
Studi Eksperimental Tentang Pengaruh Parameter *Roller* dan Pegas *Continuously Variable Transmission* (CVT) Terhadap Performa Sepeda Motor

Muhammad Farhan Aulia Rahman¹, Wahyu Biantoro¹, Bagiyo Condro Purnomo^{1,2*}, Budi Waluyo²

¹ Department of Automotive Engineering, Universitas Muhammadiyah Magelang, Magelang 56172, Indonesia

² Center of energy for Society and Industry (CESI), Universitas Muhammadiyah Magelang, Magelang 56172, Indonesia

³ Department of Mechanical Engineering, Universitas Muhammadiyah Magelang, Magelang 56172, Indonesia

*email: bagiyo@unimma.ac.id

DOI: 10.31603/benr.v3i2.10722

Abstract

The current development of vehicle transmission technology aims to reduce vehicle energy consumption by increasing its performance. Continuously variable transmission (CVT) is an automatic transmission system that is often used in vehicles today. Meanwhile, replacing CVT rollers and springs can affect transmission efficiency, fuel consumption, and overall vehicle performance. So this research aims to explore the impact of replacing roller and spring components on the CVT on engine performance and confirmed by changes in CVT temperature. This research was carried out using a metic motorcycle, by measuring the performance values of the motorcycle in the form of vehicle torque and power using a dynamometer, apart from that the CVT temperature was also measured. The research results show the potential for increasing Torque and Power by using increased roller mass and spring constants. Apart from that, there is an increase in CVT temperature due to the use of an increased spring constant, this shows the potential for wear.

Keywords: *CVT Transmission; Matic Motorcycle; CVT Rollers; CVT Spring*

Abstrak

Pengembangan teknologi transmisi kendaraan pada saat ini bertujuan untuk mengurangi konsumsi energi kendaraan dengan meningkatkan performanya. *Continuously Variable Transmission* (CVT) merupakan sebuah sistem transmisi transmisi otomatis yang sering digunakan pada kendaraan saat ini. Sementara ini, penggantian roller dan pegas dapat mempengaruhi efisiensi transmisi, konsumsi bahan bakar, dan kinerja keseluruhan kendaraan. Sehingga tujuan penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi dampak penggantian komponen *roller* dan pegas pada CVT tersebut terhadap performa mesin dan dikonfirmasi dengan perubahan temperatur CVT. Penelitian ini dilakukan menggunakan sepeda motor *matic*, dengan mengukur nilai performa sepeda motor berupa

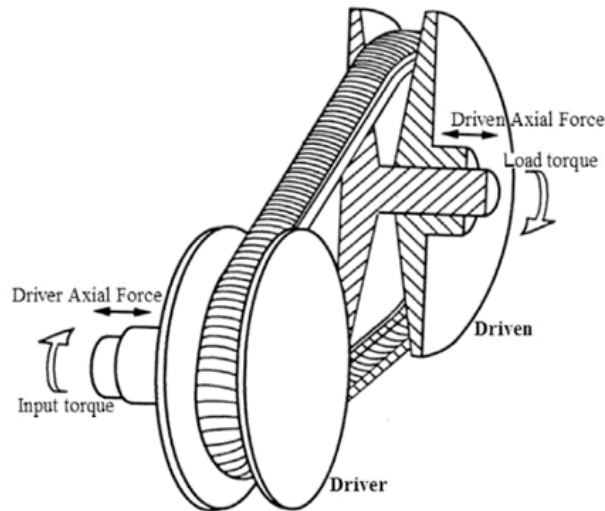
Torsi dan Power kendaraan menggunakan dynamometer, selain itu juga diukur temperatur CVT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada potensi peningkatan Torsi maupun Power meningkat dengan penggunaan massa *roller* dan konstanta pegas yang diperbesar. Selain itu terdapat peningkatan temperatur CVT akibat penggunaan konstanta pegas yang diperbesar, hal ini menunjukkan potensi keausan.

Kata Kunci: Transmisi CVT; Speda Motor *Matic*; *Roller* CVT; Pegas CVT

1. Pendahuluan

Dengan meningkatnya kepedulian sosial ekonomi dan lingkungan, konsumsi energi kendaraan telah menjadi elemen penting dalam perdebatan saat ini tentang pemanasan global. Selama dua dekade terakhir, ada upaya untuk mengembangkan transmisi kendaraan yang bertujuan untuk mengurangi konsumsi energi kendaraan dengan meningkatkan performanya, baik kendaraan roda empat maupun roda dua. Upaya ini merupakan konsekuensi langsung dari meningkatnya kepedulian terhadap lingkungan yang menerapkan arahan pengurangan emisi gas buang dan peningkatan efisiensi kendaraan pada produsen dan pengguna kendaraan saat ini (Srivastava & Haque, 2009);(Shabbir & Evangelou, 2014). *Continuously Variable Transmission* (CVT), merupakan sebuah sistem transmisi transmisi otomatis yang dapat berubah secara halus melalui berbagai rasio gigi efektif yang berkesinambungan. Hal Ini berbeda dengan transmisi konvensional yang menawarkan rasio gigi tetap. Fleksibilitas CVT dengan kontrol yang sesuai dapat memungkinkan poros *input* mempertahankan kecepatan sudut konstan meskipun kecepatan output bervariasi (Wikipedia, 2022)(Ge *et al.*, 2010). CVT secara potensial dapat digunakan dalam berbagai macam aplikasi, terutama pada industri otomotif. Mayoritas kendaraan otomotif yang diproduksi saat ini menggunakan transmisi rasio tetap, yang mengakibatkan mesin tidak beroperasi pada titik optimal setiap saat, sehingga mengurangi efisiensi bahan bakar dan meningkatkan emisi. Sebaliknya, kendaraan yang dilengkapi dengan CVT dapat menawarkan peningkatan kinerja dan penghematan bahan bakar dan emisi mesin yang signifikan, hanya dengan membiarkan mesin kendaraan beroperasi dalam lingkungan efisiensi yang lebih tinggi lebih sering (Boos & Mozer, 1997).

Mekanisme dasar CVT terdiri dari dua puli berdiameter variabel yang dijaga pada jarak tetap dan dihubungkan oleh perangkat transmisi daya seperti sabuk atau rantai. Salah satu *sheaves* pada setiap katrol dapat digerakkan (Harris, 2020). Sabuk/rantai dapat mengalami gerakan radial dan tangensial tergantung pada kondisi pembebanan torsi dan gaya aksial pada puli. Hal ini akibatnya menyebabkan variasi terus menerus dalam rasio transmisi. Katrol pada sisi mesin disebut katrol penggerak dan katrol pada sisi penggerak akhir disebut katrol penggerak. Gambar 1 menggambarkan konstruksi dasar CVT sabuk-V. Pada CVT sabuk-V, torsi disalurkan dari penggerak ke puli yang digerakkan melalui aksi dorongan elemen sabuk. Karena ada gesekan elemen sabuk, dan puli akan mentransmisikan torsi. Oleh karena itu, terdapat kombinasi aksi dorong-tarik pada sabuk yang memungkinkan transmisi torsi pada sistem CVT sabuk-V.



Gambar 1. Konstruksi Belt-CVT (Srivastava & Haque, 2009).

Sistem CVT sabuk masuk dalam kategori penggerak *friction-limited* karena kinerja dinamis dan kapasitas torsiya sangat bergantung pada karakteristik gesekan bidang kontak antara sabuk dan katrol/puli. Berbagai penelitian telah dilakukan pada berbagai aspek CVT, misalnya, CVT yang menggunakan sabuk-V dari karet telah berhasil diterapkan pada banyak sistem mekanis untuk meningkatkan kinerja secara keseluruhan, terutama pada kendaraan berdaya rendah, seperti skuter dan mobil salju, serta pada kendaraan segala medan (Zhu *et al.*, 2010). Penelitian lain dengan mengusulkan kerangka kerja kontrol komprehensif yang optimal untuk memaksimalkan efisiensi transmisi *powertrain* dan penghematan bahan bakar pada transmisi CVT. Penelitian ini menghasilkan pengontrol komprehensif dapat meningkatkan efisiensi transmisi sebesar 8,92%, dan mengurangi konsumsi bahan bakar sebesar 4,9% (Liu *et al.*, 2020).

Sementara itu, sistem transmisi pada kendaraan khususnya CVT memiliki peran sentral dalam mengatur karakteristik kurva mesin. *Roller* dan pegas pada CVT adalah dua komponen yang memainkan peran penting dalam proses perpindahan daya dari mesin ke roda (Zhu *et al.*, 2010). Salah satu keluhan utama pada CVT sebelumnya adalah selip pada *drive belt* atau *roller*. Hal ini disebabkan karena penggerak gesekan secara inheren rentan tergelincir, terutama pada torsi tinggi. Selama bertahun-tahun, solusi sederhana untuk masalah ini adalah dengan membatasi penggunaan CVT hanya pada mobil dengan mesin torsi yang relatif rendah (Ariyono *et al.*, 2021).

Roller ditempatkan di dalam *grove* di bagian puli *input*. *Roller* ini dapat bergeser ke dalam dan keluar dalam respons terhadap perubahan diameter puli. Saat *roller* bergeser ke dalam atau ke luar tersebut, menghasilkan perubahan posisi sabuk atau rantai di antara puli *input* dan puli *output*. *Roller* memiliki peran kunci dalam mengoptimalkan gesekan. Ketika mesin memerlukan lebih banyak daya, *roller* bergerak ke dalam dan meningkatkan tekanan pada sabuk, sehingga meningkatkan gesekan dan transfer daya. Penggantian roller dan pegas dapat mempengaruhi efisiensi transmisi, konsumsi bahan bakar, dan kinerja keseluruhan kendaraan. Sementara itu, pegas pada puli *output*, yang juga disebut puli penyalur atau puli sekunder, memiliki peran yang cukup penting dalam mengatur dan menjaga tegangan pada sabuk atau rantai. Pegas ini berperan dalam mengoptimalkan perubahan perbandingan transmisi dan memastikan transfer daya yang efisien. Dengan demikian, perubahan pada *roller* dan

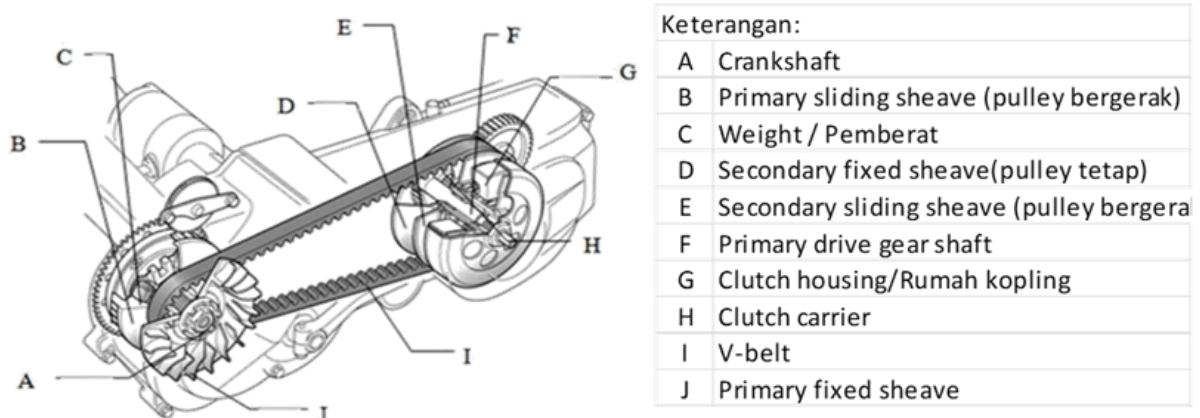
pegas CVT dapat menjadi langkah strategis dalam mengoptimalkan karakteristik kurva mesin kendaraan (Zhang & Mi, 2018).

Selain itu efisiensi CVT secara umum dibatasi oleh hilangnya daya pada sabuk. Dimana efisiensi CVT akibat dari kerugian geser gesekan, histeresis, dan kerugian gesekan akibat pengikatan/pelepasan sabuk (Wurm *et al.*, 2016);(Bertini *et al.*, 2014). Kerugian daya tersebut sebagian diubah menjadi energi panas. Akibat meningkatnya temperatur sabuk dan CVT maka akan mengurangi umur produk. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengeksplorasi dampak penggantian komponen *roller* dan pegas pada CVT tersebut terhadap performa mesin dan dikonfirmasi dengan perubahan temperatur CVT.

2. Metode

2.1. Sistem Transmisi CVT (*Countinously Variabel Transmission*)

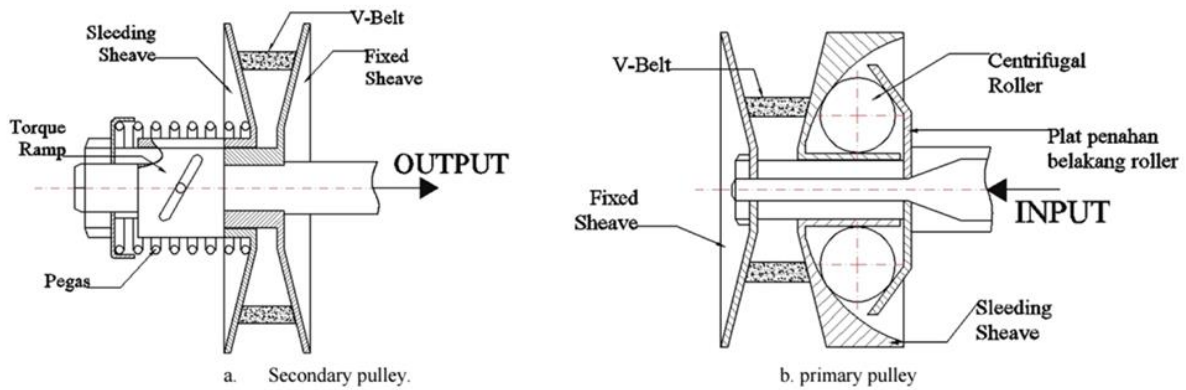
Sistematika CVT pada sepeda motor terdiri dari komponen-komponen utama seperti puli primer (*driver pulley*) dan puli sekunder (*driven pulley*) yang dihubungkan dengan V-belt. Bagian-bagian CVT pada sepeda motor ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Komponen-komponen Transmisi Otomatis (CVT)(Subagya & Atmika, 2009).

Drive Pulley/Primary Pulley merupakan komponen yang berfungsi mengatur kecepatan sepeda motor berdasar gaya sentrifugal dari *roller*. Akibat gaya sentrifugal ini *roller* mendorong *primary sliding sheave* untuk menyempit sehingga diameter *drive gear* menjadi lebih besar, sehingga diameter menjadi lebih besar. Karena panjang V *belt* tetap, maka pembesaran diameter pada *drive gear* memaksa diameter pada *driven gear* menjadi mengecil. Hal ini membuat perbandingan gigi lebih kecil, sehingga putaran pada *driven gear* menjadi lebih cepat.

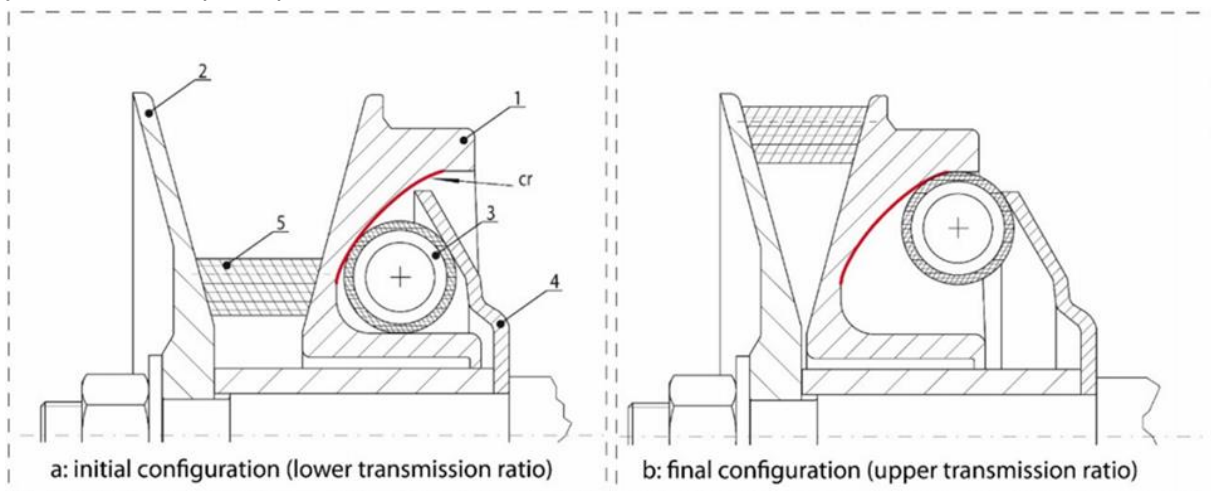
Besar kecilnya gaya tekan *roller* sentrifugal terhadap *sliding sheave* ini berbanding lurus dengan berat *roller* sentrifugal dan putaran mesin. Semakin tinggi putaran mesin semakin besar pula gaya dorong dari *roller* sentrifugal terhadap *sliding sheave* sehingga semakin besar juga diameter dari puli primer tersebut. Sedangkan pada puli sekunder pergerakan puli diakibatkan oleh tekanan pegas, puli sekunder ini hanya mengikuti gerakan sebaliknya dari puli primer, jika puli primer membesar maka puli sekunder akan mengecil, begitu sebaliknya seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Pulley primer dan pulley sekunder sistem CVT.

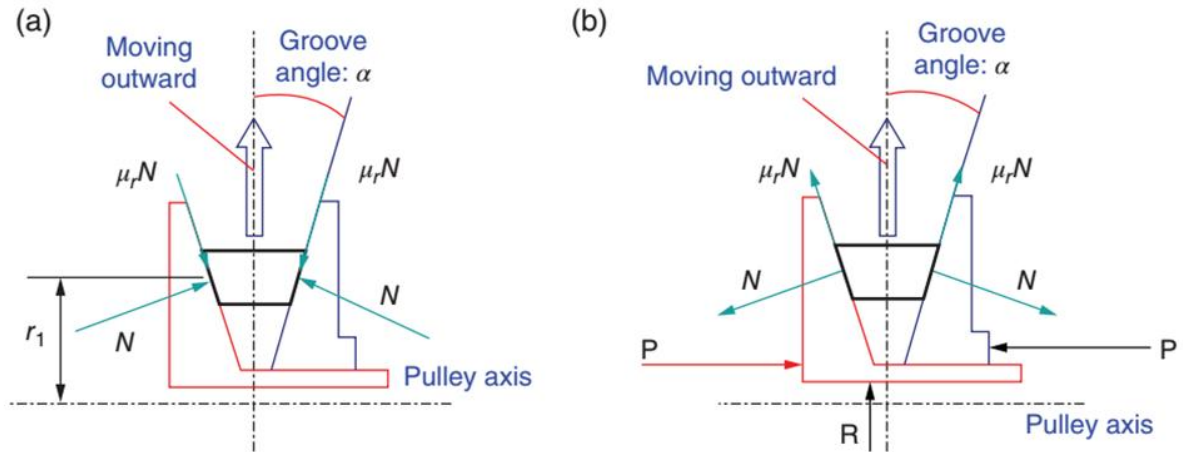
2.2. Analisa Gaya yang Bekerja pada Komponen CVT Akibat Roller dan Pegas CVT

Ketika mesin berputar pada roller sentrifugal bekerja gaya sentrifugal yang menekan sleeding driver puli. Akibat aksi gaya sentrifugal, roller dipaksa oleh *fixed sheave* untuk bergerak pada jalur melengkung yang menghasilkan gaya aksial yang menggerakkan setengah katrol yang dapat digerakkan sepanjang sumbunya menuju *fixed sheave*. Gambar 4.a menunjukkan rasio transmisi kecil yaitu ketika kecepatan putar masih rendah, sedangkan Gambar 4.b menunjukkan rasio transmisi tinggi, yaitu ketika kecepatan putar besar.



Gambar 4. Tampilan skema roller mendorong katrol penggerak.

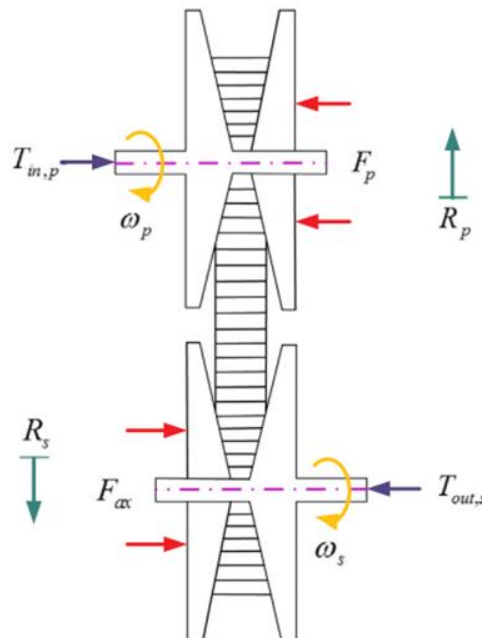
Kecepatan mesin meningkat sehingga gaya sentrifugal yang bekerja pada roller cukup untuk menggerakkan setengah katrol sepanjang porosnya; sabuk mencapai diameter *pitch* pada puli depan tergantung pada kondisi pengoperasian kendaraan. Pergerakan sabuk tersebut akan mengakibatkan terjadinya gaya gesekan antara katrol dan sabuk. Gaya kontak normal dan gaya gesekan radial yang bekerja pada blok logam ditunjukkan pada Gambar 5.a pada bagian aksial katrol *input* ketika sabuk logam bergerak ke luar. Gaya-gaya ini diterapkan secara simetris pada setiap sisi blok logam. Gaya kontak normal dan gaya gesekan radial yang bekerja pada dua berkas gandum katrol input ditunjukkan pada Gambar 5.b. Gaya dorong P diterapkan masing-masing pada dua piringan di sepanjang arah aksial. Untuk movable sheaves dari dua katrol, gaya dorong P diterapkan oleh pegas.



Gambar 5. Diagram benda bebas yang bekerja pada balok logam dan katrol.

Torsi ditransmisikan dari puli penggerak ke puli yang digerakkan, sehingga Keseimbangan gaya sangat bergantung pada kondisi pengoperasian transmisi itu sendiri (kecepatan kendaraan bermotor, torsi mesin, kecepatan putaran mesin) dan kondisi beban (berat pengemudi dan penumpang, kemiringan jalan, akselerasi yang diperlukan dan lain-lain.).

Ditunjukkan pada Gambar 6 adalah diagram skema struktur CVT. $T_{in,p}$, dan $T_{out,s}$, masing-masing adalah torsi yang bekerja pada katrol primer dan sekunder. ω_s adalah kecepatan sudut katrol sekunder; F_p dan F_{ax} adalah gaya penjepit aksial yang bekerja pada katrol primer dan sekunder; R_p dan R_s berturut-turut adalah jari-jari kerja katrol primer dan sekunder.



Gambar 6. Diagram skema struktur CVT(Meulen, 2010).

Dari teori gesekan sabuk CVT(Liu *et al.*, 2020):

$$F_t = \frac{T_{in,p}}{2R_p} \quad (1)$$

$$F_n = \frac{F_t}{\mu} \quad (2)$$

Dari persamaan (1) dan (2)

$$F_n = \frac{T_{in.p}}{2R_p\mu} \tag{3}$$

$$F_{ax} = F_n \cos \lambda \tag{4}$$

Dari persamaan (1) dan (2)

Dimana: F_t adalah gesekan antara sabuk logam dan katrol primer; F_n adalah gaya penjepit vertikal pada permukaan ujung katrol primer; μ adalah faktor gesekan antara sabuk logam dan katrol; λ adalah sudut vertikal antara kerucut generatrix dan sumbu katrol.

2.3. Set Up Penelitian

Dinamometer *chassis* sepeda motor yang digunakan dalam proyek penelitian ini yang diproduksi oleh Perusahaan Bintang Racing Team (BRT) yaitu mesin Super Dyno 50L, power hingga 100 HP, dilengkapi dengan kipas pendingin udara yang kuat dapat membuat dinamometer memiliki efek pendinginan yang lebih baik. Untuk pengujian roller inersia dilengkapi dengan lapisan anti-selip *tungsten karbida* untuk membuat ban tidak mudah tergelincir. [Gambar 7](#) merupakan pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini untuk mengetahui karakteristik kinerja CVT dengan penggunaan variabel massa *roller* dan pegas CVT.



Gambar 7. Diagram peralatan uji mesin tenaga sasis lokomotif.

Eksperimen ini menggunakan Honda BeAT PGM FI 110cc 2017, [Tabel 1](#) sampai [Tabel 3](#) tentang spesifikasi media yang digunakan dalam penelitian.

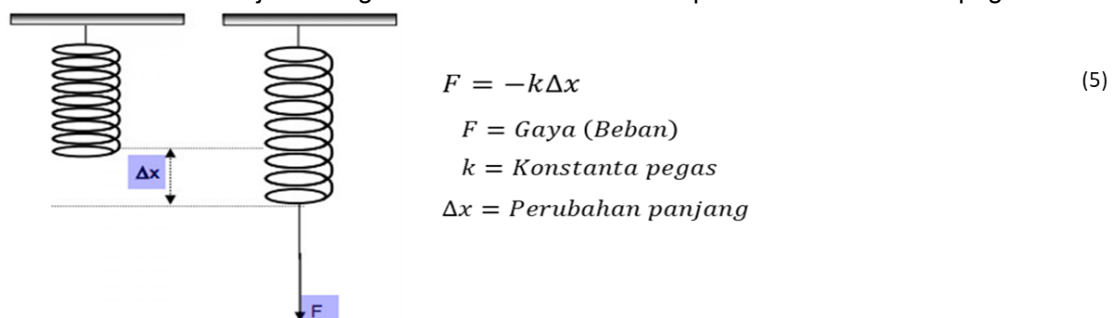
Tabel 1. Spesifikasi Media Penelitian.

NO	Kriteria	Spesifikasi
1.	Tipe mesin	4-langkah, SOHC dengan pendinginan udara
2.	Diameter X Langkah	50 x 55,1 mm
3.	Volume Langkah	108,2 cm ³

Terusan Tabel 1.

NO	Kriteria	Spesifikasi
4.	Tipe mesin	4-langkah, SOHC dengan pendinginan udara
5.	Diameter X Langkah	50 x 55,1 mm
6.	Volume Langkah	108,2 cm ³
7.	Rasio kompresi	9,5 : 1
8.	Daya Maksimum	6.38 kW (8.68 PS) / 7.500 rpm
9.	Torsi Maksimum	9,01 Nm (0,92 kgf.m) / 6.500 rpm
10.	Tipe Kopling	Otomatis, sentrifugal, tipe kering
11.	Sistem Bahan Bakar	Injeksi (PGM-FI)
12.	Tipe Transmsi	Otomatis, V-Matic
13.	Sistem Pengapian	Full Transisterized, Baterai

Penelitian ini dilakukan untuk mencari nilai performa mesin (Power dan Torsi) dengan verifikasi kesetimbangan energi melalui temperatur CVT. Tahap pertama menentukan nilai besarnya nilai konstanta pegas sebagai salah satu variabel penelitian. Tahap kedua mencari nilai power dan torsi, tahap ketiga mencari temperatur CVT sebagai fungsi keseimbangan energi dalam transmisi CVT. Konstanta pegas ditentukan dengan menggunakan Hukum Hooke, dengan menggunakan beban 15 kg, setelah itu diukur berapa perubahan panjang pegas CVT, kemudian ditentukan nilai Konstanta pegas. Gambar 8 berikut menunjukkan bagaimana mekanisme mendapatkan nilai konstanta pegas.



Gambar 8. Mekanisme penentuan konstanta pegas CVT.

Tabel 2. Nilai Konstanta Pegas.

NO.	Pegas	Nilai Konstanta Pegas
1.	K1	3,58 N/mm (standar)
2.	K1	4,45 N/mm

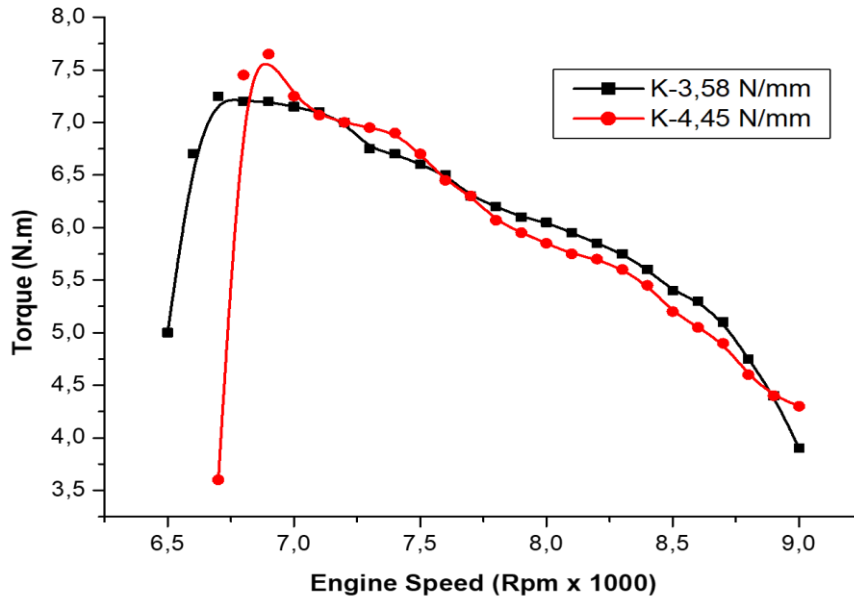
Tabel 3. Spesifikasi Roller.

NO	Massa Roller (gram)	Diameter Luar (cm)	Diameter Dalam (cm)
1.	9	1,91	1,25
2.	13 (standar)	1,91	0,81
3.	15	1,91	0,7

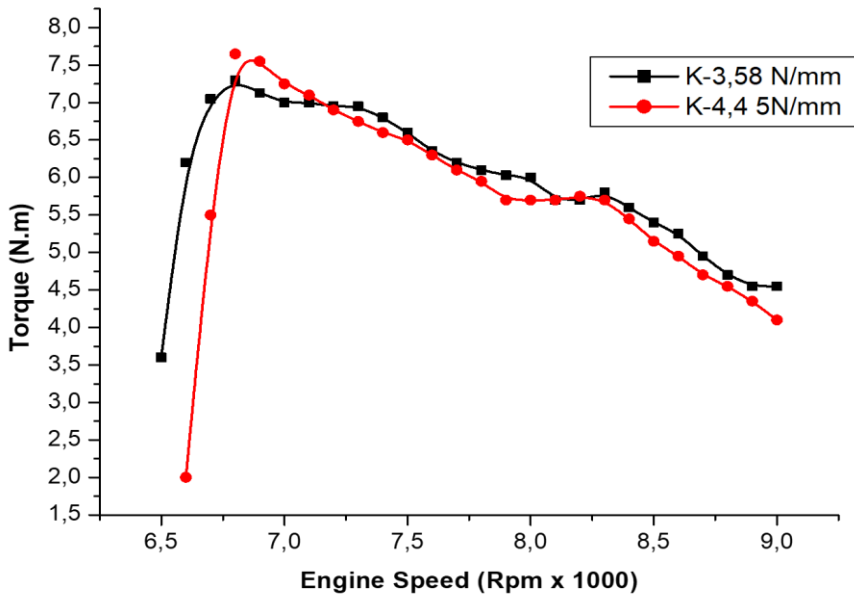
3. Hasil dan pembahasan

3.1. Torsi

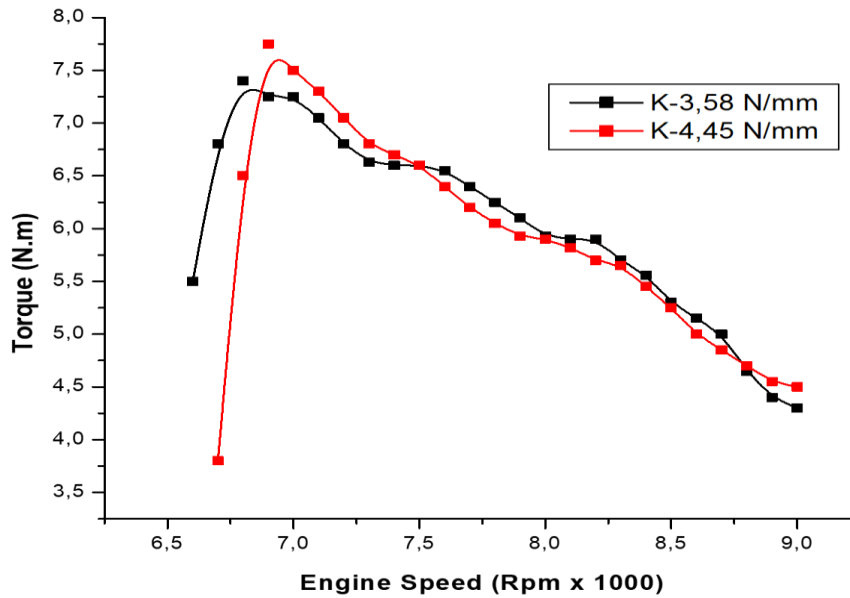
Gambar 9 sampai Gambar 11 menunjukkan nilai torsi sepeda motor *matic* menggunakan beberapa massa *roller* dari 9 Gram, 13 Gram dan 15 Gram, dengan variasi konstanta pegas sebesar 3,58 N/mm dan 4,45 N/mm.



Gambar 9. Nilai Torsi Sepeda Motor *Matic* pada massa *roller* 9 Gram untuk beberapa nilai konstanta pegas.

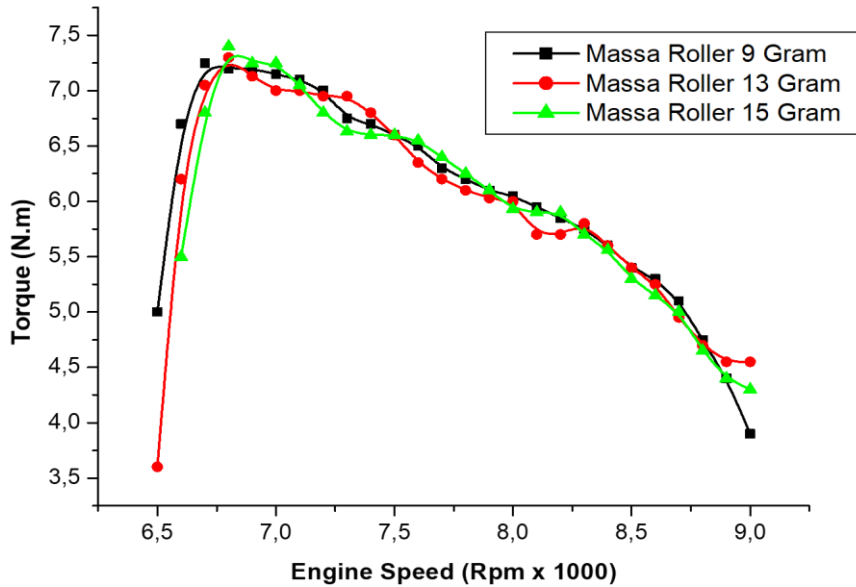


Gambar 10. Nilai Torsi Sepeda Motor *Matic* pada massa *roller* 13 Gram untuk beberapa nilai konstanta pegas.

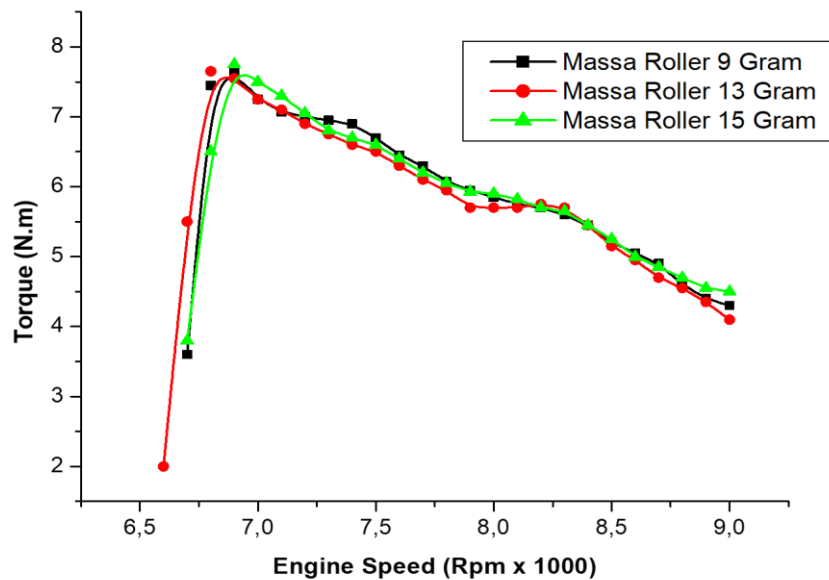


Gambar 11. Nilai Torsi Sepeda Motor *Matic* pada massa *roller* 15 Gram untuk beberapa nilai konstanta pegas.

Pada massa *roller* 9 Gram, nilai Torsi maksimum terjadi untuk konstanta pegas standar (3,58 N/mm) sebesar 7,25 N.m dan tercapai pada kecepatan putar mesin 6700 rpm, hal tersebut lebih kecil dari nilai yang dicapai untuk konstanta pegas 4,45 N/mm yaitu sebesar 7,65 N.m pada 6900 rpm, terlihat pada Gambar 12. Sementara itu dari Gambar 13 menunjukkan penggunaan massa *roller* 13 Gram (standar) memberikan nilai Torsi maksimum tercapai menggunakan konstanta pegas 4,45 N/mm sebesar 7,65 N.m pada 6800 rpm, hal ini lebih besar dibandingkan menggunakan konstanta pegas 3,58 N/mm (standar) sebesar 7,3 N.m pada 6800 rpm. Selanjutnya untuk massa *roller* 15 Gram memberikan nilai Torsi sebesar 7,75 N.m dengan kecepatan putar 6900 rpm dengan konstanta pegas 4,45 N/mm, sementara pada konstanta pegas 3,58 N/mm (standar), nilai Torsi 7,4 N.m pada 6800 rpm. Dari data hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa dengan konstanta pegas lebih tinggi akan memberikan efek Torsi yang lebih kuat dari pada konstanta yang lebih rendah. Hal tersebut bisa dianalisa bahwa kekuatan pegas memberikan gaya tekan ke *sliding sheave* puli *output* pada saat perbandingan transmisi meningkat, saat itu gaya penjepit aksial yang bekerja pada katrol sekunder meningkat sehingga transfer energi menjadi lebih efektif yang pada akhirnya akan meningkatkan Torsi mesin.



Gambar 12. Nilai Torsi Sepeda Motor Matic pada konstanta pegas 3,58 N/mm untuk beberapa massa roller.



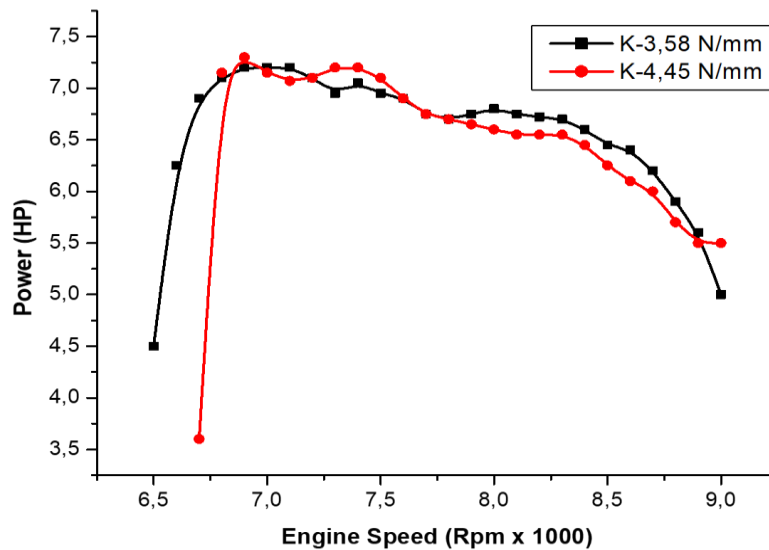
Gambar 13. Nilai Torsi Sepeda Motor Matic pada konstanta pegas 4,45 N/mm untuk beberapa massa roller.

Gambar 12 dan Gambar 13 menunjukkan besarnya Torsi sepeda motor *matic* dengan variasi massa roller, yaitu 9 Gram, 13 Gram dan 15 Gram pada konstanta pegas berbeda yaitu 3,58 N/mm (standar) dan 4,45 N/mm. Terlihat bahwa nilai torsi meningkat dengan penggunaan massa roller yang diperbesar massanya. Torsi maksimal sebesar 7,4 N.m tercapai pada putaran mesin 6800 rpm dengan massa roller 15 Gram, sedangkan untuk massa roller 13 Gram (standar) sebesar 7,3 N.m pada kecepatan putar 6800 rpm sementara massa roller 9 Gram adalah 7,25 N.m pada 6700 rpm, dengan menggunakan konstanta 3,58 N/mm (standar). Untuk konstanta pegas 4,45 N/mm juga terjadi fenomena yang sama bahwa massa roller yang lebih tinggi mendapatkan nilai Torsi yang lebih tinggi, yaitu 7,75 N.m dengan massa 15 Gram, 7,65 untuk massa roller 13 Gram (standar) dan 7,65 N.m pada

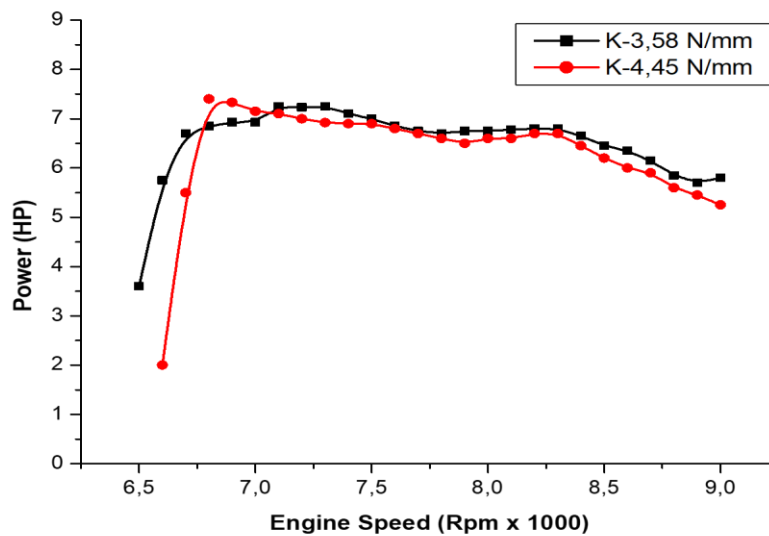
massa *roller* 9 Gram. Fenomena tersebut dapat dianalisa bahwa dengan massa *roller* yang lebih tinggi akan memberikan gaya sentrifugal yang besar. Gaya sentrifugal tersebut akan memberikan efek gaya dorong lebih besar pada *sliding sheave* sehingga akan mengakibatkan gaya gesek yang besar antara katrol dengan sabuk. Dengan meningkatnya gaya gesek tersebut meningkatkan keefektifan transmisi energi dari puli *input* ke puli *output*, yang pada akhirnya dapat meningkatkan torsi mesin yang diterapkan pada roda kendaraan.

3.2. Power

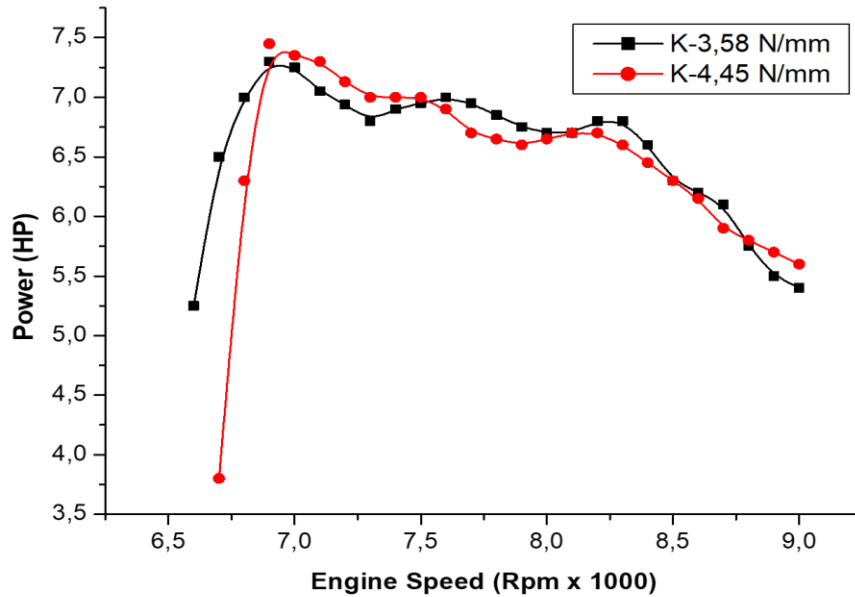
Gambar 14 sampai Gambar 16 menunjukkan nilai Power sepeda motor *matic* menggunakan beberapa massa *roller* dari 9 Gram, 13 Gram dan 15 Gram, dengan variasi konstanta pegas sebesar 3,58 N/mm (standar) dan 4,45 N/mm.



Gambar 14. Nilai Power Sepeda Motor Matic pada massa *roller* 9 Gram untuk beberapa nilai konstanta pegas.



Gambar 15. Nilai Power Sepeda Motor Matic pada massa *roller* 13 Gram untuk beberapa nilai konstanta pegas.



Gambar 16. Nilai Power Sepeda Motor *Matic* pada massa *roller* 15 Gram untuk beberapa nilai konstanta pegas.

Pada massa *roller* 9 Gram, nilai Power maksimum terjadi untuk konstanta pegas 3,58 N/mm (standar) sebesar 7,2 Hp dan tercapai pada kecepatan putar mesin 6900 rpm, hal tersebut lebih kecil dari nilai yang dicapai untuk konstanta pegas 4,45 N/mm yaitu sebesar 7,3 Hp pada 6900 rpm, terlihat pada Gambar 17. Sementara itu dari Gambar 18 menunjukkan penggunaan massa *roller* 13 Gram memberikan nilai Power maksimum tercapai menggunakan konstanta pegas 4,45 N/mm sebesar 7,4 Hp pada 6800 rpm, hal ini lebih besar dibandingkan menggunakan konstanta pegas 3,58 N/mm (standar) sebesar 7,25 Hp pada 7100 rpm. Selanjutnya untuk massa *roller* 15 Gram memberikan nilai Torsi sebesar 7,45 Hp dengan kecepatan putar 6900 rpm dengan konstanta pegas 4,45 N/mm, sementara pada konstanta pegas 3,58 N/mm (standar), nilai Power 7,3 Hp pada 6900 rpm (Gambar 17). Dari data hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa dengan konstanta pegas lebih tinggi akan memberikan efek Power yang lebih kuat dari pada konstanta yang lebih rendah. Hal tersebut bisa dianalisa bahwa kekuatan pegas memberikan gaya tekan ke *sliding sheave* puli output pada saat perbandingan transmisi meningkat, saat itu gaya penjepit aksial yang bekerja pada katrol sekunder meningkat sehingga transfer energi menjadi lebih efektif yang pada akhirnya akan meningkatkan Torsi mesin. Dengan besar nilai Torsi meningkat dengan persamaan (6) berikut menyatakan bahwa Power juga akan meningkat.

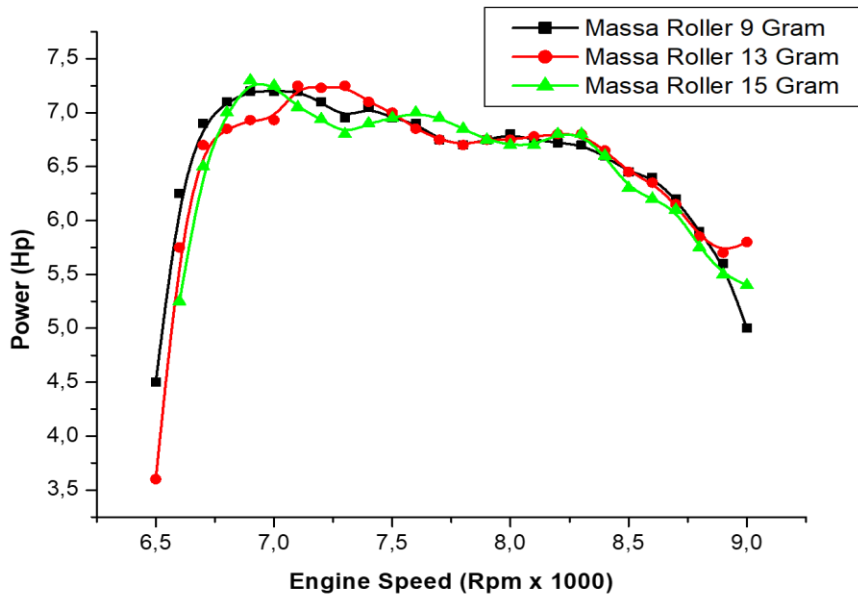
$$P = n \cdot T \tag{6}$$

Dimana:

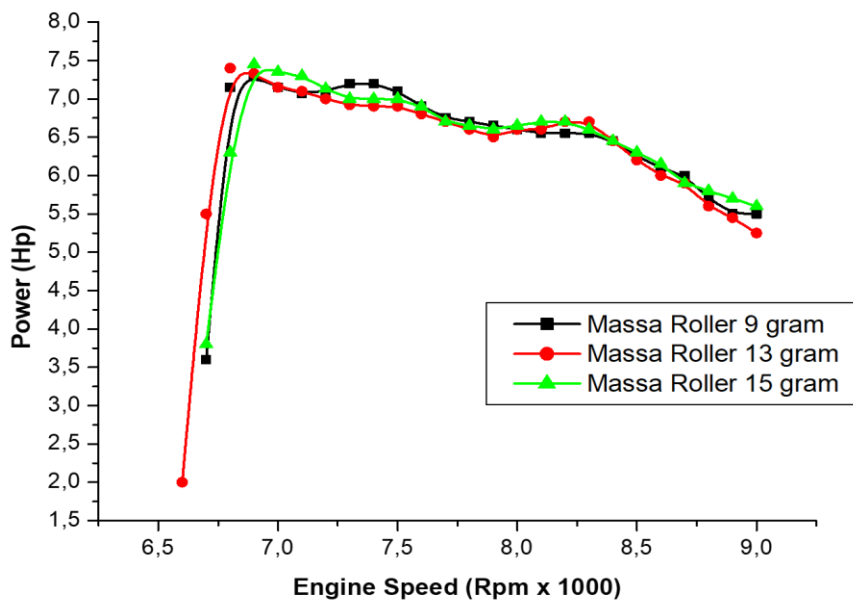
P = Power

T = Torsi

N = Putaran mesin



Gambar 17. Nilai Power Sepeda Motor *Matic* pada konstanta pegas 3,58 N/mm untuk beberapa massa roller.

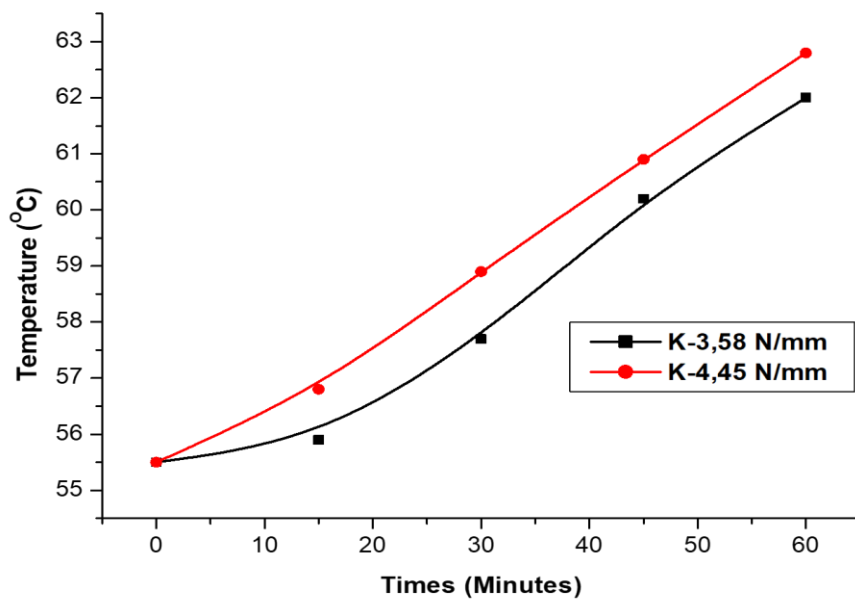


Gambar 18. Nilai Power Sepeda Motor *Matic* pada konstanta pegas 4,45 N/mm untuk beberapa massa roller.

Gambar 17 dan Gambar 18 menunjukkan besarnya Power sepeda motor matic dengan variasi massa roller, yaitu 9 Gram, 13 Gram dan 15 Gram pada konstanta pegas berbeda yaitu 3,58 N/mm (standar) dan 4,45 N/mm. Terlihat bahwa nilai Power meningkat dengan penggunaan massa roller yang diperbesar nilai massanya. Power maksimal sebesar 7,45 Hp tercapai pada putaran mesin 6900 rpm dengan massa roller 15 Gram, sedangkan untuk massa roller 13 Gram sebesar 7,25 Hp pada kecepatan putar 7100 rpm sementara massa roller 9 Gram sebesar 7,2 Hp pada 6900 rpm, dengan menggunakan konstanta 3,58 N/mm (standar), (Gambar 18). Untuk konstanta pegas 4,45 N/mm juga terjadi fenomena yang sama bahwa massa roller yang lebih tinggi mendapatkan nilai Power yang lebih tinggi, yaitu 7,45 Hp dengan massa 15 Gram, 7,4 Hp untuk massa roller 13 Gram (standar) dan 7,3 Hp pada massa roller

9 Gram. Fenomena tersebut dapat dianalisa bahwa dengan massa *roller* yang lebih tinggi akan memberikan gaya sentrifugal yang besar. Gaya sentrifugal tersebut akan memberikan efek gaya dorong lebih besar pada *sliding sheave* sehingga akan mengakibatkan gaya gesek yang besar antara katrol dengan sabuk. Dengan meningkatnya gaya gesek tersebut meningkatkan keefektifan transmisi energi dari puli *input* ke puli *output*, yang pada akhirnya dapat meningkatkan torsi mesin yang diterapkan pada roda kendaraan, sehingga power juga sejalan dengan kenaikan Torsi.

Selain itu perbedaan penggunaan konstanta pegas akan meningkatkan temperatur CVT. Temperatur yang meningkat dikarenakan gaya gesek antara puli dengan V-belt menjadi lebih besar dengan meningkatnya penggunaan massa *roller* dan konstanta pegas. Ada sesuatu yang merugikan ketika temperatur meningkat yaitu tingkat keausan juga meningkat. Menurut minje dkk., menunjukkan bahwa efisiensi CVT dengan model *waste heat recovery* (WHR) dapat ditingkatkan sebanyak 2% (Park *et al.*, 2013). Potensi keausan terhadap peningkatan temperatur tersebut dapat dilihat pada [Gambar 19](#).



[Gambar 19](#). Temperatur CVT dengan variasi konstanta pegas.

4. Kesimpulan

Penelitian yang sudah dilaksanakan ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik performa kendaraan matic dengan melihat perilaku Torsi dan Power dengan divalidasi dengan perubahan Temperatur CVT. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Torsi sepeda motor akan berpotensi untuk meningkat dengan memperbesar massa *roller*-nya, dan konstanta pegas CVT.
2. Power sepeda motor akan berpotensi untuk meningkat dengan memperbesar massa *roller*-nya, dan konstanta pegas CVT.
3. Keausan CVT akan cenderung lebih besar dengan penggunaan konstanta pegas yang lebih tinggi, terlihat dari peningkatan temperatur CVTnya.

4. Semakin tinggi performa dari sepeda motor matic dengan penggunaan massa *roller* dan kontanta pegas dinaikan maka akan membatu dalam pengurangan konsumsi bahan bakar.
5. Perlu untuk dilakukan penelitian lanjutan secara eksperimen keterkaitannya dengan konsumsi bahan bakar.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis berterima kasih kepada Dekan Fakultas Teknik, Kaprodi Mesin Otomotif, Kalab. Mesin Otomotif yang sudah memberikan bantuan dan suportnya berupa penggunaan laboratorium sehingga penelitian ini berlangsung dengan baik.

Referensi

- Ariyono, S., Supriyo, B., Feriadi, I., Harahab, D. R., & Abu Husain, N. A. A. (2021). The Ability of the Continuously Variable Transmission To Control the Engine At Maximum Power: Literature Review. *Sinergi*, 25(3), 343. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2021.3.011>
- Bertini, L., Carmignani, L., & Frendo, F. (2014). Analytical model for the power losses in rubber V-belt continuously variable transmission (CVT). *MAMT*, 78, 289–306. <https://doi.org/10.1016-/j.mechmachtheory.2014.03.016>
- Boos, M., & Mozer, H. (1997). Ecotronic - The Continuously Variable ZF Transmission (CVT). *SAE Technical Paper Serie*, 412, 61–67.
- Ge, D. W., Ariyono, S., & Mon, D. T. T. (2010). A reviewon continuously variable transmissions control. *National Conference in Mechanical Engineering Research and Postgraduate Students (1st NCMER 2010), May 2010*, 543–554.
- Harris, W. (2020). *How CVTs Work*. Howsuffworks.Com. <https://auto.howstuffworks.com/cvt.htm#pt2>
- Liu, H., Han, L., & Cao, Y. (2020). Improving transmission e fficiency and reducing energy consumption with automotive continuously variable transmission: A model prediction comprehensive optimization approach. *Applied Energy*, 274(May), 115303. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.-2020.115303>
- Meulen, S. van der. (2010). *High-performance control of continuously variable transmissions* (Vol. 1, Issue 2010) [Technische Universiteit Eindhoven]. <https://doi.org/10.6100/IR692236>
- Park, M., Jung, D., Kim, M., & Min, K. (2013). Study on the improvement in continuously variable transmission ef fi ciency with a thermal management system. *Applied Thermal Engineering*, 61(2), 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2013.07.032>
- Shabbir, W., & Evangelou, S. A. (2014). Efficiency analysis of a continuously variable transmission with linear control for a series hybrid electric vehicle. In *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)* (Vol. 19, Issue 3). IFAC. <https://doi.org/10.3182/20140824-6-za-1003.01770>
- Srivastava, N., & Haque, I. (2009). A review on belt and chain continuously variable transmissions (CVT): Dynamics and control. *Mechanism and Machine Theory*, 44(1), 19–41. <https://doi.org/>

/10.1016/j.mechmachtheory.2008.06.007

- Subagya, A., & Atmika, I. K. A. (2009). Simulation Characteristics Continuous Variable Transmission of Motor Cycle using Torque Control Based Fuzzy Logic. *IPTEK The Journal for Technology and Science*, 20(1). <https://doi.org/10.12962/j20882033.v20i1.132>
- Wikipedia. (2022). *Transmisi variabel kontinu - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas*. Wikipedia, the Free Encyclopediaencyclopedia. https://id.wikipedia.org/wiki/Transmisi_variabel_-_kontinu
- Wurm, J., Fitl, M., Gumpesberger, M., Väisänen, E., & Hochenauer, C. (2016). Novel CFD approach for the thermal analysis of a continuous variable transmission (CVT). *Applied thermal engineering*, 103, 159–169. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.04.092>
- Zhang, Y., & Mi, C. (2018). Continuously Variable Transmissions. *In Automotive Power Transmission Systems* (pp. 251–298).
- Zhu, C. C., Liu, H. J., Tian, J. J., Xiao, Q., & Du, X. S. (2010). Experimental research on the effect of structural parameters on the governing characteristics of a pulley-drive, continuously variable transmission. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 224(6), 775–784. <https://doi.org/10.1243/09544070jauto1363>
-