



PENGUJIAN VARIASI BOBOT *ROLLER WEIGHT*
PADA SEPEDA MOTOR YAMAHA MIO

PROYEK AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya



Oleh :
Waskito Purwanto
11509134063

PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2016

PERSETUJUAN

Tugas Akhir Bukan Skripsi

PENGUJIAN VARIASI BOBOT *ROLLER WEIGHT* PADA SEPEDA MOTOR YAMAHA MIO

Disusun Oleh:

Waskito Purwantoro
11509134063

Telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan
Ujian Akhir Bukan Skripsi bagi yang bersangkutan.

Mengetahui
Ketua Program Studi
Teknik Otomotif

Yogyakarta, Agustus 2016
Disetujui,
Dosen Pembimbing,

Moch Solikin, M.Kes.
NIP. 19680404 199303 1 003

Moch Solikin, M.Kes.
NIP. 19680404 199303 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Bukan Skripsi

PENGUJIAN VARIASI BOBOT *ROLLER WEIGHT* PADA SEPEDA MOTOR YAMAHA MIO

Disusun Oleh:
Waskito Purwantoro
NIM. 11509134063

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Bukan Skripsi
Program Studi Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Pada Tanggal, 8 Agustus 2016.

TIM PENGUJI

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Moch Solikin, M.Kes.</u> Ketua Penguji
<u>Sukaswanto, M.Pd.</u> Sekretaris Penguji
<u>Martubi, M.Pd., M.T.</u> Penguji Utama

Yogyakarta, Agustus 2016
Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan,

Dr. Widarto, M.Pd.
NIP. 19631230 198812 1 001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Waskito Purwantoro

NIM : 11509134063

Program Studi : Teknik Otomotif

Judul TABS : Pengujian Variasi Bobot *Roller Weight* Pada Sepeda Motor Yamaha Mio

Dengan ini saya menyatakan bahwa Proyek Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Agustus 2016
Yang menyatakan,

Waskito Purwantoro
NIM 11509134063

MOTTO

Habis gelap terbitlah terang

(R.A. Kartini)

Setiap orang punya jatah gagal, habiskanlah jatah gagalmu ketika kamu masih muda

(Dahlan Iskan)

Waktu untuk bertindak adalah saat ini. Tidak ada kata terlambat untuk melakukan sesuatu

(Carl Sandburg)

Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua

(Aristoteles)

PENGUJIAN VARIASI BOBOT *ROLLER WEIGHT* PADA SEPEDA MOTOR YAMAHA MIO

Oleh :
Waskito Purwantoro
11509134063

ABSTRAK

Proyek akhir ini bertujuan mengetahui pengaruh variasi bobot *roller weight* terhadap torsi sepeda motor dan mengetahui pengaruh variasi bobot *roller weight* terhadap daya sepeda motor.

Proyek akhir ini menggunakan sepeda motor transmisi otomatis, yaitu sepeda motor Yamaha Mio tahun 2009. Dalam proyek akhir ini pengujian menggunakan empat jenis variasi bobot *roller weight*, yaitu *roller weight* bobot 9 g, *roller weight* 10 g, *roller weight* 10,52 g (jenis standar) sebagai pembanding, dan *roller weight* 11 g. Pengujian bobot *roller weight* terhadap kinerja sepeda motor Yamaha Mio menggunakan alat bernama *dynamometer*. Alat tersebut menunjukkan secara langsung hasil torsi maksimum dan daya maksimum pada rpm tertentu. Parameter-parameter tersebut digabungkan sehingga menghasilkan sebuah grafik hubungan torsi dengan rpm dan hubungan daya dengan rpm pada sepeda motor Yamaha Mio.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengujian, terdapat pengaruh variasi bobot *roller weight* pada kinerja sepeda motor. 1) Torsi awal adalah 11,13 Nm / 3351 rpm. Peningkatan tertinggi (1,32 Nm) pada *roller weight* 9 g dengan hasil 12,45 Nm / 3587 rpm, lalu peningkatan selanjutnya (0,67 Nm) pada *roller weight* 10 g dengan hasil 11,8 Nm / 3488 rpm dan terakhir (0,23 Nm) pada *roller weight* 11 g adalah 11,40 Nm / 3383 rpm. 2) Daya awal sepeda motor 7,3 hp / 7140 rpm. daya pada *roller weight* 10 g adalah 7,3 hp / 7086 rpm dan daya pada *roller weight* 11 g adalah 7,3 hp / 7213 rpm. *Roller weight* 9 g memiliki peningkatan sebesar 0,7 hp dengan hasil 8 hp / 7824 rpm.

Kata kunci : *roller weight*, torsi, dan daya

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini dengan judul “Pengujian Variasi Bobot *Roller Weight* Pada Sepeda Motor Yamaha Mio”.

Penyusunan Proyek Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi untuk memperoleh gelar Ahli Madya di program studi Teknik Otomotif, Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Proyek Akhir ini tidak lepas dari bantuan, motivasi, bimbingan dan dukungan dari semua pihak yang terkait. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Widarto, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Teknik UNY beserta seluruh staf atas segala fasilitas dan bantuannya untuk memperlancar administrasi proyek akhir.
2. Bapak Dr. Zainal Arifin, M.T. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif FT UNY yang telah memberikan izin proyek akhir ini.
3. Bapak Moch Solikin, M.Kes. selaku Ketua Program Studi Teknik Otomotif FT UNY dan Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan izin dalam dalam pelaksanaan proyek akhir ini.
4. Bapak Sudarwanto, M.Eng. selaku Penasehat Akademik kelas D Program Studi Teknik Otomotif yang telah membantu dan memberi dukungan dan semangatnya.
5. Dosen-dosen Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif FT UNY yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis.
6. Bengkel Mototech Yogyakarta yang bertempat di Jalan Ringroad Selatan, Kemasan, Singosaren, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta.
7. Orangtua dan Adik selaku keluarga yang selalu memberi dukungan, motivasi agar tidak mudah putus asa
8. Teman-teman Teknik Otomotif kelas D Angkatan 2011 atas perjuangan dan pengalamannya bersama selama menimba ilmu.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu

Penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Semoga proyek akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak dalam dunia pendidikan dan pengetahuan terutama bagi mahasiswa Teknik Otomotif, Aamiin.

Penulis,

Waskito Purwantoro
NIM. 11509134063

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Masalah	6
F. Manfaat	6
G. Keaslian Gagasan	7

BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Sepeda Motor	9
1. Langkah Kerja Mesin Sepeda Motor	10
2. Bentuk Sepeda Motor	15
3. Transmisi Sepeda Motor	16
B. Gaya Sentrifugal	18
C. <i>Continously Variable Transmission</i>	19
1. Cara Kerja CVT	19
2. Komponen CVT	24
3. Kerusakan dan Cara Mengatasi	28
D. Kemampuan Mesin	29
1. Torsi dan Daya	29
2. Kapasitas Silinder	31
3. Efisiensi	32
E. <i>Dynamometer</i>	34
F. Pengaruh <i>Roller Weight</i> Terhadap Kinerja Motor	34

BAB III KONSEP PENGUJIAN

A. Analisis Kebutuhan	38
B. Implementasi	38
1. Konsep Pengujian	38
2. Langkah Kerja Uji <i>Dynotest</i>	39
C. Alat dan Bahan Yang Digunakan	40
1. Alat Yang Digunakan	40
2. Bahan Yang Digunakan	41
D. Rincian Biaya	41
E. Perencanaan Waktu	41

BAB IV PROSES, HASIL, DAN PEMBAHASAN

A. Proses Pengujian	43
B. Hasil	46
C. Pembahasan	48

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	52
B. Keterbatasan Pengujian	53
C. Saran	53

DAFTAR PUSTAKA	55
----------------------	----

LAMPIRAN	57
----------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hubungan Perbandingan Kompresi Dengan Nilai Oktan	31
2. Rincian Biaya Pengujian	41
3. Rencana Waktu Pembuatan Proyek Akhir	42
4. Hasil Torsi	46
5. Hasil Daya	47
6. Nilai Torsi/rpm dan Daya/rpm	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Konstruksi Mesin Sepeda Motor 4 Langkah	12
2. Konstruksi Mesin Sepeda Motor 2 Langkah	14
3. Konstruksi Transmisi Manual	17
4. Konstruksi dan Komponen Utama CVT	18
5. Mesin Stasioner	
5a. Ilustrasi CVT Ketika Mesin Sepeda Motor Stasioner	20
5b. Ilustrasi Posisi <i>Roller Weight</i> Di Dalam Puli Ketika Mesin Sepeda Motor Stasioner	20
6. Sepeda Motor Mulai Bergerak	
6a. Ilustrasi CVT Ketika Sepeda Motor Mulai Bergerak	21
6b. Ilustrasi Posisi <i>Roller Weight</i> Di Dalam Puli Ketika Sepeda Motor Mulai Bergerak	21
7. Sepeda Motor Bergerak Sedang	
7a. Ilustrasi CVT Ketika Sepeda Motor Bergerak Sedang	22
7b. Ilustrasi Posisi <i>Roller Weight</i> Di Dalam Puli Ketika Sepeda Motor Bergerak Sedang	22
8. Mesin Bergerak Cepat	
8a. Ilustrasi CVT Ketika Sepeda Motor Bergerak Cepat	22
8b. Ilustrasi Posisi <i>Roller Weight</i> Di Dalam Puli Ketika Sepeda Motor Bergerak Cepat	22
9. Grafik Hubungan Kecepatan Motor Terhadap RPM Mesin Sepeda Motor Transmisi Otomatis	23

10. Grafik Hubungan Kecepatan Motor Terhadap RPM Mesin Sepeda	
Motor Transmisi Manual	24
11. Konstruksi dan Komponen Puli Primer	25
12. Konstruksi dan Komponen Puli Sekunder	26
13. Hubungan Momen dan Daya Motor	29
14. Hubungan Daya Dengan Efisiensi Mekanis	33
15. Kehilangan Tenaga Dalam Motor	33
16. Gaya Dorong Yang Dibutuhkan Kendaraan	35
17. Parameter Kontrol Pada Puli Depan	36
18. Pengukuran <i>Roller Weight</i>	
18a. Pengukuran Bobot <i>Roller Weight</i>	43
18b. Pengukuran Dimensi <i>Roller Weight</i>	43
19. Sepeda Motor Ketika Berada Di Atas <i>Dynamometer</i>	44
20. Layar Pengoperasian <i>Dynamometer</i>	45
21. Grafik Perbandingan Bobot <i>Roller Weight</i> Terhadap Torsi dan Putaran	48
Mesin	
22. Grafik Perbandingan Bobot <i>Roller Weight</i> Terhadap Daya dan Putaran	
Mesin	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lmpiran	Halaman
1. Kartu Bimbingan Proyek Akhir	57
2. Pengujian <i>Dynamometer Roller Weight</i> 10,52 gram	58
3. Pengujian <i>Dynamometer Roller Weight</i> 9 gram	59
4. Pengujian <i>Dynamometer Roller Weight</i> 10 gram	60
5. Pengujian <i>Dynamometer Roller Weight</i> 11 gram	61
6. Bukti Selesai Revisi Proyek Akhir	62

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada era yang modern ini setiap masyarakat dituntut untuk dapat bergerak cepat dan fleksibel. Tuntutan akan mobilitas semakin meningkat, sehingga memunculkan ide para produsen untuk menciptakan suatu teknologi yang sederhana namun efektif. Dengan adanya suatu teknologi yang sederhana tersebut dapat membantu manusia bergerak dengan cepat. Salah satu teknologinya adalah kendaraan roda dua.

Kendaraan roda dua terdapat dua jenis jika dipandang dari sistem transmisinya, yaitu transmisi manual dan transmisi otomatis. Sepeda motor transmisi otomatis yang sering kita sebut sepeda motor *matic*. Pada awalnya sepeda motor *matic* dipandang sebelah mata sekitar tahun 1990. Masyarakat masih belum bisa keluar dari zona nyaman, sehingga sepeda motor manual masih tetap menjadi pilihan favorit. Pada tahun 2005 sepeda motor manual model bebek dengan kapasitas silinder 125 sedang hangat-hangatnya. Pada saat yang sama sepeda motor manual model *sport* masih mahal sehingga masih jarang dijumpai (Acip Setiawan, 2009).

Sekitar tahun 1998 sepeda motor *matic* mulai ramai dipasarkan di Indonesia, akan tetapi produsen-produsennya berasal dari luar Jepang (Taiwan, Korea dan China). Sedangkan masyarakat Indonesia hanya familiar dengan sepeda motor asal Jepang. Sepeda motor dari luar Jepang masih diragukan kualitas, daya tahan, layanan purna jual dan servis

maupun *spare part*. Hasilnya dapat ditebak dan produsen-produsen luar Jepang mulai berguguran. Kymco dan Kanzen yang dapat bertahan terhadap isu-isu yang menerpa tentang produsen luar Jepang. Produsen-produsen Jepang pun mulai ikut mengerjakan dan memasarkan produk-produknya tahun 2002 (Acip Setiawan, 2009).

Sepeda motor *matic* mulai diminati masyarakat sekitar tahun 2004 dan sejak saat itu penjualan sepeda motor *matic* selalu meningkat sampai sekarang. Penjualan sepeda motor *matic* selalu diwarnai oleh Yamaha dan Honda. Terlepas dari penguasa motor *matic* saat ini, Yamaha merupakan produsen yang mempopulerkan motor *matic* melalui produk Mio. Hingga kini *spare part* motor Mio banyak beredar mulai dari penunjang penampilan, keamanan, kenyamanan bahkan pendongkrak tenaga. Motor *matic* banyak diminati karena sederhana, ringkas dan mobile. Sistem transmisi motor *matic* sangat sederhana, karena hanya memanfaatkan gaya sentrifugal suatu pemberat, yang digunakan untuk merubah perbandingan rasio. Sedangkan media penerus sepeda motor *matic* menggunakan sabuk atau *belt* yang berfungsi untuk meneruskan putaran dari mesin ke roda belakang. Jadi, komponen utama bagian transmisi dari sepeda motor *matic* adalah pemberat dan sabuk.

Pemberat pada sistem transmisi sepeda motor *matic* disebut dengan *roller weight*. *Roller weight* berada bebas di dalam *pulley* depan yang menjadi satu poros dengan mesin. Ketika mesin berputar, maka *pulley* depan juga akan berputar, putaran *pulley* ini akan melempar *roller weight*

ke sisi luar karena adanya gaya sentrifugal. Pada saat yang sama, diameter penampang *belt* juga berubah sehingga membuat perubahan rasio. Rasio pada sepeda motor *matic* tak terhingga, karena gaya sentrifugal *roller weight* tidak menentu atau bervariasi sesuai putaran mesin dan beban. Sepeda motor *matic* menggunakan *belt* karena rasio atau diameter pemutar dan diputar dapat berubah-ubah, sehingga sepeda motor *matic* tidak dapat menggunakan *chain*.

Banyak pengguna motor *matic* yang mendongkrak performa motornya dengan memanfaatkan *roller weight* karena penggantian *part* ini sederhana dan mudah. Banyak *roller weight aftermarket* dijual di toko-toko variasi, dari mulai yang beratnya lebih ringan dan lebih berat dari standarnya (10,52 gram). Selain itu terdapat bentuk *roller weight* yang modelnya tidak bulat dengan kata lain menyimpang dari bentuk standarnya. Penggunaan *roller weight* lebih ringan bertujuan untuk menaikkan torsi kendaraan. Pemilihan *roller weight* yang lebih ringan ini cocok digunakan pada daerah perkotaan yang *mode stop and go*. *Roller weight* yang lebih berat untuk menaikkan daya motor. Ada pendapat yang tidak masuk akal beredar dimasyarakat, dimana penggunaan *roller weight* selang-seling dapat meningkatkan torsi dan daya. Padahal peningkatan torsi dan daya sulit dilakukan dengan cara tersebut. Efek penggunaan *roller weight* selang-seling ini membuat beban kerja setiap *roller weight* tidak sama. Karena *roller weight* yang ringan bekerja lebih dahulu

dibanding *roller weight* yang berat, sehingga 3 buah *roller weight* ringan harus mampu mendorong variator dan melawan gaya pegas puli belakang.

Pendapat yang beredar di masyarakat bahwa penggunaan *roller weight* yang lebih ringan dapat meningkatkan torsi sedangkan *roller weight* yang lebih berat dari standar dapat meningkatkan daya. Apabila di logika, *roller weight* yang lebih ringan lebih mudah terlempar pada saat mesin berputar, *roller weight* terlempar karena adanya gaya sentrifugal. Sehingga dengan bukaan *grip* gas sedikit saja, motor dapat langsung berjalan. Sebaliknya, pengendara harus membuka *grip* gas lebih besar untuk dapat berjalan jika menggunakan *roller weight* yang lebih berat. Perubahan penggunaan bobot *roller weight* ini harus memiliki tujuan. Banyak alasan untuk melakukan perubahan bobot *roller weight*, dari mulai beban mesin, kondisi jalan dan kegunaan kendaraan tersebut. Tujuan yang tepat untuk perubahan bobot *roller weight*, ialah penggantian bobot *roller weight* yang lebih ringan untuk dalam kota, karena kondisi jalan dalam kota yang tidak memungkinkan untuk kendaraan berjalan cepat tetapi juga tidak lambat, sehingga lebih cocok menggunakan *roller weight* yang memiliki torsi. Begitu juga untuk penggunaan di jalan menanjak yang membutuhkan torsi, sedangkan daya dibutuhkan untuk jalan lurus yang panjang. Pengujian ini akan membahas mengenai pengaruh penggantian *roller weight* terhadap torsi dan daya sepeda motor.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan diatas, dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Masyarakat belum mengetahui akan dampak dari penggantian bobot *roller weight* yang tidak sesuai dengan standarnya.
2. Masyarakat belum mengetahui fungsi dari *roller weight* yang lebih ringan dan lebih berat dari standarnya.
3. Sepeda motor *matic* memiliki performa yang kurang baik, dimana performa berhubungan langsung dengan torsi dan daya.
4. Belum ada data yang pasti tentang perubahan bobot *roller weight*.
5. Masyarakat belum memiliki tujuan yang jelas untuk melakukan penggantian bobot *roller weight*, karena hanya berdasarkan informasi yang ada.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas, maka perlu dibatasi permasalahan yang akan dipecahkan melalui proyek akhir ini. Pembatasan masalah dalam proyek akhir ini adalah untuk mengetahui dampak dari penggantian bobot *roller weight* yang tidak sesuai dengan standarnya. Pembatasan masalah ini hanya sebatas pengujian kinerja sepeda motor Yamaha Mio tahun 2009. Pengujian dilakukan menggunakan uji *dynotest* karena menghasilkan data berupa angka dan uji jalan berdasarkan perasaan pribadi. Bobot *roller weight* yang digunakan dalam pengujian ini yaitu 9 g, 10 g, 10,52 g (bobot standar) dan 11 g.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang telah diuraikan secara singkat, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi bobot *roller weight* terhadap torsi sepeda motor?
2. Bagaimana pengaruh variasi bobot *roller weight* terhadap daya sepeda motor?

E. Tujuan

Tujuan dari pembuatan proyek akhir ini ialah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh variasi bobot *roller weight* terhadap torsi sepeda motor.
2. Mengetahui pengaruh variasi bobot *roller weight* terhadap daya sepeda motor.

F. Manfaat

Setelah selesai pengerjaan proyek akhir ini, diharapkan ada manfaat yang positif sebagai berikut:

1. Dapat digunakan sebagai referensi untuk pengguna yang senang mengganti bobot *roller weight* untuk kebutuhan balap maupun medan yang dilalui dan kondisi jalan.
2. Dapat mengetahui hasil uji yang pasti, karena telah diuji sendiri tanpa melihat dari suatu merk.
3. Dapat mengambil kesimpulan mengenai dampak dari perubahan variasi bobot *roller weight*.

G. Keaslian Gagasan

Gagasan dalam pembuatan proyek akhir ini mengambil tema tentang pengujian variasi bobot *roller weight* pada sepeda motor Yamaha Mio. Pengujian ini dilakukan karena masyarakat belum paham akan dampak dan manfaat merubah-rubah bobot *roller weight* terhadap kinerja sepeda motor. Sehingga sangat diperlukan untuk menambah wawasan dan pengetahuan mengenai variasi bobot *roller weight*, karena belum ada yang meneliti tentang pengaruh bobot variasi *roller weight* terhadap kinerja sepeda motor Yamaha Mio.

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

Otomotif merupakan ilmu yang mempelajari tentang transportasi darat, umumnya menggunakan mesin dan sering dijumpai pada mobil dan motor. Motor adalah kendaraan yang umumnya beroda dua yang digerakkan oleh sebuah mesin, seperti sepeda tapi berpenggerak mesin. Sedangkan mobil adalah kendaraan roda empat yang juga digerakkan oleh mesin. “Motor adalah suatu peralatan yang merubah suatu jenis tenaga menjadi tenaga mekanik” (Bohn dan Mc Donald, dalam Wardan Suyanto, 1989: 1).

Motor bakar dibagi menjadi dua kelompok, yaitu mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) dan mesin pembakaran luar (*external combustion engine*). Mesin pembakaran dalam adalah mesin yang proses pembakarannya berada di dalam mesin dan mesin pembakaran luar adalah mesin yang proses pembakarannya terjadi di luar mesin. Mesin uap, turbin uap dan sebagainya termasuk mesin pembakaran luar, motor bensin, motor diesel dan motor wankel termasuk mesin pembakaran dalam. Mesin pembakaran dalam lebih efisien dan berukuran kecil dibanding mesin pembakaran luar (Moch Solikin dan Sutiman, 2005).

Motor pembakaran dalam pertama kali dibuat oleh ilmuwan Belanda yang bernama Christian Huygens pada tahun 1680. Selanjutnya pada tahun 1799 Phillip Lepeon mempatenkan mesin gas yang pertama. Tahun 1823 Samuel Brown menemukan mesin yang menyerupai mesin gas Phillip Lepeon tetapi

menggunakan penyalaan dengan api yang berada di luar silinder, sedangkan mesin Phillip menggunakan loncatan bunga api yang berasal dari listrik. Tahun 1860 Pierre Lenoir juga menciptakan mesin, tetapi mesin buatannya tidak efisien. Beau deRochas mempatenkan penemuannya dan menjadi dasar pembuatan motor pembakaran dalam pada tahun 1862. Tahun 1876 Nikolaus A. Otto menerapkan prinsip kerja mesin deRochas pada mesin 4 langkah untuk mengenang penemuannya tersebut, mesin 4 langkah disebut mesin otto. Tahun 1878 Dugald Clerk menemukan motor 2 langkah gas karena satu kali tenaganya dihasilkan dengan 2 langkah. John Day mengembangkan mesin Clerk pada sistem bahan bakarnya dengan menggunakan bensin pada tahun 1891, sehingga mesin ini dikenal dengan mesin 2 tak. Mesin berbahan bakar diesel dipatenkan oleh Rudolph Diesel pada tahun 1892, karena sistem penyalaan bersumber dari panas yang memanfaatkan tekanan tinggi (Wardan Suyanto, 1989).

A. Sepeda motor

Transportasi merupakan sarana penting dalam kebutuhan sehari, sepeda motor merupakan sarana yang banyak diminati karena praktis, mudah dioperasikan, biaya operasionalnya pun murah dan yang paling penting, harganya relatif terjangkau. Dalam sebuah sepeda motor terdapat ribuan komponen, puluhan sistem dan subsistem. Oleh karena itu otomotif berkembang menjadi ilmu yang luas (Moch Solikin dan Sutiman, 2005).

1. Langkah Kerja Mesin Sepeda Motor

Sepeda motor umumnya kendaraan yang menggunakan mesin pembakaran dalam dengan bahan bakar cair (bensin), atau sering disebut motor bensin. Sistem pemasukan bahan bakar pada sepeda motor ada yang menggunakan katup dan ada yang tidak menggunakan katup. Pembakaran bensin ini terjadi di dalam silinder. Bahan bakar yang ada di dalam silinder berubah menjadi gas. Gas yang ada di dalam silinder mengembang karena panas. Gas yang ada di dalam silinder meledak karena adanya bunga api yang berasal dari busi. Ketika bahan bakar meledak, menekan ke segala sisi, tetapi hanya piston yang dapat bergerak. Gerakan piston ini terus berulang-ulang, gerak bolak-balik piston dirubah oleh poros engkol. Sehingga mesin dapat berputar, putaran mesin ini memiliki satuan rpm (*Rotation Per Minute*). *Rotation per minute* merupakan perbandingan putaran mesin dengan waktu (Marsudi, 2008).

Prinsip Kerja Sepeda Motor :

a. Motor 4 Langkah

Motor 4 langkah atau yang sering disebut motor 4 tak ataupun motor Otto, menghasilkan satu kali tenaga dengan empat kali langkah atau dua putaran poros engkol. Gambar 1 menunjukkan konstruksi mesin sepeda motor 4 langkah. Motor empat langkah merupakan motor yang masih terus dikembangkan hingga saat ini, karena motor 4 tak memiliki tingkat efisiensi yang tinggi dibanding 2 tak (Moch Solikin dan Sutiman, 2005).

Langkah kerja mesin 4 tak :

1) Langkah Hisap

Langkah merupakan proses pemasukan bahan bakar. Terjadi saat piston bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) menuju Titik Mati Bawah (TMB). Saat itu juga katup masuk membuka sedangkan katup buang menutup. Poros engkol berputar 180° . Pergerakan piston dari TMA ke TMB, menyebabkan perbesaran ruang di dalam silinder, sehingga terjadi penurunan tekanan.

2) Langkah Kompresi

Setelah langkah hisap atau piston berada pada TMB. Poros engkol kembali berputar 180° . Lalu piston bergerak dari TMB menuju TMA, saat piston bergerak naik, katup hisap dan katup buang menutup. Sehingga terjadi pemampatan campuran bahan bakar dengan udara yang berada di dalam silinder (di atas piston). Sebelum piston mencapai TMA, busi memercikan bunga api. Sehingga campuran bahan bakar dan udara terbakar, pembakaran ini menciptakan tekanan dan temperatur yang tinggi.

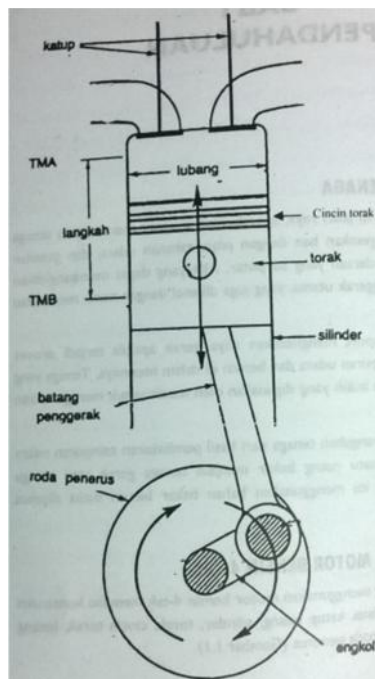
3) Langkah Usaha

Pembakaran bahan bakar dan udara menekan piston untuk kembali ke TMB atau poros engkol berputar 180° . Langkah usaha ini yang dimanfaatkan untuk menggerakkan sepeda motor, karena tekanan hasil pembakaran tersebut lebih tinggi tiga kali lipat dari

tekanan kompresi. Posisi katup hisap dan katup buang masih tertutup. Saat piston berada di TMB, katup buang mulai membuka.

4) Langkah Buang

Pembuangan hasil pembakaran terjadi saat langkah buang. Piston bergerak dari TMB ke TMA (piston berputar 180°). Katup hisap tertutup dan katup buang terbuka, pergerakan piston dari TMB ke TMA mendorong hasil pembakaran untuk ke luar melewati katup buang menuju lubang pembuangan.



Gambar 1. Konstruksi Mesin Sepeda Motor 4 Langkah
(Marsudi, 2008)

b. Motor 2 Langkah

Motor 2 langkah atau yang sering disebut motor 2 tak, motor yang menghasilkan satu kali tenaga dengan dua langkah atau satu putaran poros engkol. Gambar 2 menunjukkan konstruksi mesin sepeda motor 2 langkah. Masa kejayaan motor 2 tak sudah usai, karena tidak efisien.

Padahal tenaga yang dihasilkan motor 2 tak lebih besar dibanding motor 4 tak pada rotasi per menit (rpm) yang sama. Pada mesin 2 tak terdapat dua ruangan, yaitu ruangan di atas piston (silinder) dan ruangan di bawah piston (bak engkol) (Moch Solikin dan Sutiman, 2005).

1) Langkah Pemasukan dan Kompresi

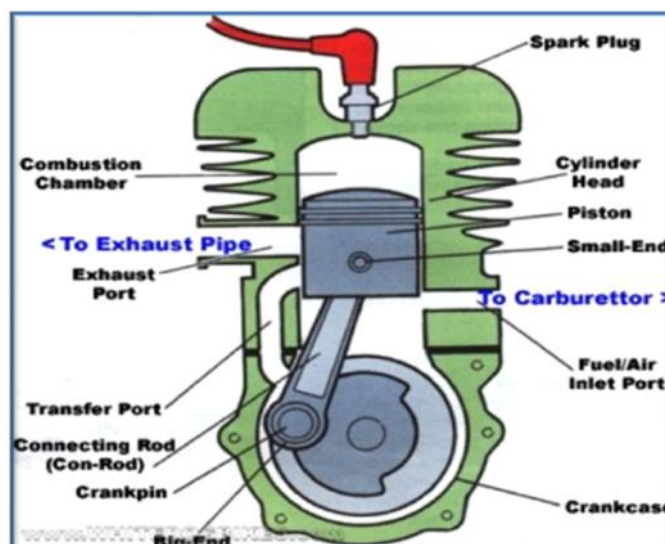
Langkah ini terjadi saat piston bergerak dari TMB menuju TMA. Campuran bahan bakar yang berada pada bawah piston mengalir menuju atas piston karena adanya gaya dorong piston, pada saat itu juga semua lubang tertutup oleh piston, sehingga piston dapat melakukan langkah kompresi. Sebelum piston mencapai TMA, busi memercikan bunga api untuk melakukan proses pembakaran.

Proses yang terjadi di bawah piston adalah langkah pemasukan bahan bakar dan udara yang telah siap untuk di masukan keruangan atas piston. Karena terjadi penurunan tekanan atau perbesaran ruangan yang berada di bawah piston. Pada mesin 2 tak, terdapat komponen pengaman agar campuran bahan bakar dan udara yang masuk kedalam ruangan bawah piston tidak kembali ke karburator karena ruangan yang mengecil, yang bernama *reed valve*.

2) Langkah Usaha dan Pembuangan

Pada saat piston bergerak dari TMB menuju TMA, lubang pembuangan terbuka karena posisi lubang tersebut paling tinggi. Piston turun ini adalah proses usaha yang dimanfaatkan dari hasil pembakaran karena tekanan hasil pembakaran yang tinggi. Setelah itu lubang transfer terbuka karena posisi piston yang terus menurun, sekaligus mengalirkan bahan bakar ke dalam ruangan atas piston.

Pada ruangan bawah piston, terjadi kenaikan tekanan karena ruangan yang diakibatkan piston menurun. Sehingga membantu campuran bahan bakar dan udara mengalir ke ruangan atas piston. Campuran bahan bakar dan udara tidak bisa kembali ke lubang pemasukan karena *reed valve* berfungsi sebagai katup searah.



Gambar 2. Konstruksi Mesin Sepeda Motor 2 Langkah
(Anonim, 2009)

2. Bentuk Sepeda Motor

Sepeda motor merupakan alat transportasi yang sangat banyak digunakan, sehingga bentuk sepeda motor banyak macamnya. Bentuk sepeda motor mulai dari yang kecil hingga yang besar. Di Indonesia bentuk sepeda motor merupakan hal yang sangat penting, karena sudah ada beberapa produk yang mengalami kegagalan dalam penjualan. Padahal apabila dilihat dari sistem-sistem yang lain, sepeda motor tersebut baik atau canggih. Dalam pemilihan sepeda motor, kita harus mempertimbangkan medan yang dilalui, fungsi, dan yang terakhir adalah hobi (Sofan Amri dan Yayan Setiawan, 2011).

- a. *Cruiser*. Motor *cruiser* merupakan jenis motor yang memiliki posisi setang tinggi, posisi kaki relatif kedepan dan posisi kursi yang rendah. Posisi mengemudi ini menciptakan kenyamanan ergonomika pada pengemudi. Motor ini memiliki daya belok yang terbatas (Sofan Amri dan Yayan Setiawan, 2011).
- b. *Dual Sport*. Motor *dual sport* memiliki posisi mesin yang tinggi, ban dengan permukaan khusus untuk melewati segala medan dan posisi setang yang dibuat untuk mempermudah pengendalian saat melewati rintangan. Tenaga motor ini berfokus pada gigi rasio rendah yang bertujuan untuk melewati segala medan dan bobot kendaraan dibuat seringan mungkin demi mengembangkan kemampuan menjelajah berbagai medan (Sofan Amri dan Yayan Setiawan, 2011).

- c. *Touring*. Motor *touring* biasa digunakan untuk perjalanan jauh. Kebanyakan motor tersebut memiliki fitur-fitur mewah (Sofan Amri dan Yayan Setiawan, 2011).
- d. *Sport*. Motor *sport* merupakan jenis motor yang memiliki performa dan pengendalian yang lebih. Motor yang digunakan untuk kecepatan tinggi sehingga posisi mengemudi dibuat untuk mempermudah pengendalian dan menjaga titik gravitasi (Sofan Amri dan Yayan Setiawan, 2011).
- e. *Sport Touring*. Motor *sport touring* merupakan gabungan motor *sport* dan *touring*, motor berkecepatan tinggi yang masih mementingkan kenyamanan dan fitur-fitur mewah (Sofan Amri dan Yayan Setiawan, 2011).
- f. Skuter. Motor skuter berukuran dan berkapasitas mesin kecil dengan konsumsi bahan bakar yang baik sehingga memiliki tingkat kelincuhan yang baik (Sofan Amri dan Yayan Setiawan, 2011).
- g. Bebek. Motor bebek terkadang disebut moped. Motor bebek memiliki kemampuan di atas motor skuter dan tingkat kelincuhan di atas skuter. Sehingga cocok digunakan di dalam dan luar kota (Sofan Amri dan Yayan Setiawan, 2011).

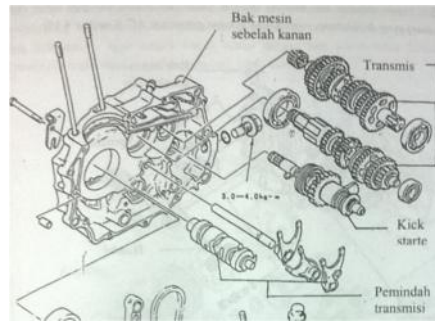
3. Transmisi Sepeda Motor

Transmisi atau yang sering disebut perseneling merupakan bagian dari sistem pemindah tenaga. Tenaga tersebut dihasilkan oleh mesin, lalu di pindahkan ke roda melalui transmisi. Pemindahan tenaga ini juga diatur

oleh transmisi, karena jika pemindahan tenaga ini dilangsungkan, mesin tidak akan mampu menggerakkan kendaraan saat *start*. Fungsi transmisi yang utama adalah merubah momen dan daya, momen dihasilkan pada rasio tinggi, sedangkan daya didapatkan pada rasio rendah (Amien Nugroho, 2005).

a. Transmisi Manual

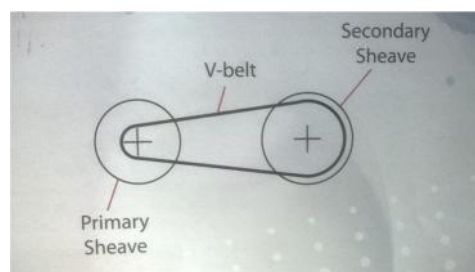
Pergantian rasio pada transmisi dilakukan secara manual. Perpindahan rasio ini berdasarkan perasaan pengendara sesuai dengan kondisi jalan. Transmisi manual menggunakan komponen roda gigi. Poros roda gigi *input* terhubung dengan poros engkol sedangkan poros roda gigi *output* terhubung dengan *sprocket* depan sepeda motor. Pada motor bebek umumnya terdiri dari tiga sampai empat varian roda gigi, sedangkan motor *sport* umumnya terdiri dari lima sampai enam varian roda gigi. Gambar 3 menunjukkan sebuah konstruksi sistem pemindah tenaga yang terdiri dari sistem kopling, sistem transmisi dan sistem reduksi. Komponen utama transmisi manual adalah pedal gigi, selektor drum, *fork*, dan roda gigi. Pada sepeda motor manual, perpindahan rasio dilakukan dengan menginjak pedal gigi, yang nantinya akan gerak naik turun pedal gigi dirubah menjadi gerak putar oleh selektor drum. Selektor drum akan menggeser-geser *fork*, lalu *fork* tersebut menggeser-geser roda gigi.



Gambar 3. Konstruksi Transmisi Manual (Marsudi, 2008)

b. Transmisi Otomatis

Transmisi otomatis sepeda motor hanya terdapat satu model, yaitu transmisi yang menggunakan sabuk atau *Contionous Variable Transmission* (CVT). Transmisi model CVT menggunakan komponen utama puli dan *belt*. Pada transmisi CVT, rasionya selalu berubah disetiap putaran mesin dan perubahan rasionya tidak terasa melihat beban mesin dan medan jalan. Konsep CVT seperti gambar 4, diameter sabuk depan dan belakang dapat berubah sesuai kondisi jalan, beban mesin dan putaran mesin. Poros primer terhubung dengan poros engkol, sedangkan poros sekunder terhubung dengan gigi reduksi yang nantinya akan berhubungan dengan poros roda.



Gambar 4. Konstruksi dan Komponen Utama CVT (Acip Setiawan, 2009)

B. Gaya Sentrifugal

Gaya sentrifugal adalah gaya yang mewakili tekanan ke luar yang terdapat di sekitar obyek yang berputar di sebuah titik pusat, dengan kata lain melarikan diri dari pusat (www.amazine.co). Di dalam fisika, gaya sentrifugal sebenarnya tidak ada (fiktif) di mana gaya sentrifugal adalah efek samping dari adanya percepatan bukan akibat dari percepatan. Tidak ada gaya yang nyata yang searah ke luar pada benda yang bergerak melingkar. Yang ada adalah massa inersia benda yang berusaha mempertahankan arah gerak dalam lintasan lurus yang mengakibatkannya akan bergeser makin menjauh dari pusat gerak lingkarannya (Bambang Ruwanto, 2006). Penjelasan mengenai gaya sentrifugal terletak pada hukum inersia Newton, yang menyatakan bahwa objek dalam gerakan konstan cenderung berada dalam kondisi tetap kecuali mendapatkan gaya luar.

Aplikasi dari gaya sentrifugal itu sendiri banyak, apabila diterapkan dalam sepeda motor contohnya adalah *roller weight* dan kopling. Gaya sentrifugal pada CVT dihasilkan oleh *roller weight* CVT yang terletak di dalam puli primer. Pada saat sepeda motor mulai berjalan, *roller weight* yang tadinya diam, akibat adanya gaya sentrifugal menjadi terlempar ke sisi terluar. Gaya sentrifugal yang dihasilkan *roller weight* terjadi akibat putaran mesin.

C. *Continuously Variable Transmission*

Transmisi CVT motor terdiri dari tiga komponen utama, yaitu puli primer, sabuk, dan puli sekunder. Puli primer layaknya *sprocket* depan, sabuk layaknya *chain* sedangkan puli sekunder layaknya *sprocket* belakang pada sepeda motor bertansmisi manual seperti gambar 3. Puli primer menjadi satu poros dengan mesin, puli sekunder menjadi satu poros dengan as roda (Wawan Setiawan, 2012).

1. Cara Kerja CVT

Pada sepeda motor CVT, cara kerja CVT dibagi menjadi empat fase yaitu :

a. Mesin stasioner

Saat mesin stasioner sepeda motor belum dapat berjalan, putaran mesin belum sampai ke roda karena adanya kopling sentrifugal. Mesin berputar, memberikan gaya sentrifugal terhadap *roller weight* walaupun sedikit, lalu sabuk menghubungkan puli primer ke puli sekunder. Sehingga puli sekunder ikut berputar, tetapi karena putarannya masih lemah, kampas kopling sentrifugal belum dapat terlempar untuk mencengkram mangkuk kopling dan meneruskan ke roda, seperti ilustrasi pada gambar 5a dan gambar 5b adalah perbesaran ketika *roller weight* berada di dalam puli.



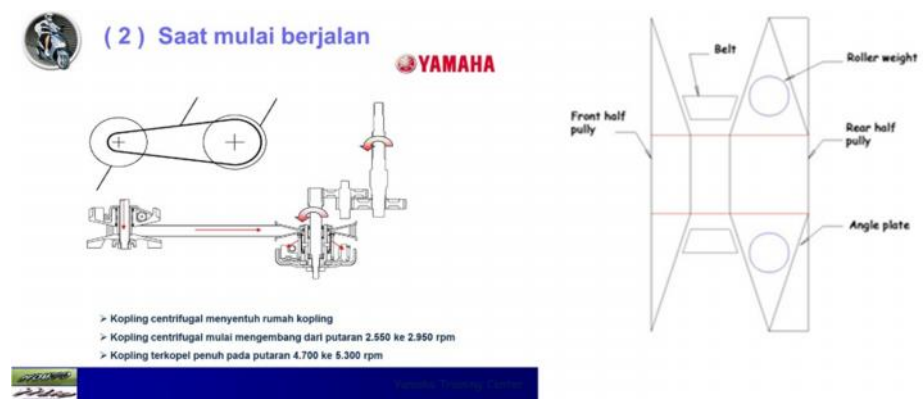
(a)

(b)

Gambar 5. (a) Ilustrasi CVT Ketika Mesin Sepeda Motor Stasioner (Tarmo Purgana, 2013), (b) Ilustrasi Posisi *Roller Weight* Di Dalam Puli Ketika Mesin Sepeda Motor Stasioner (Arantan, 2011).

b. Mesin mulai bergerak

Hampir sama seperti stasioner, saat mesin mulai bergerak putaran mesin lebih tinggi sedikit dibanding saat stasioner. Efeknya putaran mesin yang disalurkan ke puli sekunder melalui puli primer dapat diteruskan ke roda. Karena putaran saat mulai bergerak mampu melemparkan kopling untuk mencengkram mangkuk. Gaya sentrifugal yang diterima oleh *roller weight* pun masih kecil sehingga rasionya besar. seperti ilustrasi pada gambar 6a dan gambar 6b adalah perbesaran ketika *roller weight* berada di dalam puli.



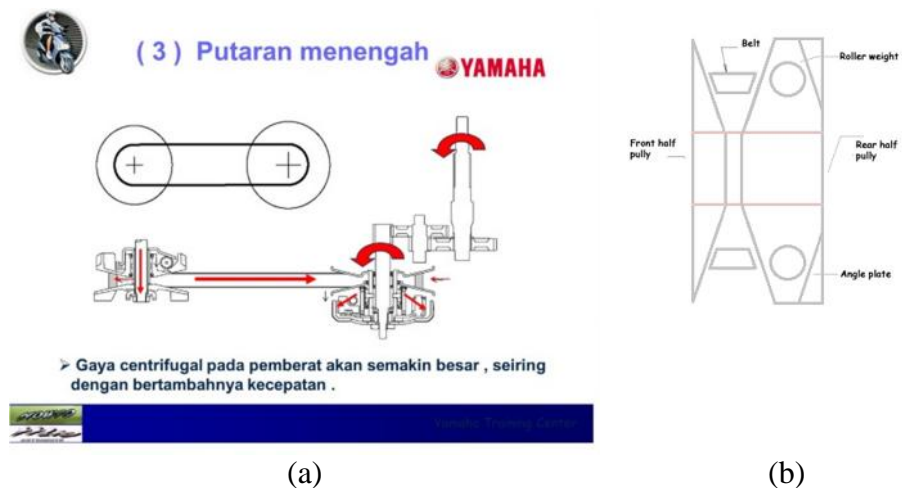
(a)

(b)

Gambar 6. (a) Ilustrasi CVT Ketika Mesin Sepeda Motor Mulai Bergerak (Tarmo Purgana, 2013), (b) Ilustrasi Posisi *Roller Weight* Di Dalam Puli Ketika Mesin Sepeda Motor Mulai Bergerak (Arantan, 2011).

c. Mesin bergerak sedang

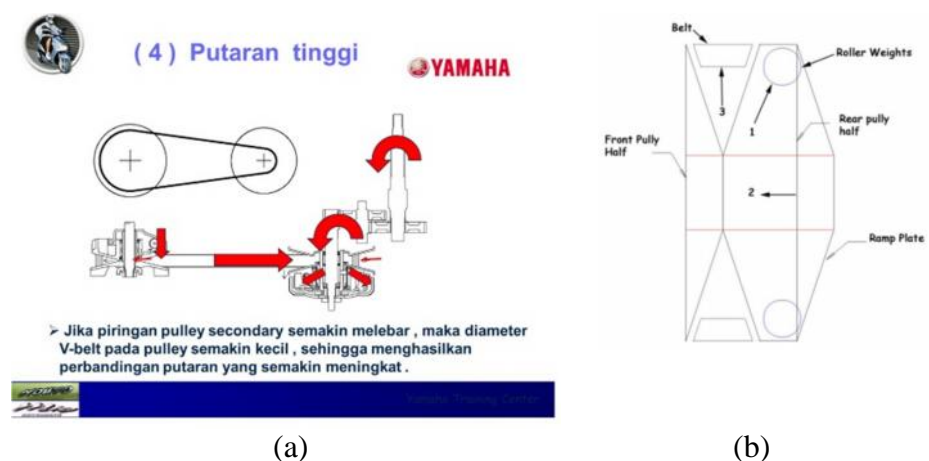
Saat mesin bergerak pada kecepatan menengah, putaran mesin lebih tinggi lagi. Sehingga daya cengkeram kopling dengan mangkuk kopling mengalami sedikit slip, putaran mesin dapat disalurkan ke roda lebih banyak. Ditambah rasio yang telah berubah, karena *roller weight* juga ikut terlempar, sehingga tekanan untuk menjepit sabuk atau mendorong *sliding sheave* bertambah, seperti ilustrasi pada gambar 7a dan gambar 7b adalah perbesaran ketika *roller weight* berada di dalam puli.



Gambar 7. (a) Ilustrasi CVT Ketika Mesin Sepeda Motor Bergerak Sedang (Tarmo Purgana, 2013), (b) Ilustrasi Posisi *Roller Weight* Di Dalam Puli Ketika Mesin Sepeda Motor Bergerak Sedang (Arantan, 2011).

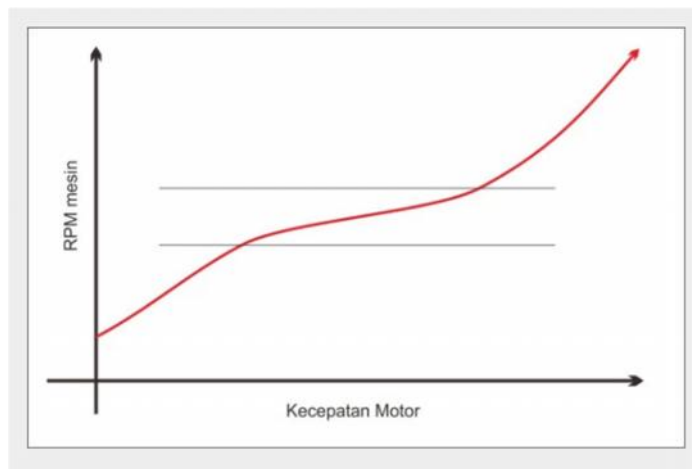
d. Mesin bergerak cepat

Mesin telah berputar tinggi, semua komponen hampir bekerja maksimal. Gaya sentrifugal yang diterima oleh *roller weight* maupun kopling telah penuh. Sehingga perubahan rasio terjadi lagi dan hampir satu ataupun lebih, begitu juga daya cengkram kopling terhadap mangkuk penuh. Dan tenaga yang dihasilkan oleh mesin dapat disalurkan penuh ke roda. Gambar 9 adalah grafik yang menunjukkan hubungan kecepatan motor terhadap RPM mesin sepeda motor transmisi otomatis, seperti ilustrasi pada gambar 8a dan gambar 8b adalah perbesaran ketika *roller weight* berada di dalam puli.



Gambar 8. (a) Ilustrasi CVT Ketika Mesin Sepeda Motor Bergerak Cepat (Tarmo Purgana, 2013), (b) Ilustrasi Posisi *Roller Weight* Di Dalam Puli Ketika Mesin Sepeda Motor Bergerak Cepat (Arantan, 2011).

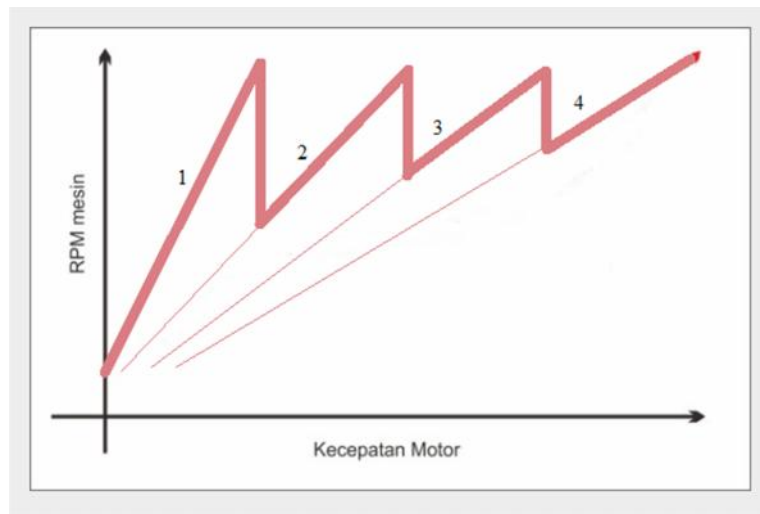
Dari ke empat fase tersebut apabila diaplikasikan ke dalam grafik hubungan antara kecepatan sepeda motor dengan RPM mesin dapat dilihat seperti pada gambar 9.



Gambar 9 . Grafik Hubungan Kecepatan Motor Terhadap RPM Mesin Sepeda Motor Transmisi Otomatis (Ahmadeathbat, 2014)

Pada sepeda motor transmisi manual tiap fase digantikan dengan tiap gigi atau perbandingan rasio. Gambar 10 adalah grafik yang menunjukkan hubungan kecepatan motor terhadap RPM mesin sepeda motor transmisi manual. Sepeda motor transmisi manual (bebek) umumnya menggunakan gigi atau perbandingan rasio sampai empat.

Rasio pertama, sepeda motor belum berjalan, tetapi mesin sudah berputar. Kemudian sepeda motor mulai bergerak dan putaran mesin bertambah. Putaran mesin bertambah lebih cepat dibanding kecepatan. Rasio dua, sepeda motor sudah berjalan, dari berjalan pelan memasuki tahap menengah. Putaran mesin dan kecepatan bertambah hampir setara, tetapi lebih tinggi putaran mesin. Rasio tiga sepeda motor telah berjalan pada kecepatan menengah dimana secara bertahap, putaran mesin dan kecepatan bertambah. Rasio empat sepeda motor mencapai batas atas, sehingga putaran mesin bertambah sedikit tetapi kecepatan bertambah signifikan.

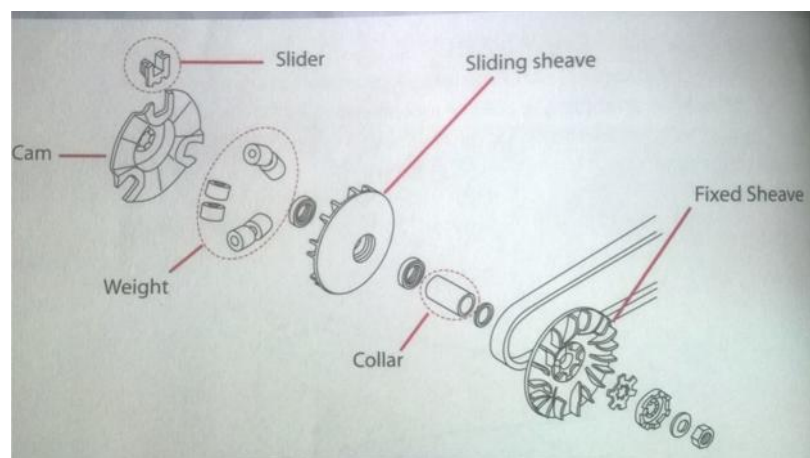


Gambar 10. Grafik Hubungan Kecepatan Motor Terhadap RPM Mesin Sepeda Motor Transmisi Manual

2. Komponen CVT

a. *Primary Sheave*

Primary Sheave atau yang sering disebut puli depan, merupakan puli pengatur rasio karena terdapat pemberat sentrifugal yang merubah-rubah rasio dan sumber tenaga karena menjadi satu dengan poros engkol. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Konstruksi dan Komponen Puli Primer (Acip Setiawan, 2009)

1) *Primary Fixed Sheave*

Puli primer yang tidak dapat bergerak. Berfungsi menahan sabuk untuk tetap pada jalurnya. Sehingga sisi puli ini memiliki penampang miring untuk sabuk dan sisi satunya seperti kipas, untuk mensirkulasikan udara yang berada di dalam CVT.

2) *Primary Sliding Sheave*

Puli primer yang dapat bergerak. Di salah satu sisinya di letakkan *roller weight*, sedangkan sisi lainnya sebagai penampang sabuk. Pergerakan ini bertujuan untuk merubah rasio. Dimulai dari sabuk terjepit lalu bergerak ke luar.

3) *Roller Weight*

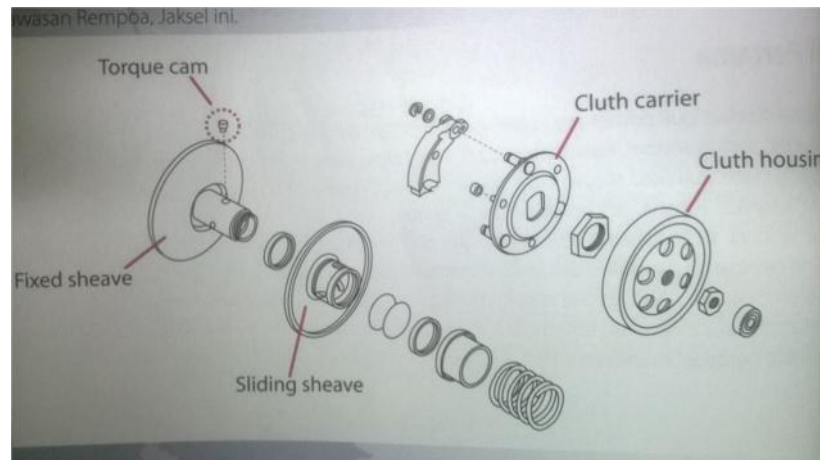
Roller weight merupakan komponen yang sering dijumpai, karena *roller weight* ini fungsinya sebagai pemberat. *Roller weight* akan mendorong *sliding sheave* dengan memanfaatkan gaya sentrifugal yang dialaminya karena putaran mesin.

4) *Slider*

Slider berfungsi untuk menahan *roller weight* agar tidak ke luar saat mengalami gaya setnrifugal yang besar.

b. *Secondary Sheave*

Secondary Sheave merupakan puli belakang yang nantinya akan meneruskan putaran dari puli depan / poros engkol. Berikut komponen puli seperti pada gambar 12.



Gambar 12. Konstruksi dan Komponen Puli Sekunder
(Acip Setiawan, 2009)

1) Kopling

Kopling berfungsi untuk menyambung dan memutuskan putaran mesin ke roda.

2) Per

Per sekunder berfungsi melawan gaya sentrifugal yang dialami oleh *roller weight*, sehingga rasionya dapat berubah dengan cepat menjadi tinggi.

3) *Secondary sliding sheave*

Puli sekunder yang dapat bergerak, fungsi sama dengan *primary sliding sheave*. Tetapi puli sekunder melawan gaya yang dilakukan puli primer oleh *roller weight* menggunakan per, sekaligus untuk menjaga kekencangan sabuk.

4) *Secondary fixed sheave*

Puli sekunder yang tidak dapat bergerak, fungsinya sama dengan *primary fixed sheave* yaitu untuk menahan sabuk.

5) *Pin guide*

Pin guide merupakan tonjolan yang terdapat puli tetap sekunder. Fungsi dari *pin guide* sendiri adalah untuk merubah rasio / menaikkan torsi ketika motor membutuhkan torsi, seperti di tanjakan maupun beban berat.

c. *Belt*

Belt berfungsi sebagai penghubung puli primer dengan puli sekunder untuk meneruskan putaran dari puli primer ke puli sekunder. *Belt* pada transmisi ini menggunakan model gerigi.

d. *Reduction Gear*

Komponen yang satu ini jarang dibongkar-bongkar. Gigi reduksi berfungsi untuk meredam putaran sehingga diciptakan putaran yang ideal. Ruangan gigi reduksi tertutup dan terpisah puli sekunder dan puli primer, dan gigi reduksi membutuhkan pelumasan khusus.

3. Kerusakan Dan Cara Mengatasi

a. *Roller weight* sudah terkikis (tidak silinder)

Gejala yang timbul ialah getaran pada putaran mesin rendah, pada putaran tinggi akan terasa lonjakan. Cara mengatasinya dengan melakukan perawatan rutin berupa pengecekan dan pembersihan setiap 3.000 km dan dianjurkan untuk menggantinya setiap 20.000 km.

b. Kopling habis

Akselerasi motor akan berkurang, karena saat motor mulai berjalan tetapi kampas yang seharusnya menempel pada mangkuk, belum menempel karena telah habis, sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama ataupun tekanan lebih untuk dapat mencengkeram mangkuk kopling. Cara mengatasinya adalah dengan menggantinya dengan yang baru.

c. Mangkuk kopling bermasalah

Motor akan tersendat-sendat ketika mulai berjalan, karena gesekan kampas kopling tidak bisa sempurna. Saat kampas tidak sempurna mencengkrum mangkuk inilah tenaga motor hilang, yang menyebabkan motor tersendat-sendat. Periksa alur gesekan mangkuk dengan kampas kopling, jika sudah tidak beres ganti dengan yang baru.

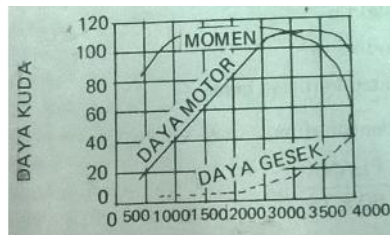
D. Kemampuan Mesin

1. Torsi dan Daya

Torsi atau yang dikenal dengan momen putar adalah kekuatan putar poros engkol untuk menggerakkan kendaraan dan dirumuskan seperti pada persamaan (1). Momen kendaraan disalurkan melalui sabuk, kopling, gigi reduksi dan akhirnya roda. Momen berkaitan efisiensi volumetrik, karena jumlah bahan bakar yang masuk ke dalam silinder akan mempengaruhi gaya dorong piston atau tenaga (Daryanto, 2011).

$$m_p = F_k \times r \quad (1)$$

dimana :
 m_p = momen putar (Nm)
 F_k = gaya tangensial (N)
 r = jari-jari (m)



Gambar 13. Hubungan Momen dan Daya Motor (Wardan Suyanto, 1989)

Daya kuda atau yang lebih dikenal dengan *Horse Power*, adalah energi yang dihasilkan per satuan waktu dengan satuan HP atau Watt. Penemu konsep daya adalah James Watt. Dalam satuan internasional daya dirumuskan seperti pada persamaan (2) (Amien Nugroho, 2005). Gambar 13 menunjukkan grafik hubungan momen dan daya sepeda motor.

$$W = \frac{F \times D}{t} \quad (2)$$

dimana:
 W = Daya (W)
 F = Energi (N)
 D = Jarak (m)
 t = Waktu (s)

Untuk mempermudah diingat, maka diberi satuan daya kuda dalam metrik (*metric horse power*) diberi kode PS (*Pferde Starke*). 1 PS = 0.986 HP = 0.736 KW.

Dalam pengaplikasiannya, daya atau *power* kendaraan bermacam-macam. *Indicated power* adalah daya yang dihasilkan oleh silinder, perhitungan untuk motor 2 tak seperti pada persamaan (3) dan motor 4 tak

seperti pada persamaan (4). *Drawbar power* adalah daya pada *drawbar*. *Friction power* adalah daya yang digunakan untuk mengatasi gesekan-gesekan. *Brake power* adalah daya yang dihasilkan setelah dikurangi gesekan-gesekan (Wowo Sunaryo Kuswana, 2014).

$$IP_{2tak} = \frac{P L A N K}{60} \quad (3)$$

$$IP_{4tak} = \frac{P L A N K}{2 \times 60} \quad (4)$$

dimana :

IP	= <i>Indicated Power</i> (W)
P	= Tekanan (N/m ²)
L	= Langkah Piston (m)
A	= Luas Permukaan Piston (m ²)
N	= Putaran Mesin (rpm)
K	= Jumlah Silinder

Sedangkan untuk menghitung *brake power* dapat dihitung dengan persamaan (5).

$$BP = IP - FP \quad (5)$$

dimana :

BP	= <i>Brake Power</i>
IP	= <i>Indicated Power</i>
FP	= <i>Friction Power</i>

2. Kapasitas Silinder

Volume silinder adalah volume langkah piston dikali luas penampang piston. Perbandingan diameter silinder dengan panjang langkah piston untuk sepeda motor antara 0,8 sampai 1,2. Jika ditinjau dari perbandingan diameter silinder dengan volume silinder dibedakan menjadi tiga (Moch Solikin dan Sutiman, 2005).

- a. *Long Stroke* : panjang langkah piston lebih besar dari diameter silinder.
- b. *Square* : panjang langkah piston sama dengan diameter silinder.
- c. *Over bore* : panjang langkah piston lebih kecil dari diameter silinder.

Perbandingan kompresi adalah perbandingan volume silinder dengan volume kompresi. Perbandingan kompresi motor bensin adalah 6 : 1 sampai 12 :1.

Tabel 1. Hubungan Perbandingan Kompresi Dengan Nilai Oktan (Moch. Solikin dan Sutiman, 2005)

Perbandingan Kompresi	Nilai Oktan
6:1	81
7:1	87
8:1	92
9:1	96
10:1	100
11:1	104
12:1	108

Volume kompresi atau volume ruang bakar adalah volume silinder saat piston berada di TMA dan dapat dihitung dengan persamaan (6).

$$\text{volume kompresi} = \frac{\text{volume langkah}}{\text{perbandingan kompresi}-1} \quad (6)$$

3. Efisiensi

Efisiensi merupakan keuntungan yang dinyatakan dalam sebuah persentase. Sebuah mesin tidak mungkin memiliki tingkat efisiensi 100 persen atau lebih, karena banyak faktor yang mempengaruhinya.

Efisiensi volumetrik adalah efisiensi teoritis yang dihasilkan dari campuran bahan bakar dan udara yang masuk silinder dengan volume

silinder, apabila dirumuskan ke persamaan seperti persamaan (7). Efisiensi volumetrik yang dihasilkan berkisar antara 65% sampai 85%, kecuali menggunakan alat tambahan. Contoh penggunaan alat tambahan tersebut bernama *turbocharger* atau *supercharger*, dengan alat ini efisiensi volumetrik bisa didapatkan hingga 200% .

$$\text{Efisiensi volumetrik} = \frac{\text{campuran}}{\text{volume silinder}} \quad (7)$$

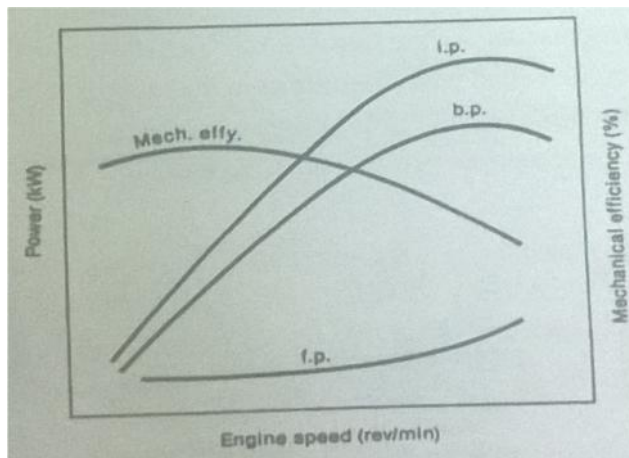
Pemanfaatan panas juga termasuk dalam efisiensi, efisiensi yang dimaksudkan adalah efisiensi termal.

Efisiensi mekanis adalah perbandingan daya efektif motor dibanding daya indikator. Sehingga efisiensi mekanis ini adalah tenaga yang kita manfaatkan dari hasil pembakaran, sebagian lagi tenaga tersebut hilang, terbuang dan berguna untuk meneruskan proses pembakaran agar terjadi berulang-ulang kembali (Wardan Suyanto, 1989) dan dapat dihitung dengan persamaan (8).

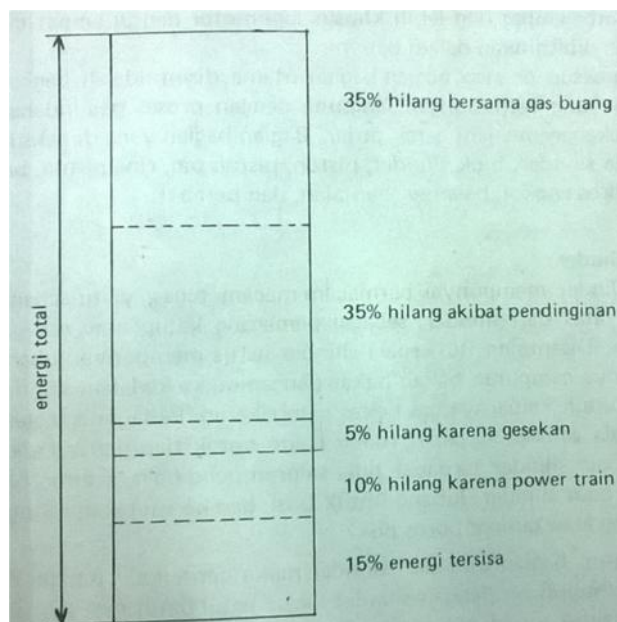
$$\eta_m = \frac{BP}{IP} \times 100\% \quad (8)$$

dimana : η_m = Efisiensi Mekanis
 BP = *Brake Power*
 IP = *Indicated Power*

Hubungan daya indikator, daya rem dan daya gesek dapat digambarkan seperti pada gambar 14.



Gambar 14. Hubungan Daya Dengan Efisiensi Mekanis (Moch Solikin dan Sutiman, 2005)



Gambar 15. Kehilangan Tenaga Dalam Motor (Wardan Suyanto, 1989)

Gambar 15 menunjukkan bahwa hanya sedikit sekali energi yang bisa dimanfaatkan untuk menggerakkan kendaraan karena kerugian yang ada.

E. Dynamometer

Dynamometer merupakan alat yang berfungsi untuk mengetahui tenaga yang dihasilkan oleh sebuah mesin maupun kendaraan berupa grafik torsi, daya dan kecepatan maksimum (Moch Solikin dan Sutiman, 2005).

Jenis *dynamometer* berdasarkan posisi pengukuran sebagai berikut :

1. *Dynamometer chasis* : mengukur daya pada roda kendaraan.
2. *Dynamometer mesin* : mengukur daya pada poros mesin.

Teknik pengukuran *dynamometer* sebagai berikut :

1. *Obsemed power* : pengukuran yang dilakukan tanpa memperhatikan temperatur, tekanan dan kelembapan.
2. *Corrected power* atau *observed power* : pengukuran yang dilakukan dengan memperhatikan temperatur, tekanan dan kelembapan.

F. Pengaruh *Roller Weight* Terhadap Kinerja Motor

Roller weight berada bebas didalam puli depan, sehingga ketika puli depan berputar, *roller weight* menerima gaya sentrifugal. Gaya sentrifugal ini dimanfaatkan untuk mendorong puli bergerak depan (*sliding sheave*). Prinsipnya semakin ringan *roller weight*, semakin cepat pula mendorong *sliding sheave*. Sehingga, rasio pun lebih cepat berubah. Tetapi jika *roller weight* terlalu ringan, gaya dorong terhadap *sliding sheave* akan menjadi kecil. Sehingga untuk mendapatkan torsi dan daya yang tinggi tidak bisa asal mengganti *roller weight* menjadi lebih ringan, harus yang sesuai dengan kemampuan mesin. Cara untuk mencari bobot *roller weight* yang sesuai, dengan melakukan pengujian *dynotest*.

Besar kecilnya gaya dorong *roller weight* berbanding lurus dengan bobot *roller weight* dan putaran mesin. Pada puli sekunder hanya menyesuaikan dengan puli primer, tetapi pada puli sekunder memanfaatkan gaya tekan dari

pegas cvt. Sehingga gaya tekan *roller weight* harus melawan gaya tekan pegas cvt.

Kemampuan kendaraan sangat dipengaruhi oleh kemampuan mesin dan pemilihan rasio, seperti persamaan (9).

$$F = \frac{T_{e(n)} \cdot i_t \cdot i_d}{r} \eta_t \quad (9)$$

F = gaya dorong pada roda (N)

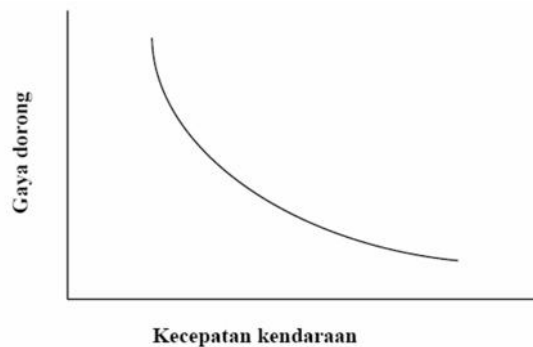
T_e = torsi mesin sebagai fungsi dari kecepatan kendaraan (Nm)

i_t = rasio transmisi

i_d = rasio diferensial akhir

r = radius roda penggerak (m)

η_t = efisiensi transmisi



Gambar 16. Gaya Dorong Yang Dibutuhkan Kendaraan (Sutantra, 2001)

Persamaan (10) gaya dorong *sliding sheave* karena adanya gaya sentrifugal *roller weight*.

$$F_{sh} = \frac{m y_m \omega^2}{\left(\frac{\cos \gamma + \mu_c \sin \gamma}{\sin \gamma - \mu_c \cos \gamma} \right) + \left(\frac{\sin \delta + \mu_b \sin \delta}{\cos \delta - \mu_b \sin \delta} \right)} \quad (10)$$

F_{sh} = gaya axial pada puli bergerak depan karena gaya sentrifugal *roller weight* (N)

μ_b = koefisien gesek antara *roller weight* dengan *slider*

μ_c = koefisien gesek antara *roller weight* dengan *sliding sheave*

m = massa *roller weight* (g)

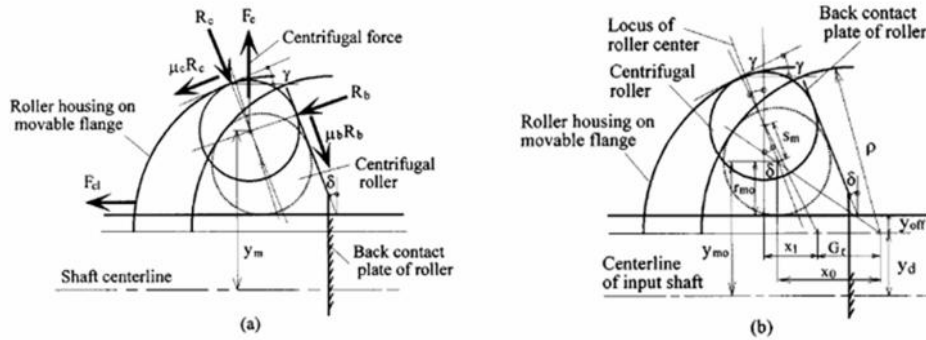
γ = sudut yang terbentuk antara *slider* dengan garis sumbu poros (°)

δ = sudut yang terbentuk antara garis axial dengan titik singgung antara *roller weight* dengan *sliding sheave* (°)

ω = kecepatan sudut masukan (rad / s)

R_c = gaya normal *sliding sheave* (N)

R_b = gaya normal *slider* (N)



Gambar 17. Parameter Kontrol Pada Puli Depan

Persamaan (11) gaya dorong *sliding sheave* karena tekanan pegas

$$F_{vn} = F_p + (K_n \cdot x) \quad (11)$$

F_p = gaya tekan pegas kondisi awal (N)

K_n = konstanta pegas (kg/m)

x = pergeseran arah axial pada puli belakang (m)

Gaya axial *sliding sheave* depan tercipta karena gaya sentrifugal *roller weight*, dan mendapat perlawanan gaya axial *sliding sheave* belakang karena gaya tekan pegas cvt. Ketika kedua gaya seimbang, terjadi *steady state*. Berikut persamaan (12).

$$\begin{aligned} F_{sh} &= -F_{vn} \\ &= -[F_p + (K_n \cdot x)] \end{aligned} \quad (12)$$

BAB III

KONSEP PENGUJIAN

Pengujian variasi bobot *roller weight* pada sepeda motor Yamaha Mio untuk mengetahui torsi dan daya.

A. Analisis Kebutuhan

Pengujian performa sepeda motor ini menggunakan mesin *dynamometer*, yang akan dilakukan di bengkel Mototech yang beralamat di Jalan Ringroad Selatan, Kemasan, Singosaren, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta. Mototech merupakan bengkel di Yogyakarta yang mempunyai alat *dynamometer* dan di bengkel ini sudah sering melakukan pengujian-pengujian *dynotest*, baik untuk balap maupun penelitian. *Dynamometer* merupakan alat uji yang menyerupai penggunaan kendaraan sesungguhnya.

Langkah yang dilakukan sebelum pengujian adalah persiapan, meliputi persiapan kendaraan, persiapan komponen variator dan peralatan bongkar pasang. Pengujian dilakukan sebanyak-sebanyaknya sampai mendapatkan hasil yang terbaik.

B. Implementasi

1. Konsep Pengujian

Sebelum melakukan pengujian dilakukan persiapan sistem CVT, meliputi pengecekan, pembersihan dan perawatan sistem CVT di bengkel *Automotive Training Center (ATC) UNY*. Memasang kembali beberapa

komponen yang telah dibongkar (tutup CVT saja). Karena setelah persiapan CVT, akan dilakukan pengujian performa di bengkel Mototech.

Pengujian performa sepeda motor Mio dilakukan sebanyak empat kali, masing-masing dengan bobot *roller weight* yang berbeda, yaitu *roller weight* 9 g, 10 g, 10,52 g dan 11 g. Konsep pengujian *dynotest* menghasilkan data berupa grafik antara torsi terhadap RPM dan daya terhadap RPM dengan masing-masing grafik terdapat keterangan parameter yang lain seperti nilai torsi, nilai daya dan waktu. Setiap data dibandingkan, terutama disetiap torsi dan daya maksimum, lalu disimpulkan hasilnya.

2. Langkah Kerja Uji *Dynotest*

- a. Melepas *cover-cover* sepeda motor untuk digunakan sebagai pengait antara mesin *dynamometer* dengan kerangka sepeda motor.
- b. Memasang kabel pada kabel busi sebagai sensor putaran mesin
- c. Hidupkan sepeda motor dan gas perlahan-lahan hingga putaran mesin menunjukkan angka 4.000 rpm.
- d. Setelah putaran mesin mencapai 4.000 rpm, buka gas secara penuh.
- e. Melepas gas setelah putaran mesin mencapai 10.000 rpm.
- f. Lakukan sesuai dengan instruksi operator dan kebutuhan data terkait keakuratan data.
- g. Setelah mendapatkan data, data tersebut dicetak.
- h. Ganti *roller weight* dengan bobot yang berbeda, lakukan pengujian seperti di atas.

C. Alat dan Bahan Yang Digunakan

Pengujian variasi bobot *roller weight* dilakukan di atas *dynamometer* yang terdapat pada bengkel Mototech dan menggunakan sepeda motor Mio karburator generasi tiga tahun 2009 (Mio *Smile*).

Berikut spesifikasinya :

Mesin	: 4 langkah sohc
Diameter langkah	: 50.0 x 57.9 mm
Volume silinder	: 113.7 cm ³
Perbandingan kompresi	: 8.8 : 1
Daya maksimum	: 8.02 HP / 8.000 rpm
Torsi maksimum	: 7.4 Nm / 6.500 rpm

Untuk melakukan pengujian tersebut menggunakan alat dan bahan sebagai berikut :

1. Alat Yang Digunakan

Beberapa alat yang digunakan untuk melakukan pembongkaran dan pemasangan CVT dan komponen lain, alatnya sebagai berikut:

- a. Obeng +
- b. Kunci Ring 12
- c. Kunci T10
- d. Kunci T8
- e. *Special Service Tool (Sheave Holder)*
- f. Kunci shock 19
- g. Setang shock

2. Bahan Yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan ada yang berfungsi sebagai pembanding dan ada yang berfungsi sebagai perawatan CVT, bahan-bahannya sebagai berikut :

- a. *Grease Primary dan Secondary Sheave*
- b. *Roller weight 10,52 gram*
- c. *Roller weight 9 gram*
- d. *Roller weight 10 gram*
- e. *Roller weight 11 gram*

D. Rincian Biaya

Rincian biaya yang digunakan untuk pengujian variasi bobot *roller weight* seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Rincian Biaya Pengujian

No	Jenis Pengeluaran	Banyaknya	Harga	Jumlah
1	<i>Roller weight Variasi</i>	3 set	Rp 100.000	Rp 300.000
2	<i>Roller weight Standar</i>	1 set	Rp 72.000	Rp 72.000
3	<i>Grease</i>	1 set	Rp 17.000	Rp 17.000
4	<i>Dynotest</i>	1 jam	Rp 75.000	Rp 75.000
Total Biaya				Rp 464.000

E. Perencanaan Waktu

Dalam pengujian variasi bobot *roller weight* penguji memperkirakan waktu pengujian seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Rencana Waktu Pembuatan Proyek Akhir

Rencana kegiatan	Waktu											
	I				II				III			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Pembuatan Proposal												
Persiapan dan Pelaksanaan Pengujian												
Penyusunan Laporan												
Ujian Proyek Akhir												

BAB IV

PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Pengujian

Proses pengujian variasi bobot *roller weight* dapat dilakukan dengan persiapan yang ringan dan mudah. Persiapan pengujian ini meliputi pengukuran *roller weight*, melepas *cover-cover* dan *footstep* sepeda motor. Pelepasan komponen-komponen bertujuan untuk mempermudah dan mempercepat proses pengujian. Proses pengecekan perawatan pembersihan dilakukan di bengkel ATC UNY pada tanggal 21 Juni 2016. Pengujian variasi bobot *roller weight* dilakukan di atas *dynamometer* Mototech Yogyakarta pada tanggal 22 Juni 2016.



(a)



(b)

Gambar 18. (a) Pengukuran Bobot *Roller Weight*, (b) Pengukuran Dimensi *Roller Weight*

Penggantian *roller weight* melalui beberapa tahap, yaitu :

1. Melepas *cover / cowling* bawah dengan menggunakan obeng.
2. Melepas *footstep* belakang dengan menggunakan kunci kombinasi 12.
3. Melepas tutup / *cover* dan *filter* CVT menggunakan obeng dan kunci 10.
4. Melepas CVT dengan menggunakan kunci T8.

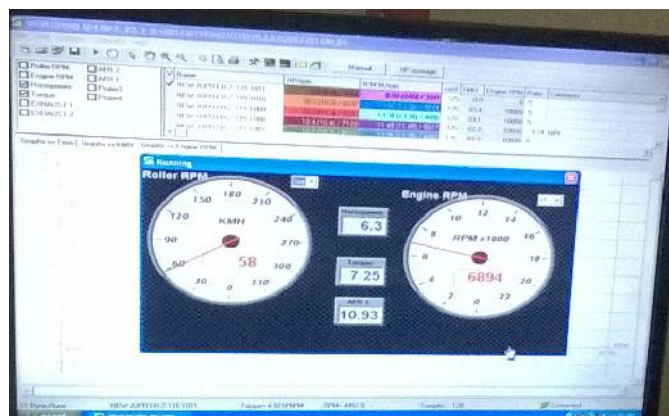
5. Langkah terakhir membuka mur dengan menggunakan kunci soket 19, karena celah yang sempit membuat kunci ring dan kunci pas tidak mampu mencengkram mur dengan penuh. Puli depan merupakan komponen yang dapat berputar, sehingga membutuhkan alat tambahan untuk membuat puli tetap diam, Alat yang digunakan untuk menahan puli depan adalah *special service tool (sheave holder)*

Langkah 1-3 dilakukan di bengkel ATC UNY untuk menghemat waktu saat dilakukan penggantian *roller weight* di Mototech. Pada saat melakukan pembongkaran di ATC terlebih dahulu CVT diservis agar didapatkan data yang akurat. Selain itu, *roller weight* standarnya diganti dengan yang baru karena sudah tidak bulat atau silindris.



Gambar 19. Sepeda Motor Ketika Berada Di Atas *Dynanometer*

Melepas plat nomer beserta *bracket*nya. Melepas *cover* depan dan *cover* tengah, pelepasan *cover* depan ini bertujuan untuk mengikat kendaraan agar dapat berdiri tegak seperti gambar 17, sedangkan *cover* tengah untuk menempalkan penjepit kabel pada kabel busi untuk sensor pada sepeda motor. Lalu operator menyiapkan segala kebutuhan pengujian dan menginput data-data terkait pengujian. Layar pada ruang pengujian *dynotest* akan berubah menjadi seperti gambar 18, layar ini untuk membantu penguji dalam melakukan pengujian *dynotest*. Untuk pengujian sepeda motor *matic*, diawali dengan menyalakan mesin terlebih dahulu. Lalu gas sedikit-sedikit hingga parameter *engine* RPM berada sekitar 4.000 dan parameter *roller* RPM berada sekitar angka 25. Setelah *engine* RPM 4.000 dan *roller* RPM 25, lalu buka gas dengan penuh. Lepas gas setelah mencapai RPM 10.000. Saat itu juga, data pengujian telah didapatkan. Lakukan pengujian tersebut berulang-ulang sesuai dengan instruksi operator, operator akan memberitahukan bahwa data yang didapatkan cukup akurat. Lalu pilih data yang terbaik, dan siap dicetak.



Gambar 20. Layar Pengoperasi *Dynanometer*

B. Hasil

1. Hasil Uji Dynotest

Tabel 4. Hasil Torsi

Putaran Mesin	RPM	Bobot <i>Roller weight</i>			
		9 g	10 g	10.52 g	11 g
Rendah	3000	9.63 Nm	9.36 Nm	8.92 Nm	9.16 Nm
	3250	11.69 Nm	11.35 Nm	11.09 Nm	11.25 Nm
	3351			11.13 Nm	
	3383				11.40 Nm
	3488		11.8 Nm		
	3500	12.35 Nm	11.79 Nm	10.92 Nm	11.28 Nm
	3587	12.45 Nm			
	3750	12.31 Nm	11.56 Nm	10.42 Nm	10.90 Nm
Menengah	4000	12.06 Nm	10.94 Nm	10.17 Nm	10.37 Nm
	4250	11.35 Nm	10.6 Nm	9.9 Nm	9.98 Nm
	4500	10.57 Nm	10.12 Nm	9.73 Nm	9.65 Nm
	4750	10.14 Nm	9.8 Nm	9.4 Nm	9.13 Nm
	5000	9.85 Nm	9.34 Nm	9.01 Nm	9.12 Nm
	5250	9.45 Nm	9.04 Nm	8.76 Nm	8.75 Nm
	5500	9.09 Nm	8.83 Nm	8.61 Nm	8.48 Nm
	5750	8.76 Nm	8.57 Nm	8.39 Nm	8.22 Nm
	6000	8.44 Nm	8.36 Nm	8.17 Nm	8.11 Nm
	6250	8.18 Nm	8.07 Nm	7.93 Nm	7.86 Nm
Tinggi	6500	7.89 Nm	7.88 Nm	7.73 Nm	7.67 Nm
	6750	7.58 Nm	7.52 Nm	7.42 Nm	7.44 Nm
	7000	7.15 Nm	7.34 Nm	7.3 Nm	7.16 Nm
	7250	6.76 Nm	6.9 Nm	6.97 Nm	7.07 Nm
	7500	6.62 Nm	6.7 Nm	6.58 Nm	6.42 Nm
	7750	7.12 Nm	6.36 Nm	6.39 Nm	6.13 Nm
	8000	6.55 Nm	6.24 Nm	6.39 Nm	5.93 Nm
	8250	6.04 Nm	5.98 Nm	5.71 Nm	5.88 Nm
	8500	5.72 Nm	5.56 Nm	5.39 Nm	5.45 Nm
	8750	5.25 Nm	5.26 Nm	5.03 Nm	5.02 Nm
	9000	4.94 Nm	4.88 Nm	4.75 Nm	4.65 Nm
	9250	4.46 Nm	4.43 Nm	4.36 Nm	4.19 Nm

Tabel 5. Hasil Daya

Putaran Mesin	RPM	Bobot <i>Roller Weight</i>			
		9 g	10 g	10.52 g	11 g
Rendah	3000	4.1 hp	4 hp	3.7 hp	3.8 hp
	3250	5.3 hp	5.1 hp	5.1 hp	5.1 hp
	3500	6 hp	5.8 hp	5.4 hp	5.6 hp
	3750	6.4 hp	6.1 hp	5.5 hp	5.7 hp
Menengah	4000	6.8 hp	6.1 hp	5.7 hp	5.8 hp
	4250	6.8 hp	6.3 hp	5.9 hp	6 hp
	4500	6.7 hp	6.4 hp	6.2 hp	6.1 hp
	4750	6.8 hp	6.6 hp	6.3 hp	6.1 hp
	5000	6.9 hp	6.6 hp	6.4 hp	6.4 hp
	5250	7 hp	6.7 hp	6.5 hp	6.5 hp
	5500	7.1 hp	6.9 hp	6.7 hp	6.6 hp
	5750	7.1 hp	6.9 hp	6.8 hp	6.7 hp
	6000	7.2 hp	7.1 hp	6.9 hp	6.9 hp
	6250	7.2 hp	7.1 hp	7 hp	6.9 hp
Tinggi	6500	7.2 hp	7.3 hp	7.1 hp	7.1 hp
	6750	7.2 hp	7.2 hp	7.1 hp	7.1 hp
	7000	7.1 hp	7.3 hp	7.2 hp	7.1 hp
	7086		7.3 hp		
	7140			7.3 hp	
	7213				7.3 hp
	7250	6.9 hp	7.1 hp	7.1 hp	7.3 hp
	7500	7 hp	7.1 hp	7 hp	6.8 hp
	7750	7.8 hp	7 hp	7 hp	6.7 hp
	7824	8 hp			
	8000	7.4 hp	7.1 hp	7.2 hp	6.7 hp
	8250	7.1 hp	7 hp	6.7 hp	6.9 hp
	8500	6.9 hp	6.7 hp	6.5 hp	6.6 hp
	8750	6.5 hp	6.5 hp	6.2 hp	6.2 hp
	9000	6.3 hp	6.2 hp	6.1 hp	5.9 hp
	9250	5.9 hp	5.8 hp	5.7 hp	5.5 hp

2. Hasil Uji Jalan

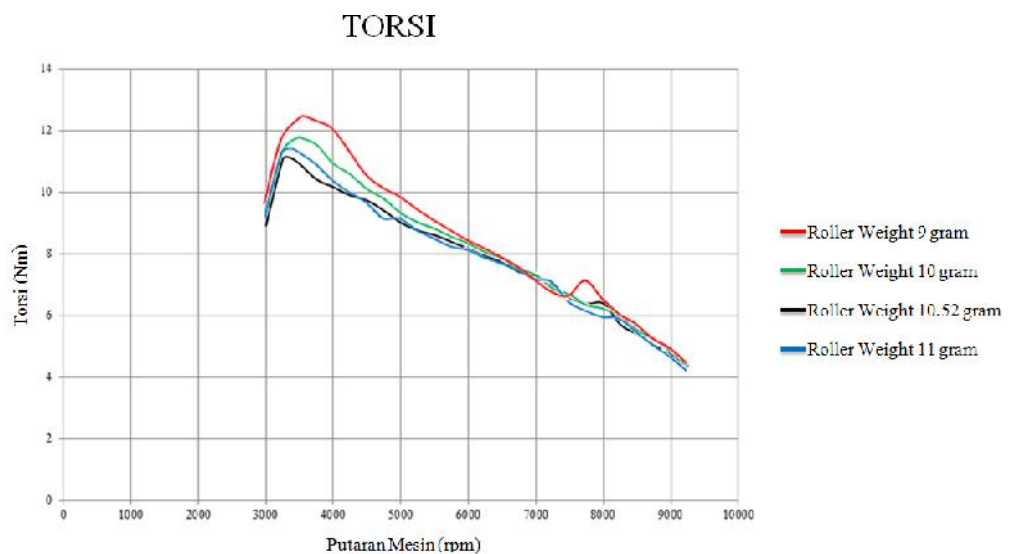
Setelah dilakukan uji jalan, peningkatan yang paling terasa adalah *roller weight* 9 g. Terutama pada putaran tinggi, saat terjadi lonjakan peningkatan daya tersebut membuat motor terasa bertenaga. Tetapi saat

menggunakan *roller weight*, getaran pada motor lebih terasa dibanding menggunakan *roller weight* standar. Pada *roller weight* yang lain, peningkatannya tidak terlalu signifikan. Untuk *roller weight* standar, tetap lebih terasa halus saat digunakan. Sehingga lebih nyaman untuk digunakan.

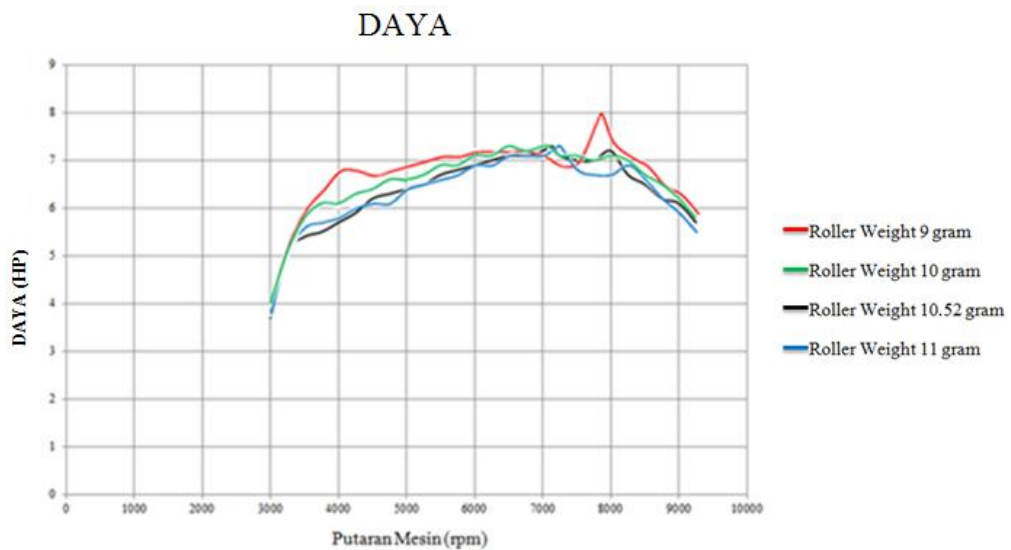
C. Pembahasan

Tabel 6. Nilai Torsi / rpm dan Daya / rpm

Jenis Eksperimen	Torsi / rpm	Daya / rpm
<i>Roller Weight</i> 9 gram	12,45 Nm / 3587 rpm	8 hp / 7824 rpm
<i>Roller Weight</i> 10 gram	11,8 Nm / 3488 rpm	7,3 hp / 7086 rpm
<i>Roller Weight</i> 10,52 gram	11,13 Nm / 3351 rpm	7,3 hp / 7140 rpm
<i>Roller Weight</i> 11 gram	11,40 Nm / 3383 rpm	7,3 hp / 7213 rpm



Gambar 21. Grafik Perbandingan Bobot *Roller Weight* Terhadap Torsi dan Putaran Mesin



Gambar 22. Grafik Perbandingan Bobot *Roller Weight* Terhadap Daya dan Putaran Mesin

Pendapat yang beredar, penggunaan *roller weight* lebih ringan (9 g) dari standar untuk mendapatkan torsi sedangkan penggunaan *roller weight* lebih berat (11 g) untuk mendapatkan daya. Setelah dilakukan pengujian di atas *dynamometer*, terdapat pengaruh dari perubahan bobot *roller weight*. Hasil *dynotest* menunjukkan torsi maksimum dan daya maksimum tertinggi dimiliki oleh *roller weight* yang ringan (9 g).

Dari pengujian performa sepeda motor Mio yang dilakukan di *dynamometer* Mototech didapatkan data seperti di atas. Pengujian performa untuk torsi didapatkan hasil yang berbeda-beda yaitu *roller weight* 9 g (12,45 Nm), 10 g (11,80 Nm), 11 g (11,32 Nm) dan 10,52 g (11,13 Nm). *Roller weight* yang memiliki bobot 9 g merupakan nilai torsi yang tertinggi, walaupun *roller weight* 9 g memiliki torsi tertinggi, tetapi RPM yang dihasilkan oleh *roller weight* 9 g juga tinggi, yaitu 3587 rpm. Sedangkan *roller weight* standar memiliki torsi maksimum pada putaran 3351 rpm, lalu

roller weight 11 g dengan putaran 3383 rpm dan *roller weight* 10 g pada putaran 3488 rpm.

Daya tertinggi dari *roller weight* yang berbobot 10 g, 10,52 g dan 11 g mempunyai hasil yang sama yaitu 7,3 hp. Hanya *roller weight* yang berbobot 9 g saja yang mendapatkan hasil yang tinggi, yaitu 8 hp. Selisih 0,7 hp sudah cukup tinggi untuk penggantian sebuah *roller weight*. Tetapi, hasil untuk *roller weight* bobot 9 g didapatkan pada rpm yang lebih tinggi, dan dapat dilihat pada gambar 20. Bahwa grafik daya yang dihasilkan *roller weight* 9 g memiliki lonjakan yang tinggi sebelum mendapatkan daya terbaik dan tidak seperti bobot *roller weight* yang lainnya.

Jika dilihat pada gambar 19 dan 20, *roller weight* dengan bobot 9 g memang lebih unggul, tetapi grafik yang dihasilkan selalu memiliki lonjakan-lonjakan pada putaran tinggi. Sedangkan *roller weight* yang lain lonjakannya hanya terjadi pada putaran tinggi setelah daya maksimum didapat. Terlihat lonjakan-lonjakan yang terjadi setiap *roller weight*, tetapi lonjakan-lonjakan pada *roller weight* 10 g dan 10,52 g kecil. Sehingga *roller weight* 10 g dan 10,52 g lebih cocok digunakan untuk orang yang ingin belajar motor maupun pemula, karena pergerakan kendaraan cenderung halus.

Pada *roller weight* ringan, *roller weight* akan cepat terlempar / menerima gaya sentrifugal. Sehingga *roller weight* dapat lebih cepat mendorong *sliding sheave*, karena *roller weight* lebih cepat mendorong *sliding sheave*, sehingga sabuk terjepit lebih cepat. Tetapi gaya dorong *roller weight* terhadap *sliding*

sheave kecil. Efeknya, perubahan rasio puli depan dan belakang terjadi lebih cepat.

Roller weight 9 g cocok digunakan di jalan mendatar maupun menanjak dan menurun, karena torsi dan daya yang didapatkan lebih tinggi dari *roller weight* standar. Prinsip kerja *roller weight* hanya mendorong *primary sliding sheave*, sehingga *belt* terjepit dengan *primary fixed sheave*. Karena penampang *belt* bersisi miring. *Belt* bergerak ke sisi terluar dan merubah rasio. *Roller weight* 9 g lebih cepat mendorong *primary sliding sheave* hampir disetiap putaran mesin, karena lebih mudah terlempar dibanding *roller weight* standarnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh setelah melakukan pengujian performa yang dilakukan diatas *dynotest* Mototech, menyimpulkan bahwa :

1. Terdapat pengaruh variasi bobot *roller weight* terhadap torsi sepeda motor Yamaha Mio. Torsi sepeda motor awalnya 11,13 Nm / 3351 rpm. Peningkatan torsi terbesar (1,32 Nm) dimiliki oleh *roller weight* 9 g dengan 12,45 Nm / 3587 rpm, lalu peningkatan berikutnya (0,67 Nm) *roller weight* 10 g dengan hasil 11,8 Nm / 3488 rpm dan yang terakhir adalah (0,23 Nm) *roller weight* 11 g dengan hasil 11,40 Nm / 3383 rpm.
2. Terdapat pengaruh variasi bobot *roller weight* terhadap daya sepeda motor Yamaha Mio. *Roller weight* standar memiliki daya 7,3 hp / 7140 rpm, sedangkan *roller weight* 10 g memiliki daya 7,3 hp / 7086 rpm dan *roller weight* 11 g memiliki daya 7,3 hp / 7213 rpm. Peningkatan hanya terjadi pada *roller weight* 9 g (0,7 hp) dengan daya 8 hp / 7824 rpm.

B. Keterbatasan Pengujian

Subjek yang digunakan saat melakukan uji *dynotest* adalah motor Mio tahun 2009. Sepeda motor tersebut sudah digunakan selama 7 tahun, membuat sepeda motor tersebut sudah tidak fit lagi. Banyak faktor yang mempengaruhi pengujian *dynotest* sepeda motor, seperti sok, ban dan lain-lain yang

mempengaruhi daya cengkeram ban dengan *dynamometer*. Sehingga hasil yang didapatkan tidak seperti yang diharapkan.

Hasil pengujian yang hanya terdapat dua grafik yaitu (torsi dan daya), tidak dilengkapi dengan kecepatan, waktu dan lain-lain. Padahal data-data yang lain mendukung dan mempermudah dalam penyimpulan.

C. Saran

Setelah dilakukan pengujian performa dan melihat keterbatasan maupun kesimpulan yang ada, ada beberapa saran untuk dijadikan pertimbangan :

1. Sebaiknya menggunakan *roller weight* yang lebih ringan 2 g dari standarnya apabila ingin meningkatkan tenaga. Tetapi untuk penggunaan normal tetap dianjurkan untuk menggunakan *roller weight* berbobot standar.
2. Jika ingin menggunakan *roller weight* yang lebih ringan, dapat menggunakan *roller weight original* Yamaha Mio J, karena dimensi *roller weight* Mio karburator sama dengan Mio J. Hanya Berbeda pada bobot *roller weight* tersebut, pada *roller weight* Mio karburator bobotnya 10,52 g, sedangkan pada Mio J bobot nya 9 g. Selisih bobot *roller weight* tersebut (2,48 g) sesuai dengan saran no 1.
3. Jangan mengkombinasikan 2 bobot *roller weight*, karena dapat membuat kerja *roller weight* tersebut tidak seimbang. *Roller weight* ringan lebih mudah terlempar sehingga *roller weight* ringan bekerja terlebih dahulu,

sedangkan *roller weight* berat memiliki kekuatan untuk melawan per CVT saat putaran tinggi sehingga bekerja lebih ekstra.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. (2015). *Apa Itu gaya Sentrifugal? Definisi, Konsep & Penerapannya*. Diambil pada 27 Juni 2016, dari <http://www.amazine.co/26467/apa-itu-gaya-sentrifugal-definisikonsep-penerapannya/>.
- _____. (2009). *Langkah Kerja motor bensin 2 tak*. Diambil pada 27 Juni 2016, dari <http://motomodif-world.blogspot.co.id/2009/01/langkah-kerja-motor-bensin-2-tak.html>
- Acip Setiawan. (2009). *The Secret Of Skutik*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama
- Ahmadeathbat. (2014). *Memperbaiki performa CVT Vario 125*. Diambil pada 28 Juni 2016, dari <https://ahmadeathbat.wordpress.com/2014/10/27/memperbaiki-performa-cvt-vario-125/>
- Amien Nugroho. (2005). *Ensiklopedia Otomotif*. Jakarta : Gramedia Pustaka Umum
- Arantan. (2011). *Belajar dalamnya CVT skutik: roller, variator dan pernya, part 1*. Diambil pada 28 Juni 2016, dari <https://arantan.wordpress.com/2011/04/26/belajar-dalamnya-cvt-skutik-roller-variator-dan-pernya-part-1/>.
- Arantan. (2011). *Belajar dalamnya CVT skutik: roller, variator dan pernya, part 2*. Diambil pada 28 Juni 2016, dari <https://arantan.wordpress.com/2011/04/26/belajar-dalamnya-cvt-skutik-roller-variator-dan-pernya-part-2/>
- Bambang Ruwanto. (2006). *Asas-Asas Fisika*. Jakarta : Yudhistira
- Daryanto. (2011). *Prinsip Dasar Mesin Otomotif*. Bandung : Alfabeta.
- Dian. (2014). *Bingung Memilih Motor? Kita Bahas Disini Perbedaan Dasae Motor Bebek, Motor Matic & Motor Sport*. Diambil pada 30 Juni 2016, dari <http://www.hondacengkareng.com/perbedaan-dasar-motor-bebek-matik-sport/>.
- Eka Yogaswara. (2004). *Motor Bakar Torak SMK*. Bandung : Armico

- Made Dwi Budiana, I Ketut Adi Atmika, dan IDG. Ary Subagia. (2008), *Variasi Berat Roller Sentrifugal Pada Continously Variable Transmission (CVT) Terhadap Kinerja Traksi Sepeda Motor*. Vol 2 No.2. Bali : Universitas Udayana
- Marsudi. (2008). *Teknisi Otodidak Sepeda Motor*. Yogyakarta : Andi
- Moch Solikin, dan Sutiman. (2005). *Mesin Sepeda Motor*. Yogyakarta : PT Pustaka Insan Madani
- Sofan Amri, dan Yayan Setiawan. (2011). *Dasar-Dasar Otomotif*. Jakarta : Prestasi Pustaka
- Sutantra. (2002). *Teknologi Otomotif Teori Dan Aplikasinya*. Surabaya : Guna Widya
- Tarmo Purgana. (2013). *[E-BOOK] : "Transmisi Otomatis Motor Matic / CVT"* Diambil pada 1 Juli 2016, dari <http://automotive-learning-center.blogspot.co.id/2013/01/ebook-transmisi-otomatis-motor-matic.html>
- Tim FT UNY. (2011). *Pedoman Proyek Akhir D3*. Yogyakarta : Tim Penyusun Proyek Akhir Universitas Negeri Yogyakarta
- Wardan Suyanto. (1989). *Teori Motor Bensin*. Jakarta : P2LPTK
- Wawan Setiawan. (2012). *Teknik Praktis Merawat Dan Mereparasi Sepeda Motor Matik*. Bandung : CV Pustaka Grafika
- Wowo Sunaryo Kuswana. (2014). *Peralatan Dasar Kendaraan Ringan*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya
- Yamaha Motor Company. *Petunjuk Service*.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu Bimbingan Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

KARTU BIMBINGAN PROYEK AKHIR /TUGAS AKHIR SKRIPSI

FRM/OTO/04-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : WASETO PURWANTORO
No. Mahasiswa : 11509124063
Judul PAKTAS : PENGARUH BOBOT POLYMER WEIGHT TERHADAP KINERJA SEPEDA MOTOR YAMAHA MID
Dosen Pembimbing : MOCH. SOLIKIN, M. Kes

Bimb. Ke	Hari/Tanggal Bimbingan	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Tanda tangan Dosen Pemb.
1	2-2-2016	BAB I	Pendahuluan karakter jalan & penggunaan	J
2	9-2-2016	BAB I	Pendahuluan latar belakang masalah	J
3	8-3-2016	BAB II	BAB II. Urutan konsep	J
4			Dasar teori dan Kurva manual + EVT	J
5	5-4-2016	BAB III	BAB III. Rancangan	J
6	13-4-2016	BAB IV	BAB IV Interpretasi	J
7			Data	J
8	7-6-2016	BAB V	BAB V Simpulan	J
9	12-7-2016	BAB I-V	Pustaka	J
10	19-7-2016	BAB I-V	Gugup	J

Keterangan :

1. Mahasiswa wajib bimbingan minimal 6 kali
Bila lebih dari 6 kali, Kartu ini boleh dicopy.
2. Kartu ini wajib dilampirkan pada laporan PAKTAS

Lampiran 2. Pengujian *Dynamometer Roller Weight 10,52 gram*

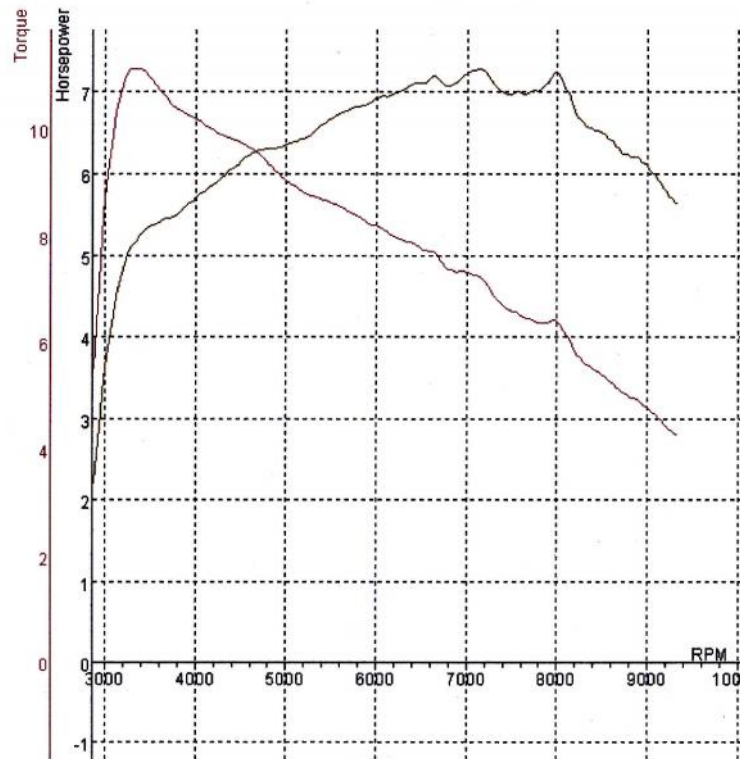


Dyn Centre & Motorcycle Research Support
Jl. Ringroad Selatan, Kramasan, Singosaren,
Banguntapan, Bantul, Yogyakarta.
Tlp : +62 274 65 363 03

SPORTDYNO V3.3
DYNAMOMETER: MOTOTECH RPD
ROLLER INERTIA: 1.446

Displacement Correction
Correction Factor: ISO 1585
NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER.	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
YAMAHA MIO 113 T014	7.3 (7.3) / 7140	11.13 (11.13) / 3351	29.4 °C	74 %	1000.0 mbar	91.1	6/22/2016 10:11:19 AM



DATA FOR TEST: YAMAHA MIO 113 T014

Comments
ROLLER STANDAR

RPM	HP (HP)	HP (N*M*M)	T
2750	2.6	6.33	0.52
3000	3.7	8.92	0.60
3250	5.1	11.09	0.78
3351	5.2	11.13	0.84
3500	5.4	10.92	0.96
3750	5.5	10.42	1.14
4000	5.7	10.17	1.34
4250	5.9	9.90	1.54
4500	6.2	9.73	1.74
4750	6.3	9.40	1.96
5000	6.4	9.01	2.18
5250	6.5	8.76	2.38
5500	6.7	8.61	2.62
5750	6.8	8.39	2.86
6000	6.9	8.17	3.10
6250	7.0	7.93	3.34
6500	7.1	7.73	3.60
6750	7.1	7.42	3.86
7000	7.2	7.30	4.14
7140	7.3	7.22	4.28
7250	7.1	6.97	4.42
7500	7.0	6.58	4.70
7750	7.0	6.39	5.02
8000	7.2	6.39	5.32
8250	6.7	5.71	5.66
8500	6.5	5.39	6.04
8750	6.2	5.03	6.44
9000	6.1	4.75	6.86
9250	5.7	4.36	7.32

LOSSES: 0.0 HP 0.0N*M*M
TOTAL ENGINE: 7.3HP 11.13N*M*M

Lampiran 3. Pengujian *Dynamometer Roller Weight 9 gram*



Dyna Centre C Motorcycle Research Support
Jl. Ringroad Selatan, Kamasan, Singosaren,
Banguntapan, Bantul, Yogyakarta.
Tlp : +62 274 65 363 03

SPORTDYNO V3.3
DYNAMOMETER: MOTOTECH RPD
ROLLER INERTIA: 1.446

Displacement Correction
Correction Factor: ISO 1585
NOTE: Load Cell Included.

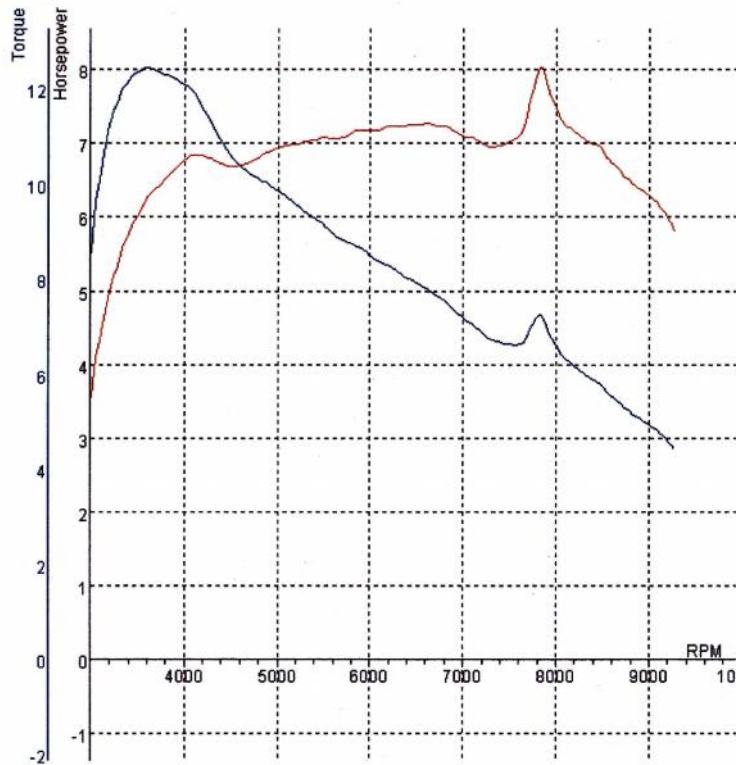
TEST NAME	MAX POWER.	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
YAMAHA MIO 113 T040	8.0 (8.0) / 7824	12.45 (12.45) / 3587	31.4 °C	59 %	1000.0 mbar	90.5	6/22/2016 10:46:07 AM

DATA FOR TEST: YAMAHA MIO 113 T040

Comments
ROLLER 9 GRAM

RPM	HP (HPQ (N*M*M))	T
2750	3.8	9.13
3000	4.1	9.63
3250	5.3	11.69
3500	6.0	12.35
3587	6.2	12.45
3750	6.4	12.31
4000	6.8	12.06
4250	6.8	11.35
4500	6.7	10.57
4750	6.8	10.14
5000	6.9	9.85
5250	7.0	9.45
5500	7.1	9.09
5750	7.1	8.76
6000	7.2	8.44
6250	7.2	8.18
6500	7.2	7.89
6750	7.2	7.58
7000	7.1	7.15
7250	6.9	6.76
7500	7.0	6.62
7750	7.8	7.12
7824	8.0	7.25
8000	7.4	6.55
8250	7.1	6.04
8500	6.9	5.72
8750	6.5	5.25
9000	6.3	4.94
9250	5.9	4.46

LOSSES: 0.0 HP 0.0N*M*M
TOTAL ENGINE: 8.0HP 12.45N*M*M



Lampiran 4. Pengujian *Dynamometer Roller Weight 10 gram*



Dyno Centre & Motorcycle Research Support
 Jl. Ringroad Selatan, Kramasan, Singosaren,
 Banguntapan, Bantul, Yogyakarta.
 Tlp : +62 274 65 363 03

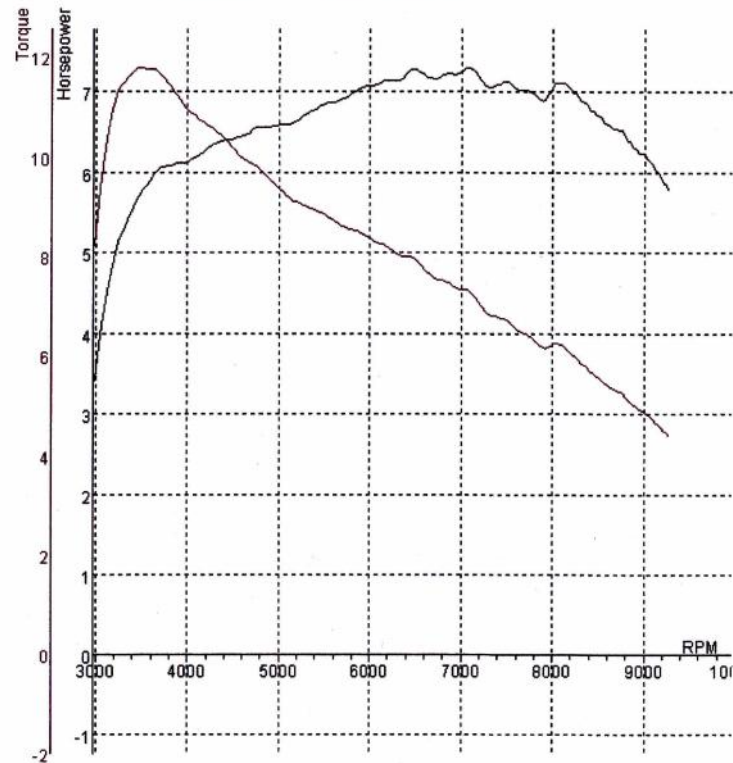
SPORTDYNO V3.3
 DYNAMOMETER: MOTOTECH RPD
 ROLLER INERTIA: 1.446

Displacement Correction
 Correction Factor: ISO 1585
 NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER.	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
YAMAHA MIO 113 T033	7.3 (7.3) / 7086	11.80 (11.80) / 3488	30.9 °C	63 %	1000.0 mbar	90.9	6/22/2016 10:34:57 AM

DATA FOR TEST: YAMAHA MIO 113 T033

Comments
 ROLLER 10 GRAM



RPM	HP (HP)	TQ (N*M*M)	T
2750	3.7	8.83	0.52
3000	4.0	9.36	0.54
3250	5.1	11.35	0.68
3488	5.8	11.80	0.84
3500	5.8	11.79	0.86
3750	6.1	11.56	1.02
4000	6.1	10.94	1.20
4250	6.3	10.60	1.40
4500	6.4	10.12	1.60
4750	6.6	9.80	1.80
5000	6.6	9.34	2.02
5250	6.7	9.04	2.24
5500	6.9	8.83	2.46
5750	6.9	8.57	2.68
6000	7.1	8.36	2.92
6250	7.1	8.07	3.18
6500	7.3	7.88	3.44
6750	7.2	7.52	3.70
7000	7.3	7.34	3.96
7086	7.3	7.30	4.04
7250	7.1	6.90	4.24
7500	7.1	6.70	4.54
7750	7.0	6.36	4.86
8000	7.1	6.24	5.16
8250	7.0	5.98	5.50
8500	6.7	5.56	5.86
8750	6.5	5.26	6.26
9000	6.2	4.88	6.66
9250	5.8	4.43	7.14

LOSSES: 0.0 HP 0.0N*M*M
 TOTAL ENGINE: 7.3HP 11.80N*M*M

Lampiran 5. Pengujian *Dynamometer Roller Weight 11 gram*

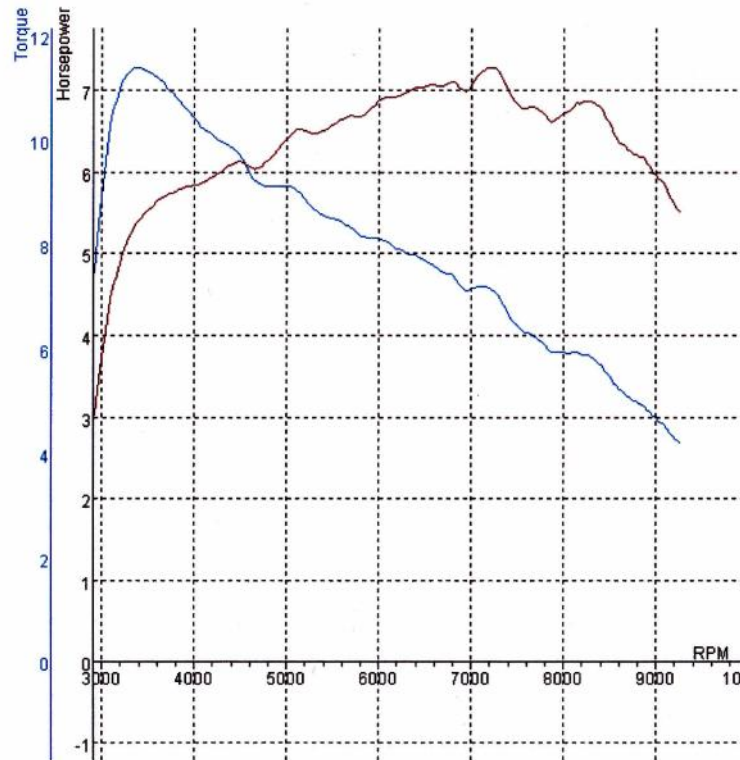


Dyno Centre C Motorcycle Research Support
Jl. Ringroad Selatan, Kemas, Singosaren,
Banguntapan, Bantul, Yogyakarta.
Tlp : +62 274 65 363 03

SPORTDYNO V3.3
DYNAMOMETER: MOTOTECH RPD
ROLLER INERTIA: 1.446

Displacement Correction
Correction Factor: ISO 1585
NOTE: Load Cell Included.

TEST NAME	MAX POWER.	MAX TORQUE	Temp. °C	Humidity %	Pressure	KMH	Date/Time
YAMAHA MIO 113 T021	7.3 (7.3) / 7213	11.40 (11.40) / 3383	30.3 °C	64 %	1000.0 mbar	90.8	6/22/2016 10:21:48 AM



DATA FOR TEST: YAMAHA MIO 113 T021

Comments

ROLLER 11 GRAM

RPM	HP (HP)	Q (N*M)	T
2750	3.3	8.11	0.52
3000	3.8	9.16	0.56
3250	5.1	11.25	0.74
3383	5.4	11.40	0.82
3500	5.6	11.28	0.92
3750	5.7	10.90	1.10
4000	5.8	10.37	1.30
4250	6.0	9.98	1.50
4500	6.1	9.65	1.70
4750	6.1	9.13	1.92
5000	6.4	9.12	2.14
5250	6.5	8.75	2.36
5500	6.6	8.48	2.60
5750	6.7	8.22	2.84
6000	6.9	8.11	3.08
6250	6.9	7.86	3.34
6500	7.1	7.67	3.60
6750	7.1	7.44	3.86
7000	7.1	7.16	4.14
7213	7.3	7.14	4.36
7250	7.3	7.07	4.42
7500	6.8	6.42	4.72
7750	6.7	6.13	5.06
8000	6.7	5.93	5.38
8250	6.9	5.88	5.72
8500	6.6	5.45	6.10
8750	6.2	5.02	6.50
9000	5.9	4.65	6.96
9250	5.5	4.19	7.44

LOSSES: 0.0 HP 0.0N*M*M
TOTAL ENGINE: 7.3HP 11.40N*M*M

Lampiran 6. Bukti Selesai Revisi Proyek Akhir



UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

BUKTI SELESAI REVISI PROYEK AKHIR D3/S1

FRM/OTO/11-00
27 Maret 2008

Nama Mahasiswa : WASKITO PURWANTORO
No. Mahasiswa : 15020241063
Judul PA D3/S1 :
PERSEKUIAN WARNA ROBOT SELLER WEIGHT PADA
SEPEDA MOTOR YAMAHA P10
Dosen Pembimbing : MOCH. SOLUKIN M. Koe.

Dengan ini Saya menyatakan Mahasiswa tersebut telah selesai revisi.

No	Nama	Jabatan	Paraf	Tanggal
1	MOCH SOLUKIN M. Koe	Ketua Penguji		26/3 2006
2	SUKASWANTO M. D.	Sekretaris Penguji		26/3 2006
3	MARTUBI M. D. M.	Penguji Utama		26/3 2006

Keterangan :

1. Arsip Jurusan
2. Kartu wajib dilampirkan dalam laporan Proyek Akhir D3/S1