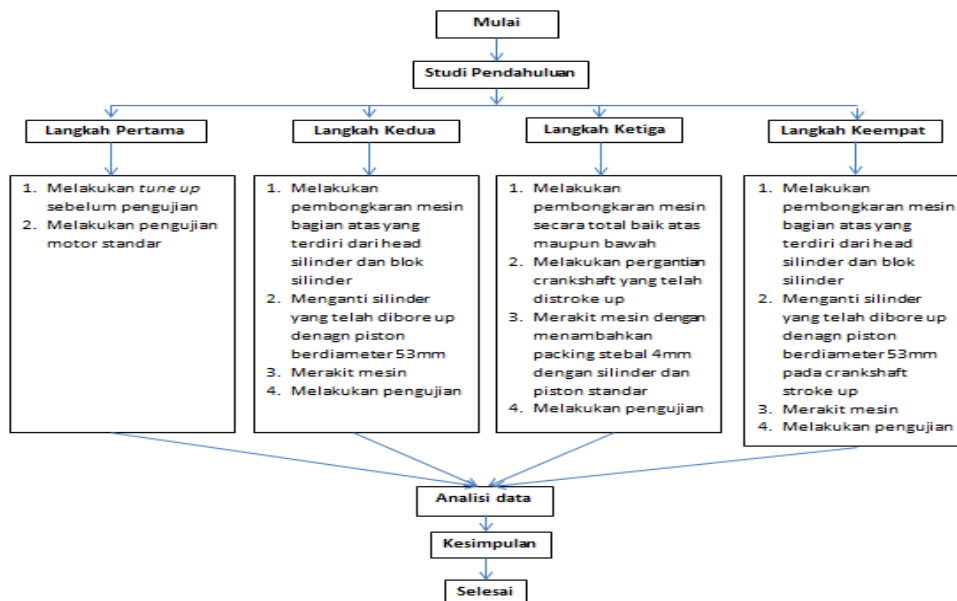
Rpm	Motor Standar	Motor Modifikasi
	Daya (Ps)	Daya (Ps)
3000		
4000		
5000		
6000		
7000		

Tabel 2. Hasil pengujian torsi motor standar dengan motor modifikasi menggunakan alat dynometer

Rpm	Motor Standar	Motor Modifikasi
	Torsi (Nm)	Torsi (Nm)
3000		
4000		
5000		
6000		
7000		

## Prosedur Penelitian

Prosedur pelaksanaan dalam penelitian ini dilakukan bertahap oleh peneliti. Setiap kegiatan berdasarkan skema penelitian berikut ini:



Gambar 1. Skema prosedur penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

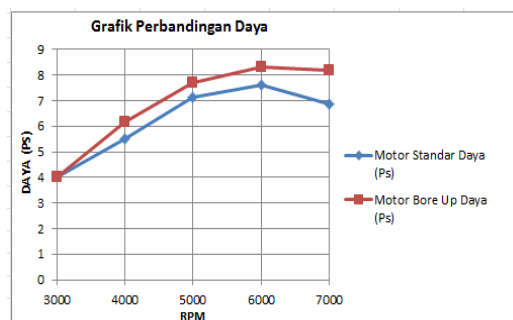
### Analisis Perbandingan Daya dan Torsi Motor Standar dengan Motor yang Telah di *Bore up*

#### Analisis perbandingan daya

Tabel 3. Perbandingan daya motor standar dengan motor yang telah di *bore up*

Rpm	Motor Standar	Motor <i>Bore Up</i>
	Daya (Ps)	Daya (Ps)
3000	4	4
4000	5,50	6,15
5000	7,15	7,70
6000	7,60	8,30
7000	6,85	8,17

Pada tabel 3. Menunjukkan hasil pengujian menggunakan alat dynotest yang berupa perbandingan daya antara motor standar dengan motor yang telah di *bore up* yang berhubungan dengan putaran mesin atau rpm. Dari tabel 3 tersebut dapat kita lihat bahwa terdapat 5 indikator putaran mesin (rpm) yaitu 3000, 4000, 5000, 6000 dan 7000. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik di bawah ini.

Gambar 2. Diagram perbandingan daya motor standar dengan motor yang telah di *bore up*

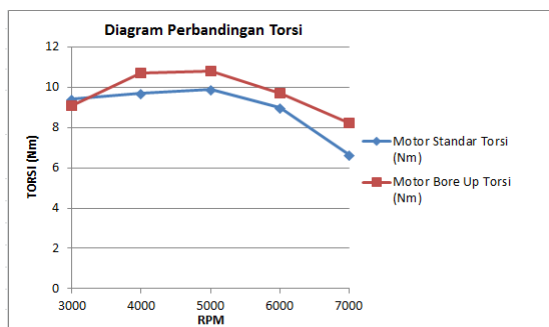
Berdasarkan grafik hasil pengujian daya motor standar dengan motor yang telah di *bore up* pada gambar 2. menunjukkan bahwa terjadi perbedaan daya antara motor standar dengan motor yang telah di *bore up*. Dari grafik di atas menunjukkan bahwa daya motor yang telah di *bore up* cenderung lebih besar dibandingkan dengan daya motor yang masih standar. Pada putaran 3000 belum terlihat kenaikan daya, pada putaran 4000 daya naik sebesar 0,65 Ps, pada putaran 5000 daya naik sebesar 0,55 Ps, kemudian pada putaran 6000 daya naik sebesar 0,7 Ps dan pada putaran 7000 daya naik sebesar 1,32 Ps.

**Analisis perbandingan torsi**

Tabel 4. Perbandingan torsi motor standar dengan motor yang telah di *bore up*

Rpm	Motor Standar	Motor <i>Bore Up</i>
	Torsi (Nm)	Torsi (Nm)
3000	9,40	9,10
4000	9,70	10,70
5000	9,90	10,80
6000	9	9,70
7000	6,65	8,20

Pada tabel 4. Menunjukkan hasil pengujian menggunakan alat dynotest yang berupa pebandingan torsi antara motor standar dengan motor yang telah di *bore up* yang berhubungan dengan putaran mesin atau rpm. Dari tabel 4 tersebut dapat kita lihat bahwa terdapat 5 indikator putaran mesin (rpm) yaitu 3000, 4000, 5000, 6000 dan 7000. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 3. Diagram perbandingan torsi motor standar dengan motor yang telah di *bore up*

Berdasarkan grafik hasil pengujian daya motor standar dengan motor yang telah di *bore up* pada gambar 3. menunjukkan bahwa terjadi perbedaan torsi antara motor standar dengan motor yang telah di *bore up*. Dari grafik di atas menunjukkan bahwa torsi motor yang telah di *bore up* cenderung lebih besar dibandingkan dengan torsi motor yang masih standar. Pada putaran 3000 belum terlihat kenaikan torsi, pada putaran 4000 torsi naik sebesar 1 Nm, pada putaran 5000 torsi naik sebesar 0,9 Nm, kemudian pada putaran 6000 torsi naik sebesar 0,7 Nm dan

pada putaran 7000 torsi naik sebesar 1,55 Nm.

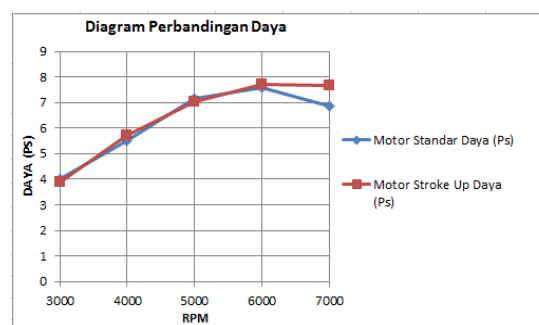
**Analisis Perbandingan Daya dan Torsi Motor Standar dengan Motor yang Telah di *Stroke Up***

**Analisis perbandingan daya**

Tabel 5. Perbandingan daya motor standar dengan motor yang telah di *stroke up*

Rpm	Motor Standar	Motor <i>Stroke Up</i>
	Daya (Ps)	Daya (Ps)
3000	4	3,90
4000	5,50	5,70
5000	7,15	7,05
6000	7,60	7,70
7000	6,85	7,65

Pada tabel 5. Menunjukkan hasil pengujian menggunakan alat dynotest yang berupa pebandingan daya antara motor standar dengan motor yang telah di *stroke up* yang berhubungan dengan putaran mesin atau rpm. Dari tabel 5 tersebut dapat kita lihat bahwa terdapat 5 indikator putaran mesin (rpm) yaitu 3000, 4000, 5000, 6000 dan 7000. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 4. Diagram perbandingan daya motor standar dengan motor yang telah di *stroke up*

Berdasarkan grafik hasil pengujian daya motor standar dengan motor yang telah di *stroke up* pada gambar 4. menunjukkan bahwa terjadi perbedaan daya antara motor standar dengan motor yang telah di *stroke up*. Dari grafik di atas

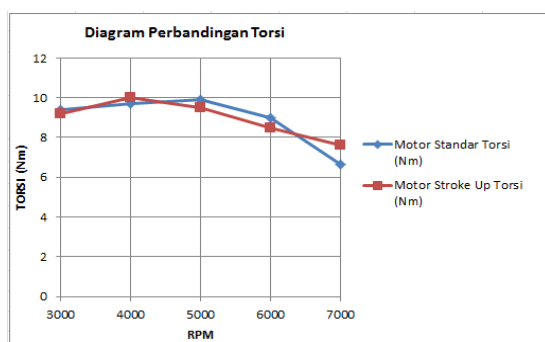
menunjukkan bahwa daya motor yang telah di *stroke up* cenderung lebih besar dibandingkan dengan daya motor yang masih standar. Pada putaran 3000 belum terlihat kenaikan daya, pada putaran 4000 daya naik sebesar 0,2 Ps, pada putaran 5000 daya turun sebesar 0,1 Ps, kemudian pada putaran 6000 daya naik sebesar 0,1 Ps dan pada putaran 7000 daya naik sebesar 0,8 Ps.

### Analisis perbandingan torsi

Tabel 6. Perbandingan torsi motor standar dengan motor yang telah di *stroke up*

Rpm	Motor Standar	Motor <i>Stroke Up</i>
	Torsi (Nm)	Torsi (Nm)
3000	9,40	9,20
4000	9,70	10
5000	9,90	9,50
6000	9	8,5
7000	6,65	7,60

Pada tabel 6. Menunjukkan hasil pengujian menggunakan alat dynotest yang berupa perbandingan torsi antara motor standar dengan motor yang telah di *stroke up* yang berhubungan dengan putaran mesin atau rpm. Dari tabel 6 tersebut dapat kita lihat bahwa terdapat 5 indikator putaran mesin (rpm) yaitu 3000, 4000, 5000, 6000 dan 7000. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 5. Diagram perbandingan torsi motor standar dengan motor yang telah di *stroke up*

Berdasarkan grafik hasil pengujian daya motor standar dengan motor yang telah di *stroke up* pada gambar 5. menunjukkan bahwa terjadi perbedaan torsi antara motor standar dengan motor yang telah di *stroke up*. Dari grafik di atas menunjukkan bahwa torsi motor yang telah di *stroke up* cenderung lebih besar dibandingkan dengan torsi motor yang masih standar. Pada putaran 3000 belum terlihat kenaikan torsi, pada putaran 4000 torsi naik sebesar 0,3 Nm, pada putaran 5000 torsi turun sebesar 0,5 Nm, kemudian pada putaran 6000 torsi turun sebesar 0,5 Nm dan pada putaran 7000 torsi naik sebesar 0,95 Nm.

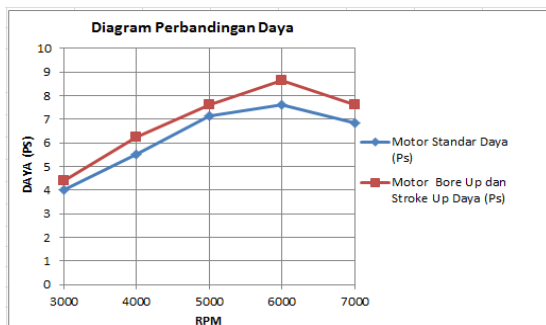
### Analisis Perbandingan Daya dan Torsi Motor Standar dengan Motor yang Telah di *Bore Up* dan di *Stroke Up*

#### Analisis perbandingan daya

Tabel 7. Perbandingan daya motor standar dengan motor yang telah di *bore up* dan di *Stroke up*

Rpm	Motor Standar	Motor <i>bore up</i> dan <i>stroke up</i>
	Daya (Ps)	Daya (Ps)
3000	4	4,40
4000	5,50	6,25
5000	7,15	7,60
6000	7,60	8,65
7000	6,85	7,60

Pada tabel 7. Menunjukkan hasil pengujian menggunakan alat dynotest yang berupa perbandingan daya antara motor standar dengan motor yang telah di *bore up* yang berhubungan dengan putaran mesin atau rpm. Dari tabel 7 tersebut dapat kita lihat bahwa terdapat 5 indikator putaran mesin (rpm) yaitu 3000, 4000, 5000, 6000 dan 7000. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 6. Diagram perbandingan daya motor standar dengan motor yang telah di *bore up* dan di *stroke up*

Berdasarkan grafik hasil pengujian daya motor standar dengan motor yang telah di *bore up* dan di *stroke up* pada gambar 6. menunjukkan bahwa terjadi perbedaan daya antara motor standar dengan motor yang telah di *bore up* dan di *stroke up*. Dari grafik di atas menunjukkan bahwa daya motor yang telah di *bore up* dan di *stroke up* cenderung lebih besar dibandingkan dengan daya motor yang masih standar. Pada putaran 3000 daya naik sebesar 0,4 Ps, pada putaran 4000 daya naik sebesar 0,75 Ps, pada putaran 5000 daya naik sebesar 0,45 Ps, kemudian pada putaran 6000 daya naik sebesar 1,05 Ps dan pada putaran 7000 daya naik sebesar 0,75 Ps.

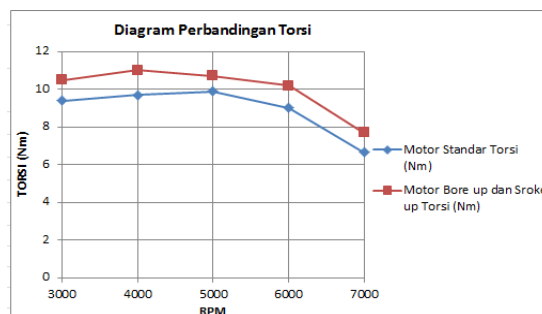
Analisis perbandingan torsi

Tabel 8. Perbandingan torsi motor standar dengan motor yang telah di *bore up* dan *stroke up*

Rpm	Motor Standar	Motor <i>bore up</i> dan <i>stroke up</i>
	Torsi (Nm)	Torsi (Nm)
3000	9,40	10,50
4000	9,70	11
5000	9,90	10,70
6000	9	10,20
7000	6,65	7,70

Pada tabel 8. Menunjukkan hasil pengujian menggunakan alat dynotest yang berupa perbandingan torsi antara motor standar dengan motor yang telah di *stroke up* yang berhubungan dengan putaran

mesin atau rpm. Dari tabel 8 tersebut dapat kita lihat bahwa terdapat 5 indikator putaran mesin (rpm) yaitu 3000, 4000, 5000, 6000 dan 7000. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 7. Diagram perbandingan torsi motor standar dengan motor yang telah di *bore up* dan di *stroke up*

Berdasarkan grafik hasil pengujian daya motor standar dengan motor yang telah di *bore up* dan di *stroke up* pada gambar 7. menunjukkan bahwa terjadi perbedaan torsi antara motor standar dengan motor yang telah di *bore up* dan di *stroke up*. Dari grafik di atas menunjukkan bahwa torsi motor yang telah di *bore up* dan di *stroke up* cenderung lebih besar dibandingkan dengan torsi motor yang masih standar. Pada putaran 3000 torsi naik sebesar 1,1 Nm, pada putaran 4000 torsi naik sebesar 1,3 Nm, pada putaran 5000 torsi naik sebesar 0,6 Nm, kemudian pada putaran 6000 torsi naik sebesar 1,2 Nm dan pada putaran 7000 torsi naik sebesar 1,05 Nm.

SIMPULAN

Dari hasil pengujian, analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut.

Setelah dilakukan proses pembesaran volume silinder atau *bore up* pada motor yamaha vega r dengan menggunakan piston berdiameter 53 mm cenderung mengalami kenaikan daya dan



torsi. Dimana daya pada putaran 3000 belum terlihat kenaikan daya pada putaran 4000 daya naik sebesar 0,65 Ps, pada putaran 5000 daya naik sebesar 0,55 Ps, kemudian pada putaran 6000 daya naik sebesar 0,7 Ps dan pada putaran 7000 daya naik sebesar 1,32 Ps. Kemudian untuk torsi pada putaran 3000 belum terlihat kenaikan torsi, pada putaran 4000 torsi naik sebesar 1 Nm, pada putaran 5000 torsi naik sebesar 0,9 Nm, kemudian pada putaran 6000 torsi naik sebesar 0,7 Nm dan pada putaran 7000 torsi naik sebesar 1,55 Nm.

Setelah dilakukan proses perpanjangan langkah piston dari TMA ke TMB atau *stroke up* pada motor yamaha vega r dengan melakukan penggeseran lubang *big end* sebesar 2 mm cenderung mengalami kenaikan daya dan torsi. Dimana daya pada putaran 3000 belum terlihat kenaikan daya, pada putaran 4000 daya naik sebesar 0,2 Ps, pada putaran 5000 daya turun sebesar 0,1 Ps, kemudian pada putaran 6000 daya naik sebesar 0,1 Ps dan pada putaran 7000 daya naik sebesar 0,8 Ps. Kemudian untuk torsi pada putaran 3000 belum terlihat kenaikan torsi, pada putaran 4000 torsi naik sebesar 0,3 Nm, pada putaran 5000 torsi turun sebesar 0,5 Nm, kemudian pada putaran 6000 torsi turun sebesar 0,5 Nm dan pada putaran 7000 torsi naik sebesar 0,95 Nm.

Setelah dilakukan proses penggabungan antara proses *bore up* dan proses *stroke up* pada motor yamaha vega r cenderung mengalami kenaikan daya dan torsi. Dimana daya Pada putaran 3000 daya naik sebesar 0,4 Ps, pada putaran 4000 daya naik sebesar 0,75 Ps, pada putaran 5000 daya naik sebesar 0,45 Ps, kemudian pada putaran 6000 daya naik sebesar 1,05 Ps dan pada putaran 7000 daya naik sebesar 0,75 Ps. Kemudian untuk torsi pada putaran 3000 torsi naik 1,1 Nm, pada putaran 4000 torsi naik sebesar 1,3 Nm, pada putaran 5000 torsi naik sebesar 0,6 Nm, kemudian pada putaran 6000 torsi

naik sebesar 1,2 Nm dan pada putaran 7000 torsi naik sebesar 1,05 Nm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adisasmita, Sakti Adji. (2011). *Jaringan Transportasi Teori dan Analisis*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Arikunto, Suharsimi. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Renika Cipta.
- Boentarto. (2005). *Cara Pemeriksaan Penyetelan dan Perawatan Sepeda Motor*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- Daryanto. (2008). *Teknik Merawat Auto Mobil Lengkap*. Bandung: Yrama Widya.
- \_\_\_\_\_. (2008). *Teknik Reparasi dan Perawatan Sepeda Motor*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Majedi, Farid & Puspitasari, Indah. (2017). *Optimasi Daya dan Torsi pada Motor 4 Tak dengan Modifikasi Crankshaft dan Porting pada Cylinder Head*. Prodi Mesin Otomotif Fakultas Teknik Politeknik Negeri Madiun: Jurnal Teknologi Terpadu Vol. 5 No. 1 April 2017
- Mursadi. (2013). *Teknisi Otodidak Sepeda Motor Bebek*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- Pudjanarsa, Astu & Nursuhud, Djati. (2013). *Mesin Konversi Energi*. Yogyakarta: C.V Andi Offset.
- Riceno, Rizal. (2008). *Memperbaiki Motor Untuk Orang Awam*. Yogyakarta: Pustaka Widyatama.
- Santoso, Alex dkk. (2007). *Belajar Merawat dan Memperbaiki Sepeda Motor dengan Mudah*. Yogyakarta: ABSOLUT
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: ALFABETA