



Analisis Pengaruh Modifikasi Sudut Kontak *Primary Pulley* dan Implementasi *Roller Sliding* terhadap Karakteristik Torsi dan Daya Motor Yamaha Aerox 155cc

Analysis of Contact Angle Modification Effect on Primary Pulley and Sliding Roller Implementation on Torque and Power Characteristics of Yamaha Aerox 155cc Motorcycle

M. Ady Safutra Pulungan^{1*}, Irma Yulia Basri¹, Rifdarmon¹, Iffarrial Nanda¹

Abstrak

Penelitian ini membahas peningkatan performa mesin sepeda motor matik Yamaha Aerox 155cc melalui optimasi sistem *Continuously Variable Transmission* (CVT). Fokus kajian adalah perubahan sudut *primary pulley* dan pemilihan massa *roller*, karena keduanya menentukan karakter penyaluran torsi dan daya. Metode eksperimen menggunakan desain faktorial pada dua sudut *primary pulley* (14° standar dan $13,5^\circ$ modifikasi) dan tiga jenis *roller* (standar, *sliding* 12 gram, *sliding* 10 gram). Uji performa dilakukan dengan *chassis* dynamometer pada rentang 3000–9000 rpm dengan tiga pengulangan tiap konfigurasi. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi *primary pulley* $13,5^\circ$ dan *sliding roller* 10 gram meningkatkan daya maksimum dari 7,35 kW menjadi 9,52 kW atau sekitar 22,8% dibandingkan kondisi standar, sedangkan torsi tertinggi 11,70 Nm dicapai pada *pulley* $13,5^\circ$ dengan *roller* standar. Temuan ini menegaskan bahwa pengaturan sudut *pulley* dan konfigurasi *roller* yang tepat mampu mengoptimalkan transmisi CVT dan menjadi dasar teknis bagi strategi tuning yang efisien dan ekonomis.

Kata Kunci

transmisi CVT, sudut *primary pulley*, *sliding roller*, performa mesin, *chassis* dynamometer, tuning CVT

Abstract

This study investigates improvement of Yamaha Aerox 155cc scooter performance through optimization of the Continuously Variable Transmission (CVT) system. The analysis focuses on primary pulley angle and roller mass selection, since both parameters govern torque and power delivery. A factorial experimental design used two primary pulley angles (standard 14° and modified 13.5°) and three roller types (standard, 12 g sliding, 10 g sliding). Performance tests were conducted on a chassis dynamometer over 3000–9000 rpm with three repetitions for each configuration. The combination of a 13.5° primary pulley and a 10 g sliding roller increased maximum power from 7.35 kW to 9.52 kW, or about 22.8% above the standard configuration, while the highest torque of 11.70 Nm was obtained from the 13.5° pulley with standard rollers. These findings show that appropriate pulley-angle adjustment and roller configuration can optimize CVT transmission and support efficient and economical tuning strategies.

Keywords

Continuously Variable Transmission (CVT), primary pulley angle, sliding roller, engine performance, chassis dynamometer, CVT tuning.

¹ Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang Sumatera Barat, Indonesia

* adysafutra1@gmail.com

Dikirimkan: 10 Juni 2025. Diterima: 14 November 2025. Diterbitkan: 28 November 2025.



PENDAHULUAN

Sepeda motor merupakan salah satu moda transportasi yang paling populer dan banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia, baik di wilayah perkotaan maupun pedesaan. Popularitas ini didorong oleh beberapa faktor utama, seperti harga yang relatif terjangkau dibandingkan kendaraan roda empat, efisiensi penggunaan bahan bakar yang tinggi, serta kemudahan pengoperasian dalam penggunaan sehari-hari. Seiring perkembangan teknologi otomotif, jenis sepeda motor matik dengan sistem transmisi otomatis *Continuously Variable Transmission* (CVT) semakin mendominasi pasar karena dianggap lebih praktis dan nyaman digunakan dibandingkan sepeda motor bertransmisi manual [1]. Sistem transmisi CVT bekerja secara otomatis dalam mengatur perbandingan rasio gear sesuai dengan putaran mesin, tanpa memerlukan pengendara untuk melakukan perpindahan gigi secara manual, sehingga menjadikan sepeda motor matik sebagai pilihan utama, khususnya bagi pengguna di daerah perkotaan dengan kondisi lalu lintas yang padat dan dinamis [2].

Salah satu produk sepeda motor yang telah mengadopsi sistem CVT adalah Yamaha Aerox 155cc keluaran tahun 2021, yang dirancang dengan tampilan *sporty* serta performa mesin yang bertenaga. Namun, seiring penggunaan dalam jangka waktu yang panjang, kendaraan ini berpotensi mengalami penurunan performa, terutama dalam hal akselerasi dan tenaga mesin. Penurunan performa tersebut umumnya disebabkan oleh keausan dan penurunan efisiensi kerja beberapa komponen utama dalam sistem transmisi CVT, khususnya pada bagian *primary pulley* dan *roller* [3]. Salah satu permasalahan yang sering dijumpai adalah perpindahan tenaga yang tidak optimal akibat *V-belt* yang tidak naik sempurna pada *pulley*, yang dapat disebabkan oleh bentuk *roller* yang bulat serta bobot yang kurang ideal untuk menghasilkan gaya tekan maksimum pada *pulley*.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan upaya modifikasi terhadap sistem transmisi CVT, khususnya melalui perubahan sudut kemiringan *primary pulley* dari standar pabrik sebesar 14° menjadi $13,5^\circ$. Selain itu, *roller* standar bawaan pabrik diganti dengan *roller* tipe *sliding* berbobot 12 gram dan 10 gram, yang memiliki kemampuan menekan lebih efektif ke sisi luar *pulley*. Modifikasi ini ditujukan untuk meningkatkan responsivitas kendaraan, mempercepat akselerasi, serta meningkatkan efisiensi perpindahan daya dari mesin ke roda belakang, terutama pada kendaraan yang telah menempuh jarak penggunaan yang cukup panjang dan mulai menunjukkan gejala penurunan tenaga [4].

Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa perubahan sudut kemiringan pada *primary pulley* dapat memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan torsi dan daya mesin. Hal ini disebabkan oleh *V-belt* yang lebih cepat terjepit oleh komponen *sheave*, sehingga perubahan diameter efektif *pulley* terjadi lebih cepat dan menghasilkan akselerasi yang lebih baik [5]. Selain itu, penggunaan *roller* tipe *sliding* terbukti mampu memberikan tekanan yang lebih besar ke sisi luar *pulley*, sehingga mempercepat pergerakan *V-belt* dan memperbesar diameter efektif pada *drive pulley*. Dengan demikian, *roller sliding* tidak hanya berkontribusi pada peningkatan akselerasi kendaraan, tetapi juga pada peningkatan efisiensi distribusi tenaga secara keseluruhan [6].

Berdasarkan observasi yang dilakukan di beberapa bengkel sepeda motor di Kota Padang, diketahui bahwa sebagian besar pengguna sepeda motor Yamaha Aerox 155cc masih belum memahami manfaat penggunaan *roller* tipe *sliding* maupun pentingnya pengaturan sudut kemiringan *pulley*. Keterbatasan pemahaman teknis ini menyebabkan banyak pemilik kendaraan belum memanfaatkan potensi maksimal dari sistem transmisi CVT yang dimilikinya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perubahan sudut kontak pada *primary pulley* dan penggunaan *roller* tipe *sliding* terhadap performa mesin sepeda motor, khususnya dalam hal peningkatan torsi dan daya. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi

referensi dalam upaya peningkatan performa sepeda motor secara lebih efisien dan ekonomis, dengan tetap mengutamakan aspek keselamatan serta kenyamanan berkendara.

Secara prinsip, transmisi berfungsi menyalurkan daya dari mesin ke roda dengan menyesuaikan torsi dan kecepatan kendaraan. Sistem transmisi pada sepeda motor umumnya dibagi menjadi dua jenis, yaitu transmisi manual dan transmisi otomatis. Pada transmisi manual, pengendara harus mengoperasikan kopling dan gigi secara mandiri, sedangkan pada transmisi otomatis penyesuaian rasio dilakukan secara otomatis berdasarkan kondisi kendaraan tanpa intervensi pengendara [7]. Sistem transmisi otomatis memberikan tingkat kenyamanan yang lebih tinggi karena tidak memerlukan perpindahan gigi secara manual, sehingga sangat sesuai untuk kondisi lalu lintas perkotaan yang padat [8].

CVT merupakan salah satu jenis transmisi otomatis yang bekerja menggunakan dua buah *pulley*, yaitu *drive pulley* dan *driven pulley*, yang dihubungkan oleh *V-belt*. Berbeda dengan transmisi konvensional yang memiliki rasio tetap atau bertingkat, CVT mampu menghasilkan rasio transmisi yang berubah secara kontinu sesuai dengan kecepatan dan beban kendaraan [9]. Sistem ini banyak diaplikasikan pada skuter matik karena mampu memberikan kenyamanan berkendara sekaligus efisiensi bahan bakar [10]. Performa CVT sangat dipengaruhi oleh interaksi antara berat *roller* dan sudut *pulley*, sehingga pengaturan kedua parameter ini menjadi kunci dalam optimasi penyaluran tenaga [11].

Primary pulley merupakan komponen utama dalam sistem CVT yang bertugas menjepit *V-belt* dan mengatur perbandingan rasio transmisi. Pada Yamaha Aerox 155, sudut *pulley* standar adalah 14° , dan modifikasi ke sudut $13,5^\circ$ dilakukan dengan tujuan mempercepat pembukaan diameter *pulley* sehingga performa mesin dapat ditingkatkan [12]. Dengan sudut yang lebih kecil, *fixed sheave* dan *sliding sheave* akan lebih cepat menjepit *V-belt*, yang berpotensi meningkatkan torsi dan daya pada putaran rendah hingga menengah [13]. Kemiringan sudut pada *primary pulley* sangat mempengaruhi performa sepeda motor, terutama dalam aspek akselerasi dan efisiensi penyaluran tenaga. Jika sudut *pulley* dibuat lebih curam, *V-belt* akan lebih cepat berpindah ke diameter luar *pulley* sehingga meningkatkan respons akselerasi dari kondisi diam atau kecepatan rendah, yang berdampak langsung pada peningkatan torsi dan efisiensi transmisi tenaga dari mesin ke roda [14]. Sebaliknya, sudut *pulley* yang lebih landai dapat menyebabkan perubahan rasio berlangsung lebih lambat dan berpotensi menurunkan performa mesin pada kondisi tertentu, seperti saat menanjak atau menyalip. Rancangan perubahan sudut *primary pulley* standar dari 14° menjadi $13,5^\circ$ melalui proses pembubutan ditunjukkan pada Gambar 1, yang mengilustrasikan modifikasi geometris yang diharapkan mampu mengoptimalkan kinerja transmisi CVT.



Gambar 1. *Primary pulley* yang telah dibubut

Untuk mengevaluasi pengaruh modifikasi tersebut secara kuantitatif, digunakan alat uji dynamometer (dyno) yang berfungsi mengukur performa mesin, terutama dalam hal daya dan torsi. Menurut Simmons et al., daya mesin merupakan hasil perkalian antara torsi dan kecepatan sudut poros, yang dinyatakan dalam satuan *Watt* atau *horsepower* [15]. Daya mesin pada dasarnya adalah jumlah kerja yang dihasilkan per satuan waktu dan dapat dinyatakan melalui persamaan daya poros $N_e = T \times \omega$, di mana T adalah torsi dan ω adalah kecepatan sudut [16]. Torsi sendiri merupakan momen putar yang sangat penting untuk akselerasi kendaraan dari kondisi diam, yang nilainya ditentukan oleh gaya tangensial yang bekerja pada poros dikalikan dengan jari-jari rotasi [17]. Beberapa faktor utama yang memengaruhi daya dan torsi di antaranya adalah rasio kompresi, volume langkah piston, komposisi campuran bahan bakar dan udara, putaran mesin, angka oktan bahan bakar, serta efisiensi pembakaran [18]. Dalam konteks ini, modifikasi pada sistem CVT, termasuk perubahan sudut *pulley* dan jenis *roller*, diharapkan dapat mengoptimalkan distribusi tenaga dan efisiensi transmisi, sehingga meningkatkan performa keseluruhan mesin sepeda motor.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental komparatif dengan desain faktorial untuk mengevaluasi pengaruh dua variabel independen terhadap performa mesin. Objek penelitian adalah satu unit sepeda motor Yamaha Aerox 155cc tahun 2021 dengan spesifikasi standar pabrik, yaitu mesin *single cylinder 4-stroke SOHC* berkapasitas 155 cc dengan sistem injeksi bahan bakar. Variabel bebas yang dimanipulasi terdiri atas sudut *primary pulley* dan jenis *roller*. Sudut *primary pulley* divariasikan menjadi dua level, yaitu 14° (konfigurasi standar pabrik) dan $13,5^\circ$ (konfigurasi modifikasi), sedangkan jenis *roller* terdiri atas tiga jenis, yaitu *roller* standar, *roller sliding* 12 gram, dan *roller sliding* 10 gram. Kombinasi kedua faktor tersebut menghasilkan enam konfigurasi pengujian yang dianalisis secara sistematis. Modifikasi sudut *primary pulley* dari 14° menjadi $13,5^\circ$ dilakukan melalui proses pembubutan presisi untuk menjamin konsistensi geometri sudut dan kualitas permukaan sehingga tidak menimbulkan ketidakseimbangan pada sistem CVT.

Secara skematis, pola penelitian dirangkum pada Tabel 1. Notasi R menunjukkan adanya proses pengacakan (randomisasi) pada unit uji yang ditempatkan dalam kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Simbol X menyatakan perlakuan berupa penggunaan *primary pulley* hasil modifikasi yang dikombinasikan dengan *roller* tipe *sliding*. O_1 merepresentasikan hasil pengujian pada kondisi standar tanpa perlakuan, sedangkan O_2 merepresentasikan hasil pengujian setelah diberi perlakuan modifikasi sistem CVT. Dengan demikian, Tabel 1 menggambarkan perbandingan antara kondisi sepeda motor tanpa perlakuan dan setelah diberi perlakuan modifikasi sudut *primary pulley* dan *roller sliding* yang kemudian dijabarkan lebih lanjut ke dalam enam kombinasi konfigurasi pada tahap pengujian.

Tabel 1. Pola penelitian

Kelompok	Perlakuan	Hasil pengujian	Keterangan
R	-	O_1	Tanpa perlakuan.
R	X	O_2	Perlakuan menggunakan <i>primary pulley</i> modifikasi dan <i>roller sliding</i> .

Keterangan:

R = kelompok yang diberi pengacakan (kelompok eksperimen dan kontrol)

X = perlakuan menggunakan *primary pulley* modifikasi dan *roller sliding*

O_1 = hasil pengujian tanpa penggunaan *primary pulley* modifikasi dan *roller sliding*

O_2 = hasil pengujian setelah menggunakan *primary pulley* modifikasi dan *roller sliding*

Instrumentasi pengujian meliputi *chassis* dynamometer dengan akurasi $\pm 0,1\%$ untuk pengukuran torsi dan daya, tachometer digital untuk memantau putaran mesin, serta sistem akuisisi data *real-time* untuk merekam parameter pengujian. Seluruh pengujian dilakukan pada kondisi lingkungan terkontrol dengan suhu udara 25 ± 2 °C dan kelembaban relatif $60 \pm 5\%$ guna meminimalkan pengaruh variasi kondisi *ambient* terhadap hasil pengukuran.

Protokol pengujian diawali dengan proses *warm-up* mesin selama 10 menit pada putaran idle untuk mencapai kondisi operasi stabil. Setelah itu, pengukuran torsi dan daya dilakukan pada rentang 3000-9000 rpm dengan interval 500 rpm. Setiap konfigurasi sudut *primary pulley* dan jenis *roller* diuji sebanyak tiga kali ulangan. Antar ulangan diberikan waktu istirahat sekitar 15 menit untuk mencegah *heat soaking* dan menjaga konsistensi temperatur kerja mesin.

Data hasil pengujian torsi dan daya yang diperoleh dari *chassis* dynamometer kemudian diolah menggunakan statistik deskriptif untuk melihat kecenderungan nilai rata-rata dan variasinya pada setiap konfigurasi. Selanjutnya, dilakukan analisis varians (ANOVA) untuk menguji signifikansi pengaruh sudut *primary pulley*, jenis *roller*, serta interaksi keduanya terhadap perubahan torsi dan daya mesin. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam menarik kesimpulan mengenai efektivitas modifikasi sistem CVT terhadap peningkatan performa mesin Yamaha Aerox 155cc.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian menunjukkan adanya variasi yang jelas pada karakteristik torsi dan daya maksimum akibat perubahan sudut *primary pulley* dan jenis *roller*. Nilai yang disajikan merupakan rata-rata dari tiga kali pengulangan pengujian untuk setiap konfigurasi CVT. Secara umum, modifikasi sudut *primary pulley* dari 14° menjadi $13,5^\circ$ serta penggunaan *roller* tipe *sliding* cenderung meningkatkan baik torsi maupun daya maksimum dibandingkan konfigurasi standar.

Tabel 2 menyajikan rekapitulasi torsi maksimum, daya maksimum, serta persentase peningkatan daya terhadap kondisi standar (*pulley* 14° dengan *roller* standar).

Tabel 2. Hasil pengukuran torsi dan daya maksimum berbagai konfigurasi CVT

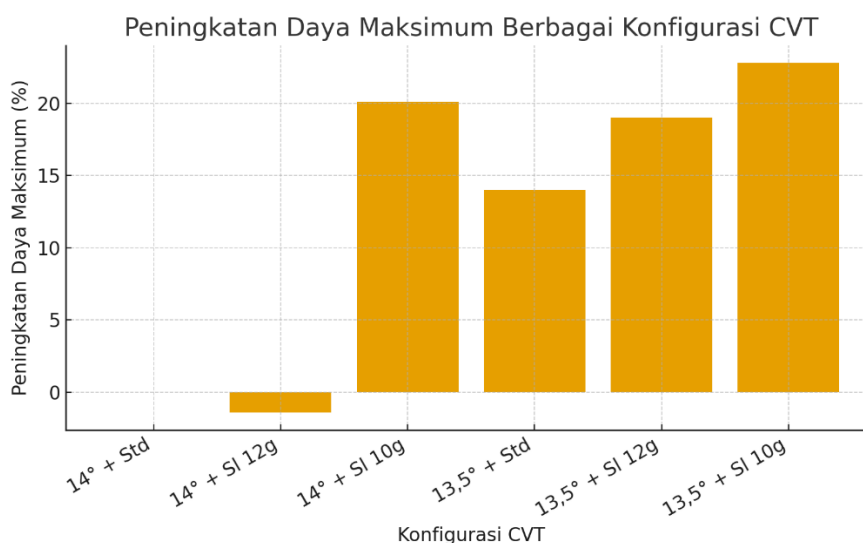
Konfigurasi	Torsi Maks (Nm)	RPM Torsi	Daya Maks (kW)	RPM Daya	Peningkatan Daya (%)
<i>Pulley</i> 14° + <i>Roller</i> Standar	10,90	5960	7,35	7350	0 (<i>baseline</i>)
<i>Pulley</i> 14° + <i>Roller Sliding</i> 12g	10,33	6670	7,25	7060	-1,4
<i>Pulley</i> 14° + <i>Roller Sliding</i> 10g	11,20	7180	8,83	7810	+20,1
<i>Pulley</i> $13,5^\circ$ + <i>Roller</i> Standar	11,70	6820	8,38	6820	+14,0
<i>Pulley</i> $13,5^\circ$ + <i>Roller Sliding</i> 12g	11,58	7190	8,75	7190	+19,0
<i>Pulley</i> $13,5^\circ$ + <i>Roller Sliding</i> 10g	11,53	7840	9,52	7860	+22,8

Dari Tabel 2 terlihat bahwa pada sudut *pulley* standar 14° , penggunaan *roller sliding* 12 gram justru menurunkan daya maksimum menjadi 7,25 kW (-1,4% terhadap *baseline*), meskipun torsi maksimum tidak berbeda jauh dari kondisi standar. Sebaliknya, ketika

digunakan *roller sliding* 10 gram pada sudut *pulley* yang sama, daya maksimum meningkat menjadi 8,83 kW dengan kenaikan sekitar 20,1% dibandingkan konfigurasi standar, disertai pergeseran RPM daya maksimum ke 7810 rpm. Hal ini menunjukkan bahwa pengurangan massa *roller* dapat menggeser karakteristik daya ke putaran mesin yang lebih tinggi dan meningkatkan kemampuan mesin menghasilkan daya puncak.

Pada sudut *pulley* $13,5^\circ$, kecenderungan peningkatan performa terlihat lebih konsisten. Konfigurasi *primary pulley* $13,5^\circ$ dengan *roller* standar menghasilkan torsi maksimum tertinggi, yaitu 11,70 Nm pada 6820 rpm, dengan daya maksimum 8,38 kW dan peningkatan daya sekitar 14,0% terhadap *baseline*. Penggunaan *roller sliding* 12 gram pada sudut yang sama memberikan torsi maksimum 11,58 Nm dan daya maksimum 8,75 kW (peningkatan 19,0%), sedangkan kombinasi *primary pulley* $13,5^\circ$ dengan *roller sliding* 10 gram menghasilkan daya maksimum tertinggi, yaitu 9,52 kW pada 7860 rpm, dengan peningkatan daya sebesar 22,8% dibandingkan kondisi standar. Konfigurasi terakhir ini dapat dianggap sebagai konfigurasi paling optimal untuk peningkatan daya maksimum, meskipun torsi puncaknya sedikit lebih rendah dibandingkan konfigurasi dengan *roller* standar.

Untuk memudahkan interpretasi tren peningkatan daya maksimum antar konfigurasi, data pada [Tabel 2](#) divisualisasikan dalam bentuk grafik batang seperti ditunjukkan pada [Gambar 2](#). Grafik tersebut menampilkan persentase peningkatan daya maksimum terhadap kondisi standar untuk setiap kombinasi sudut *pulley* dan jenis *roller*, sehingga perbandingan antar konfigurasi dapat diamati secara lebih jelas.



Gambar 2. Peningkatan daya maksimum (%) berbagai konfigurasi CVT dibandingkan kondisi standar.

Pembahasan

Modifikasi sudut *primary pulley* dan jenis *roller* terbukti memberikan pengaruh yang nyata terhadap karakteristik torsi dan daya maksimum Yamaha Aerox 155cc. Secara umum, seluruh konfigurasi dengan sudut *pulley* $13,5^\circ$ menghasilkan daya maksimum yang lebih tinggi dibandingkan sudut standar 14° , dan kombinasi yang melibatkan *roller* tipe *sliding* cenderung memberikan peningkatan daya yang lebih besar dibandingkan *roller* standar. Pola ini sejalan dengan prinsip dasar CVT, di mana perubahan sudut *pulley* dan karakteristik *roller* akan mengubah kecepatan pergeseran rasio transmisi sehingga memengaruhi kemampuan mesin bekerja lebih lama di sekitar *power band* optimumnya [4][6][11]–[14]. Temuan ini konsisten dengan penelitian Rifdarmon dkk. [4] yang melaporkan kenaikan torsi dari 7,9 N·m menjadi 9,25 N·m dan peningkatan daya dari 7 HP menjadi sekitar 8,16 HP ketika sudut *drive pulley*

dioptimasi, sehingga menunjukkan bahwa rekayasa sudut *pulley* merupakan salah satu cara efektif untuk meningkatkan performa mesin matic.

Jika difokuskan pada pengaruh sudut *primary pulley*, perbandingan antara konfigurasi standar (*pulley* 14° + *roller* standar) dan konfigurasi *pulley* 13,5° + *roller* standar menunjukkan bahwa torsi maksimum meningkat dari 10,90 N·m menjadi 11,70 N·m (kenaikan sekitar 7%), sementara daya maksimum naik dari 7,35 kW menjadi 8,38 kW dengan peningkatan daya 14,0% terhadap kondisi *baseline*. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa sudut 13,5° memungkinkan penjepitan *V-belt* yang lebih cepat dan lebih stabil, sehingga diameter efektif *primary pulley* bertambah lebih awal dan mesin dapat menghasilkan torsi dan daya yang lebih besar pada rentang putaran menengah [12][13]. Temuan tersebut selaras dengan studi Saputra dan Pramadanta yang menunjukkan bahwa pengurangan sudut *primary sliding sheave* hingga kisaran 13-13,5° mampu meningkatkan torsi, daya, dan *top speed* secara signifikan pada skuter matic lain. Hal ini memperkuat bahwa sudut 13,5° pada penelitian ini berada dalam rentang sudut yang secara teoritis dan empiris optimum untuk peningkatan performa CVT.

Dari sisi jenis dan massa *roller*, hasil menunjukkan bahwa pada sudut *pulley* 14°, penggunaan *roller sliding* 12 gram justru menurunkan daya maksimum menjadi 7,25 kW (-1,4% terhadap *baseline*), sedangkan *roller sliding* 10 gram menghasilkan peningkatan daya yang cukup besar hingga 8,83 kW (+20,1%). Pola serupa muncul pada sudut 13,5°, di mana kombinasi dengan *roller* standar memberikan torsi puncak tertinggi (11,70 N·m), tetapi kombinasi dengan *roller sliding* 10 gram menghasilkan daya maksimum tertinggi, yaitu 9,52 kW dengan peningkatan daya sebesar 22,8%. Perbedaan ini dapat dijelaskan melalui dinamika gaya sentrifugal pada *roller*: massa yang terlalu besar cenderung mempercepat perpindahan rasio sehingga mesin naik gigi “terlalu cepat” dan keluar dari zona torsi optimum, sementara massa yang terlalu ringan dapat menahan rasio rendah terlalu lama dan berpotensi menimbulkan *over-rev* jika tidak dikombinasikan dengan geometri *pulley* yang sesuai [19].

Penelitian-penelitian terdahulu mengenai variasi massa *roller* juga menunjukkan bahwa *roller* yang sedikit lebih ringan dari standar mampu meningkatkan akselerasi dan daya pada putaran menengah-tinggi, selama perubahan massa masih berada pada rentang yang memungkinkan mesin bekerja di sekitar putaran daya puncak. Misalnya, studi variasi massa *roller* pada sepeda motor matic dan gokart melaporkan bahwa penurunan massa *roller* sekitar 1–2 gram dapat mempercepat pencapaian kecepatan tertentu dan menurunkan waktu tempuh pada jarak pendek tanpa menurunkan daya puncak secara signifikan. Temuan tersebut konsisten dengan hasil penelitian ini, di mana *roller sliding* 10 gram memberikan kompromi yang baik antara torsi yang masih relatif tinggi dan daya maksimum yang meningkat cukup tajam.

Kombinasi modifikasi sudut *pulley* 13,5° dengan *roller sliding* 10 gram merupakan konfigurasi yang paling optimal dalam penelitian ini. Konfigurasi tersebut tidak hanya meningkatkan daya maksimum sebesar 22,8% terhadap kondisi standar, tetapi juga mempertahankan torsi maksimum di atas konfigurasi *baseline* (11,53 N·m dibandingkan 10,90 N·m). Secara mekanis, sudut *primary pulley* yang lebih kecil mempercepat perubahan rasio, sementara *roller sliding* dengan massa yang lebih ringan dan jari-jari kerja yang efektif lebih besar memfasilitasi *engagement* yang lebih progresif dan *grip* yang lebih baik antara belt dan *pulley* [19][20]. Temuan ini sejalan dengan berbagai studi yang mengkaji kombinasi variasi sudut *pulley* dan massa *roller*, yang menunjukkan bahwa interaksi kedua parameter tersebut lebih menentukan performa akhir daripada pengaturan salah satu parameter secara terpisah.

Dari perspektif komparatif, hasil penelitian ini juga mendukung tren temuan Hamdani dkk. [21] yang menganalisis variasi *pulley* primer dan rasio *gearbox* pada Honda Beat ESP. Mereka melaporkan bahwa kombinasi pengaturan rasio transmisi yang tepat dapat meningkatkan akselerasi dan kecepatan puncak secara simultan tanpa mengorbankan kenyamanan

berkendara. Jika dikaitkan dengan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa modifikasi pada subsistem CVT baik melalui sudut *primary pulley* maupun karakteristik *roller* dapat menjadi strategi yang efektif untuk menggeser karakteristik torsi dan daya sesuai kebutuhan penggunaan (misalnya akselerasi perkotaan vs performa kecepatan tinggi), dan berpotensi dikombinasikan dengan pengaturan rasio *gearbox* pada platform kendaraan lain yang masih menggunakan transmisi otomatis serupa.

Implikasi praktis dari temuan ini adalah bahwa pemilihan konfigurasi CVT perlu disesuaikan dengan profil penggunaan kendaraan. Konfigurasi *pulley* 13,5° dengan *roller* standar cenderung lebih mengutamakan torsi pada putaran menengah, sehingga lebih cocok untuk kondisi jalan menanjak atau penggunaan harian yang membutuhkan *low-mid speed throttle response* yang kuat. Sebaliknya, konfigurasi *pulley* 13,5° dengan *roller sliding* 10 gram lebih diarahkan pada peningkatan daya dan perluasan *power band* di putaran menengah-tinggi, sehingga lebih sesuai untuk pengendara yang mengutamakan akselerasi berkelanjutan dan kecepatan puncak, misalnya pada penggunaan *sporty* atau lintasan panjang.

Namun demikian, peningkatan performa yang dicapai melalui modifikasi ini berpotensi meningkatkan beban mekanis pada komponen CVT, seperti *V-belt*, *pulley*, dan rumah *roller*. Literatur tentang strategi pemeliharaan sistem transmisi menegaskan bahwa peningkatan beban dan suhu kerja akibat modifikasi harus diimbangi dengan interval inspeksi dan perawatan yang lebih ketat, termasuk pemeriksaan keausan *V-belt* dan pelumasan komponen geser [22]. Sejalan dengan itu, karakteristik *over-rev* yang mungkin muncul pada konfigurasi dengan putaran daya maksimum yang lebih tinggi perlu diantisipasi melalui pengaturan ulang batas putaran aman dan edukasi pengguna agar tidak mempertahankan putaran tinggi dalam durasi yang berlebihan. Dengan demikian, penerapan konfigurasi optimal seperti *pulley* 13,5° dan *roller sliding* 10 gram sebaiknya dilakukan bersamaan dengan strategi pemeliharaan preventif agar peningkatan performa tidak mengorbankan keandalan jangka panjang sistem transmisi.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian ini telah mengevaluasi pengaruh perubahan sudut *primary pulley* dan variasi jenis serta massa *roller* terhadap performa transmisi CVT pada Yamaha Aerox 155cc melalui pengujian menggunakan *chassis dynamometer*. Hasil menunjukkan bahwa modifikasi sudut *primary pulley* dari 14° menjadi 13,5° secara konsisten meningkatkan kemampuan penyaluran daya, ditandai dengan kenaikan torsi dan daya maksimum dibandingkan konfigurasi standar. Penggunaan *roller* tipe *sliding* memberikan tambahan peningkatan performa, namun efeknya sangat bergantung pada massa; *roller sliding* 10 gram terbukti paling efektif, sedangkan *roller sliding* 12 gram cenderung kurang menguntungkan pada beberapa konfigurasi. Kombinasi sudut *primary pulley* 13,5° dengan *roller sliding* 10 gram menghasilkan peningkatan daya maksimum hingga 22,8% dengan torsi yang tetap lebih tinggi daripada kondisi standar, sehingga dapat dinyatakan sebagai konfigurasi optimum. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa optimasi geometri *pulley* yang dipadukan dengan pemilihan massa *roller* yang tepat mampu meningkatkan efisiensi dan performa sistem CVT secara signifikan tanpa mengabaikan aspek kenyamanan berkendara, selama didukung oleh prosedur penerapan yang benar.

Saran

Implementasi konfigurasi CVT hasil penelitian ini di lapangan sebaiknya diiringi dengan pemantauan dan perawatan yang lebih intensif terhadap komponen transmisi, terutama *V-belt*, *pulley*, dan *bearing*, mengingat peningkatan performa berpotensi menambah beban kerja dan temperatur operasi. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengkaji durabilitas jangka panjang

konfigurasi optimum, termasuk perubahan karakteristik performa setelah pemakaian berkilo-kilometer serta pengaruhnya terhadap konsumsi bahan bakar dan keandalan sistem. Eksplorasi variasi massa *roller* dengan interval yang lebih kecil, serta kombinasi dengan parameter lain seperti jenis *V-belt* atau sudut *driven pulley*, juga diperlukan untuk mengidentifikasi titik operasi yang lebih presisi bagi berbagai kebutuhan penggunaan. Selain itu, pengembangan sistem pemantauan *real-time* (misalnya sensor suhu dan getaran pada rumah CVT) berpotensi mendukung penerapan modifikasi ini secara lebih aman dengan menyediakan *feedback* dini terhadap potensi keausan atau kegagalan komponen.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] I. Ilmy and I. N. Sutantra, "Pengaruh variasi konstanta pegas dan massa *roller* CVT terhadap performa Honda Vario 150 cc," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 7, no. 1, pp. E1–E6, 2018, doi: 10.12962/j23373539.v7i1.29829.
- [2] M. Yamin and A. A. Widyarso, "Efektivitas CVT terhadap performa motor," *Tekmesin*, 2011.
- [3] R. Fani and A. Alwi, "Pengaruh massa *roller* terhadap performa motor," *Jurnal Otomotif*, 2019.
- [4] M. Rifdarmon and D. Prima, "Pengaruh sudut *sheave* terhadap daya dan torsi motor," *Jurnal Inovasi Teknik*, 2022.
- [5] H. Safar, I. Y. Basri, M. Nasir, and M. Y. Setiawan, "Pengaruh variasi berat rumah kopling sentrifugal terhadap torsi dan daya sepeda motor Honda Beat FI tahun 2019," *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 1, no. 3, pp. 319–324, 2023, doi: 10.24036/jtpvi.v1i3.34.
- [6] A. Wibawa, "Efisiensi transmisi CVT dengan modifikasi *pulley*," *Jurnal Riset Teknik Mesin*, 2018.
- [7] Daryanto, *Teknik Otomotif*. Jakarta, Indonesia: Bumi Aksara, 1999.
- [8] Suwanto, "Sistem transmisi otomatis sepeda motor," *Jurnal Teknik Mesin*, 2021.
- [9] A. Ilmy and I. N. Sutantra, "Analisis sistem CVT pada skuter matik," *Jurnal Teknik Otomotif*, 2018.
- [10] A. Akhmadi and Usman, "Studi transmisi CVT dan efisiensinya," *Jurnal Mesin*, 2021.
- [11] J. Jama, *Teknik Sepeda Motor Jilid 1*. Jakarta, Indonesia: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [12] A. Wibawa, "Analisis efek perubahan sudut *pulley* pada CVT," *Jurnal Riset Teknik Mesin*, 2018.
- [13] Usman, "Efisiensi sudut *pulley* terhadap akselerasi," *Jurnal Teknik Otomotif*, 2019.
- [14] Wara, "Optimasi sudut *pulley* dalam meningkatkan daya," *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2021.
- [15] R. Stone and J. K. Ball, *Automotive Engineering Fundamentals*. Warrendale, PA, USA: SAE International, 2004.
- [16] R. Lapisa et al., "Perhitungan daya poros menggunakan dynotest," *Jurnal Mesin Indonesia*, 2022.
- [17] J. Jama, *Teknik Sepeda Motor Jilid 2*. Jakarta, Indonesia: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [18] M. Yamin and A. A. Widyarso, "Pengaruh parameter mesin terhadap output torsi dan daya," *Jurnal Teknik Mesin*, 2011.
- [19] H. Prasetyo, "Dinamika *roller* sentrifugal dalam sistem transmisi CVT," *Jurnal Dinamika Mesin*, vol. 13, no. 1, pp. 45–58, 2022.
- [20] T. Kurniawan and Y. Susanto, "Analisis distribusi tegangan pada interface *pulley*–belt sistem CVT," *Jurnal Analisis Struktur*, vol. 11, no. 4, pp. 156–167, 2021.
- [21] R. Hamdani, E. Alwi, D. Fernandez, and I. Nanda, "Analisis dampak variasi *pulley* primer dan rasio *gearbox* terhadap performa akselerasi dan kecepatan puncak sepeda motor

Honda Beat ESP 2018," *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 3, no. 3, pp. 805–812, 2025, doi: 10.24036/jtpvi.v3i3.330.

- [22] G. Wibowo and N. Kusuma, "Strategi *maintenance* untuk sistem CVT performa tinggi," *Jurnal Perawatan Kendaraan*, vol. 8, no. 2, pp. 34–47, 2020.