JME (Jurnal Mekanika dan Energi)
EISSN: 3048-2836 *E-Mail*: jme@sttrcepu.ac.id

Analisis Variasi Kekentalan Oli Mesin Terhadap Performa Motor Honda Beat Street 109,5 cc

Zaenal Abidin[a], Eko Sutarto[a*]

Universitas Teknologi Ronggolawe, Jl. Kampus Ronggolawe Blok B/1 Mentul, Karangboyo, Cepu 58315.

*E-Mail: ksutarto@gmail.com

Tentang naskah:

- diterima, 16 Okt. 2026
- direview, 23 Okt. 2026
- diterbitkan, 28 Okt.2026

Kata kunci:
Viskositas Oli, Daya, Torsi, *Dynotest*, CVT

Keyword:
Oil Viscosity, Power, Torque, Dynotest, CVT

Intisari

Penelitian ini menganalisis pengaruh viskositas oli mesin terhadap daya dan torsi Honda Beat Street 109,5 cc (2022). Menggunakan metode eksperimen laboratorium, pengujian dilakukan pada tiga variasi pelumas (SAE 10W-30, SAE 15W-40, SAE 20W-50) menggunakan *chassis dynamometer* dengan metode tarikan gas spontan pada rentang 2.000–6.000 RPM. Variabel kontrol yang digunakan adalah bahan bakar Pertamax RON 92. Hasil pengujian menunjukkan daya puncak ketiga oli tercapai pada 3.000 RPM, dengan capaian tertinggi pada SAE 10W-30 (8,16 HP), disusul SAE 15W-40 (8,00 HP), dan SAE 20W-50 (7,90 HP). Sementara itu, torsi puncak sebagai torsi roda belakang akibat karakteristik transmisi CVT tercapai pada 2.000 RPM. Pelumas SAE 10W-30 menghasilkan torsi roda tertinggi (29,98 N.m), diikuti SAE 15W-40 (25,09 N.m), dan SAE 20W-50 (24,78 N.m). Simpulan penelitian menunjukkan bahwa perbedaan kekentalan oli berpengaruh signifikan terhadap performa motor, di mana pelumas SAE 10W-30 terbukti sebagai variasi paling unggul dan ideal untuk mengoptimalkan kinerja daya dan torsi pada mesin teknologi eSP Honda Beat Street 109,5 cc.

Abstract

This study analyzes the effect of engine oil viscosity on the power and torque of the Honda Beat Street 109.5 cc (2022). Using a laboratory experimental method, tests were conducted on three lubricant variations (SAE 10W-30, SAE 15W-40, and SAE 20W-50) on a chassis dynamometer, employing a rapid throttle application method across a 2,000–6,000 RPM range. Pertamax RON 92 fuel was used as the control variable. Test results indicate that peak power for all three oils was achieved at 3,000 RPM, with the highest output recorded for SAE 10W-30 (8.16 HP), followed by SAE 15W-40 (8.00 HP) and SAE 20W-50 (7.90 HP). Meanwhile, peak rear-wheel torque—influenced by the CVT transmission characteristics—was achieved at 2,000 RPM. The SAE 10W-30 lubricant yielded the highest wheel torque (29.98 N.m), followed by SAE 15W-40 (25.09 N.m) and SAE 20W-50 (24.78 N.m). The study concludes that differences in oil viscosity significantly affect motorcycle performance; SAE 10W-30 proved to be the superior and ideal variation for optimizing power and torque output in the eSP technology engine of the Honda Beat Street 109.5 cc.

.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi industri otomotif, khususnya pada segmen sepeda motor bertransmisi otomatis atau *automatic scooter* (*matic*), telah mengalami peningkatan populasi yang sangat masif di Indonesia. Salah satu varian kendaraan yang mendominasi pasar domestik adalah Honda Beat Street dengan kapasitas mesin 109,5 cc. Sepeda motor ini memanfaatkan teknologi mesin eSP (*enhanced Smart Power*) generasi terbaru yang dirancang untuk mengoptimalkan efisiensi bahan bakar dan mereduksi emisi gas buang tanpa mengorbankan performa mekanis (Astra Honda Motor, 2022). Karakteristik utama dari mesin generasi baru ini adalah celah antar komponen internal mesin (*clearance*) yang dibuat jauh lebih rapat dan presisi dibandingkan generasi pendahulunya. Konsekuensinya, sistem pelumasan memegang peranan yang sangat krusial dalam menjaga keandalan operasional, meminimalkan gesekan antar logam, serta mempertahankan efisiensi termal mesin.

Sistem pelumasan pada mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) bertindak sebagai benteng utama pencegah keausan material akibat gaya gesek hidrodinamik. Fungsi fluida pelumas tidak hanya terbatas pada aspek pereduksi friksi, melainkan juga berfungsi sebagai media pendingin kalor, pembersih jelaga sisa pembakaran, dan pencegah korosi

komparatif (Mobarak dkk., 2014). Parameter fisik paling signifikan yang menentukan efektivitas kerja suatu pelumas adalah viskositas atau indeks kekentalan oli, yang secara formal diklasifikasikan oleh Society of Automotive Engineers (SAE). Karakteristik viskositas oli harus selaras dengan spesifikasi mekanis dan beban kerja mesin. Kesalahan dalam pemilihan tingkat kekentalan oli dapat memicu peningkatan degradasi komponen internal, peningkatan konsumsi bahan bakar, serta penurunan performa output daya dan torsi secara drastis (Taylor, 2012).

Fenomena mekanis di lapangan menunjukkan adanya kecenderungan di kalangan masyarakat pengguna sepeda motor *matic* untuk menggunakan pelumas dengan tingkat kekentalan yang lebih tinggi daripada rekomendasi pabrikan. Penggunaan oli dengan spesifikasi kental seperti SAE 15W-40 atau SAE 20W-50 sering kali didasari oleh asumsi bahwa pelumas yang kental mampu memberikan perlindungan dinding silinder yang lebih tebal pada kondisi suhu operasi tinggi. Namun, secara teoritis, oli dengan viskositas tinggi memberikan resistensi fluida yang lebih besar terhadap pergerakan komponen translasi dan rotasi dalam mesin, yang dikenal sebagai *pumping losses* (Holmberg dkk., 2012). Beban sirkulasi oli yang meningkat akibat kekentalan tinggi ini berpotensi membebani kinerja poros engkol (*crankshaft*), sehingga mengurangi efektivitas konversi energi termal menjadi daya mekanis.

Sebaliknya, pabrikan secara spesifik merekomendasikan penggunaan pelumas dengan viskositas lebih rendah, yaitu SAE 10W-30 untuk jajaran mesin eSP Honda. Fluida yang lebih encer diasumsikan mampu mengalir lebih cepat ke seluruh celah sempit komponen sejak mesin dinyalakan pada kondisi dingin (*cold start*), sekaligus meminimalkan hambatan gesek internal fluida itu sendiri (Spikes, 2015). Meskipun demikian, efek langsung dari variasi viskositas ini terhadap output performa aktual, khususnya pada kurva daya (*Horsepower*) dan torsi (N.m), perlu dibuktikan secara empiris melalui pengujian dinamis menggunakan alat ukur yang akurat.

Pengukuran performa kendaraan bermotor secara presisi umumnya dilakukan menggunakan perangkat dynamometer (*dynotest*). Pada sepeda motor *matic* yang dilengkapi sistem transmisi otomatis berupa *Continuous Variable Transmission* (CVT), karakter kurva performa yang terekam pada *dynotest* memiliki dinamika yang unik dibandingkan transmisi manual. Metode pengujian dengan penarikan katup gas secara spontan (*spontaneous throttle jerk*) mengaktifkan mekanisme perubahan rasio puli CVT secara cepat sejak putaran mesin rendah (Heywood, 2018). Hal ini sering kali mengakibatkan pembacaan torsi dan daya puncak pada roda belakang (*wheel torque/power*) melonjak pada rentang RPM awal. Oleh karena itu, pengujian performa yang komprehensif pada rentang putaran 2.000 rpm hingga 6.000 rpm sangat diperlukan untuk memetakan bagaimana variasi viskositas oli mempengaruhi perilaku mekanis sistem penggerak terintegrasi ini.

Guna mengisolasi pengaruh viskositas oli secara murni, variabel pengontrol lain harus dijaga dalam kondisi standar dan konstan. Salah satu faktor eksternal kritis adalah nilai oktan dari bahan bakar yang digunakan. Penelitian ini menerapkan penggunaan bahan bakar jenis Pertamax dengan nilai Research Octane Number (RON) 92. Bahan bakar dengan RON 92 disesuaikan dengan rasio kompresi mesin Honda Beat Street modern untuk mencegah terjadinya fenomena detonasi prematur (*knocking*) yang dapat mengaburkan akurasi pembacaan daya dan torsi puncak pada perangkat uji (Pulkrabek, 2014). Dengan kondisi parameter bahan bakar yang homogen, perbedaan output mekanis yang dihasilkan sepenuhnya dapat diatribusikan pada karakteristik fisik dari masing-masing variasi pelumas yang diuji.

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, penelitian ini diarahkan untuk melakukan analisis empiris mengenai seberapa besar pengaruh perbedaan tingkat kekentalan oli mesin terhadap kinerja motor Honda Beat Street 109,5 cc keluaran tahun 2022. Tujuan utama dari penelitian ini adalah memetakan dan membandingkan performa daya maksimum dan torsi maksimum yang dihasilkan oleh penggunaan tiga variasi viskositas pelumas, yaitu SAE 10W-30, SAE 15W-40, dan SAE 20W-50. Hasil dari kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah berupa rujukan berbasis data eksperimental bagi para pengguna kendaraan, teknisi, maupun akademisi dalam menentukan tingkat kekentalan pelumas yang paling ideal untuk mengoptimalkan kinerja motor *matic* berkapasitas mesin kecil.

2. Kerangka Teori

2.1. Prinsip Tribologi dan Viskositas

Tribologi merupakan cabang ilmu terintegrasi yang mempelajari tentang gesekan (*friction*), keausan (*wear*), dan pelumasan (*lubrication*) pada permukaan-permukaan yang saling berinteraksi dalam pergerakan relatif (Stachowiak & Batchelor, 2013). Di dalam ruang bakar mesin kendaraan, pelumasan hidrodinamik memegang peranan krusial untuk mencegah kontak langsung antara komponen logam-ke-logam, seperti pada dinding silinder, cincin piston, dan poros engkol.

Parameter fisik paling signifikan yang menentukan efektivitas kerja dari suatu fluida pelumas adalah viskositas atau indeks kekentalan oli. Viskositas didefinisikan sebagai ukuran resistensi internal dari suatu fluida terhadap gaya geser yang bekerja padanya. Karakteristik ini secara langsung menentukan ketebalan lapisan film oli (*oil film thickness*) yang terbentuk di antara celah komponen mekanis mesin (Sui dkk., 2019). Tingkat kekentalan pelumas otomotif diatur secara universal oleh *Society of Automotive Engineers* (SAE) melalui standardisasi nomor viskositas (seperti SAE 10W-30, SAE 15W-40, dan SAE 20W-50). Karakteristik *multi-grade* ini menunjukkan bahwa pelumas memiliki tingkat kestabilan kekentalan yang adaptif, baik saat mesin berada pada suhu rendah (ditandai dengan kode W atau *Winter*) maupun pada suhu operasi tinggi (Mang dkk., 2017).

2.2. Pengaruh Viskositas terhadap Efisiensi Mekanis dan Rugi Daya

Viskositas pelumas memiliki pengaruh dua arah yang saling kontradiktif terhadap performa output mekanis mesin. Di satu sisi, penggunaan pelumas dengan viskositas tinggi (kental) memberikan perlindungan beban bantalan (*bearing*) yang lebih kokoh dan mencegah terjadinya kerusakan kohesif fluida pada temperatur kerja yang ekstrem. Namun, di sisi lain, fluida yang terlalu kental menyebabkan peningkatan gesekan internal fluida (*viscous drag*) secara signifikan di dalam pompa pelumas dan galeri oli (Taylor, 2012).

Gesekan internal yang masif ini memicu timbulnya kerugian pemompaan (*pumping losses*), di mana pompa oli membutuhkan suplai energi mekanis yang lebih besar dari poros engkol hanya untuk mengalirkan pelumas ke seluruh komponen mesin (Holmberg dkk., 2014). Akibatnya, sebagian energi hasil pembakaran terbuang sia-sia menjadi energi panas fluida. Sebaliknya, pelumas dengan viskositas rendah (encer) seperti SAE 10W-30 secara teoritis mampu mereduksi kerugian hidrodinamik ini. Hambatan aliran yang minim membuat kerja mesin menjadi lebih ringan, sehingga konversi energi termal menjadi daya mekanis (*Horsepower*) dan torsi pada roda belakang menjadi jauh lebih optimal (Kusumo dkk., 2020; Widjanarko & Pratama, 2021).

2.3. Karakteristik CVT dan Dinamika Pengujian Spontan

Sistem CVT bekerja berdasarkan prinsip perubahan diameter sabuk-V (*V-belt*) yang digerakkan oleh gaya sentrifugal pada puli primer (*drive pulley*) dan puli sekunder (*driven pulley*) (Heywood, 2018). Berbeda dengan transmisi manual yang memiliki rasio gigi tetap (*fixed gear ratio*), transmisi CVT menyesuaikan rasionya secara dinamis dan kontinu berdasarkan perpaduan antara putaran mesin dan beban aktual kendaraan di roda belakang.

Pada pengujian di atas perangkat dynamometer (*dynotest*) menggunakan metode bukaan katup gas secara spontan, mekanisme CVT akan langsung bereaksi dengan melakukan perpindahan rasio (*shifting*) secara cepat sejak putaran mesin masih berada di RPM rendah demi mengejar kecepatan linier roda (Prasetiyo dkk., 2019). Fenomena pemindahan gaya yang agresif ini menyebabkan sensor pada roller *dynotest* membaca lonjakan torsi roda (*wheel torque*) yang sangat besar pada rentang awal putaran mesin, yaitu sekitar 2.000 hingga 3.000 RPM, sebelum grafik tersebut mengalami stabilisasi atau penurunan akibat keterbatasan regulasi mekanis puli pada RPM tinggi (Setiawan & Nugroho, 2022). Oleh karena itu, kurva daya dan torsi yang dihasilkan pada pengujian motor *matic* harus diinterpretasikan sebagai hasil kinerja sistem penggerak terintegrasi (*powertrain performance*), bukan *output* mesin murni (*crankshaft output*).

2.4. Karakteristik Mesin eSP Honda dan Korelasinya dengan Bahan Bakar RON 92

Mesin eSP (*enhanced Smart Power*) berkapasitas 109,5 cc milik Honda dirancang dengan konfigurasi mesin langkah panjang (*long stroke*) dan rasio kompresi yang relatif tinggi untuk ukuran motor komuter (Astra Honda Motor, 2022). Karakteristik utama dari mesin generasi baru ini adalah minimnya toleransi celah antar komponen

internal mesin (*clearance*) serta pengaplikasian teknologi rendah gesekan seperti *roller rocker arm* dan dinding silinder bertekstur mikro (*spiny sleeve*). Mengingat celah komponen yang sangat presisi dan rapat tersebut, mesin eSP membutuhkan pelumas encer agar sirkulasi pelumasan dapat berlangsung secara instan ke seluruh komponen bagian atas sejak mesin dihidupkan (Spikes, 2015).

Di samping itu, penggunaan bahan bakar Pertamax dengan nilai *Research Octane Number* (RON) 92 berfungsi sebagai variabel kontrol krusial dalam penelitian. Bahan bakar beroktan 92 disesuaikan dengan kebutuhan rasio kompresi mesin modern untuk memastikan proses pembakaran di dalam silinder berlangsung secara ideal sesuai dengan *timing* pengapian standar pabrik. Hal ini penting guna meminimalkan timbulnya gejala ketukan mesin (*knocking* atau detonasi prematur) yang dapat mengaburkan akurasi dan konsistensi pengukuran grafik performa daya maupun torsi puncak pada perangkat uji *dynotester* (Pulkrabek, 2014; Hidayat & Wibowo, 2023).

3. Metodologi

3.1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen laboratorium. Fokus utama penelitian ini adalah menguji secara empiris hubungan sebab-akibat antara variasi tingkat kekentalan (viskositas) oli mesin sebagai variabel bebas (*independent variable*) terhadap performa daya (*Horsepower*) dan torsi (*Torque*) pada roda belakang sebagai variabel terikat (*dependent variable*).

Rancangan eksperimen dirancang dengan menggunakan model replikasi terkontrol, di mana kondisi operasional lingkungan, bahan bakar, metode pembukaan katup gas, dan objek kendaraan dijaga tetap konstan (*control variables*) selama pengujian berlangsung (Sugiyono, 2019). Pengambilan data dilakukan secara sekuensial untuk masing-masing jenis oli, dimulai dari oli dengan viskositas terendah hingga viskositas tertinggi untuk meminimalkan bias sisa degradasi termal di dalam mesin.

3.2. Waktu, Tempat, dan Kondisi Uji

Eksperimen dan pengambilan data performa mekanis dilaksanakan pada laboratorium pengujian performa kendaraan (*dyno station*) rekanan yang memiliki standardisasi kalibrasi alat uji. Kondisi lingkungan makro di dalam ruang pengujian dipantau dan dikontrol secara ketat guna menjaga stabilitas densitas udara yang masuk ke dalam manifol asupan (*intake manifold*) mesin. Suhu ruangan (*ambient temperature*) dijaga pada rentang konstan 25 hingga 28^{o}C dengan kelembapan relatif (*relative humidity*) berkisar antara 60% hingga 65%. Pengendalian temperatur lingkungan ini merujuk pada standar internasional pengujian kendaraan bertenaga guna memastikan efisiensi termal pembakaran tidak terpengaruh oleh faktor cuaca eksternal (SAE International, 2018).

3.3. Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1. Objek Penelitian (Kendaraan Uji)

Objek utama yang digunakan dalam pengujian ini adalah satu unit sepeda motor *matic* dengan spesifikasi fabrikasi sebagai berikut:

a. Merek/Tipe : Honda Beat Street
b. Tahun Produksi : 2022
c. Kapasitas Mesin : 109,5 cc (teknologi eSP+, 4-Langkah, SOHC, Pendingin Udara)
d. Kondisi Komponen: Standar pabrikan (tanpa modifikasi komponen mesin, CVT, *roller*, maupun sistem kelistrikan/ECU). Sebelum pengujian, kendaraan dipastikan telah melalui pengecekan tekanan kompresi silinder dan pembersihan total pada area CVT untuk menghindari terjadinya slip *V-belt*.

3.3.2. Peralatan Uji

Peralatan utama dan pendukung yang diintegrasikan dalam eksperimen ini meliputi:

a. *Chassis Dynamometer* (Dynotester): Perangkat utama tipe *Inertia Chassis Dynamometer* yang dilengkapi dengan sensor beban (*load cell*) dan sensor kecepatan rotasi roller berpresisi tinggi. Alat ini berfungsi membaca regangan mekanis pada roda belakang kendaraan dan mengonversinya secara *real-time* menjadi grafik parameter daya (HP) dan torsi (N.m).
b. Kipas Pendingin Eksternal (*Blower Fan*): Berfungsi mengalirkan udara berkecepatan konstan ke arah sirip-sirip pendingin blok silinder mesin guna menyimulasikan efek angin saat berkendara nyata sekaligus mencegah terjadinya kondisi panas berlebih

(*overheating*) selama motor dijalankan stasioner di atas *roller*.

c. *Engine Tachometer* & OBD *Scanner*: Alat penangkap pulsa induksi pengapian yang dihubungkan ke kabel busi atau soket *Diagnostic Link Connector* (DLC) untuk membaca putaran mesin (RPM) aktual secara presisi digital yang langsung disinkronkan dengan perangkat lunak *dynotester*.
d. Alat Penguras Oli (*Oil Drain Equipment*) dan Gelas Ukur: Digunakan untuk memastikan proses pengosongan oli lama berjalan maksimal serta menakar volume pengisian oli baru tepat pada angka 650 mL sesuai manual servis pabrikan.

3.3.3. Bahan Eksperimen

Bahan-bahan kimia dan mekanis yang diterapkan dalam penelitian ini terdiri atas:

1. Bahan Bakar Pertamax (RON 92): Digunakan sebagai bahan bakar tunggal di sepanjang penelitian. Seluruh bahan bakar diambil dari satu dispenser SPBU yang sama untuk memastikan homogenitas nilai oktan, densitas fluida, dan nilai kalor spesifiknya (Hidayat & Wibowo, 2023).
2. Pelumas Uji (Variabel Bebas): Tiga variasi oli mesin komersial tipe *matic* (JASO MB) dengan volume masing-masing 650 mL, yang dibedakan berdasarkan tingkat viskositas SAE:

   a) Variasi A: SAE 10W-30 (Pelumas rekomendasi standar)
   b) Variasi B: SAE 15W-40 (Pelumas viskositas menengah)
   c) Variasi C: SAE 20W-50 (Pelumas viskositas tinggi)

3. Cairan Pembersih (*Engine Flush*): Senyawa pelarut kimia ringan yang digunakan untuk membersihkan sisa-sisa film oli lama di dalam bak engkol (*crankcase*) setiap kali terjadi penggantian variasi viskositas oli uji.

3.4. Prosedur Pengujian

Prosedur pelaksanaan eksperimen dirancang secara sitematis melalui tahapan operasional yang ketat sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan dan Kondisi Mesin: Sepeda motor dikondisikan pada area kerja. Oli mesin bawaan dikuras habis saat mesin berada dalam kondisi hangat. Cairan *engine flush* dimasukkan, lalu mesin dinyalakan selama 5 menit untuk merontokkan sisa pelumas lama. Setelah itu, bak oli dikuras kembali dan ditiup menggunakan udara bertekanan rendah hingga dipastikan tidak ada cairan tersisa (Setiawan & Nugroho, 2022).
2. Pengisian Variasi Pelumas dan Pemanasan:
   Pelumas uji pertama (SAE 10W-30) dimasukkan ke dalam mesin dengan volume presisi 650 mL menggunakan gelas ukur. Sepeda motor dinyalakan dan dijalankan pada kondisi stasioner (*idling*) selama 10 menit. Langkah pemanasan ini wajib dilakukan agar oli mencapai temperatur kerja optimalnya (80–90 ^{o}C) dan membentuk lapisan film hidrodinamik yang merata pada dinding silinder (Mang dkk., 2017).
3. Pemasangan Kendaraan pada Perangkat Dynamometer:
   Sepeda motor dinaikkan ke atas *chassis dynamometer*. Roda belakang diposisikan tepat di tengah lekukan *roller* uji. Kendaraan diikat dengan kencang menggunakan *tie-down straps* pada bagian suspensi depan dan sasis belakang guna mencegah terjadinya pergeseran lateral atau slip ban saat akselerasi maksimum dilakukan. Sensor tachometer dipasang untuk mendeteksi RPM mesin.
4. Pelaksanaan Pengujian dengan Metode Tarikan Gas Spontan:
   Kipas pendingin eksternal dinyalakan menghadap mesin. Penguji memasukkan transmisi CVT ke kondisi siap jalan. Ketika perangkat lunak *dyno* mulai merekam, penguji melakukan penarikan katup gas (selongsong throttle) secara mendadak dan spontan hingga bukaan penuh (*Wide Open Throttle* / WOT). Perekaman data kurva dibatasi secara ketat pada rentang putaran mesin antara 2.000 RPM hingga 6.000 RPM. Batasan ini disesuaikan dengan fokus analisis performa operasional harian komuter (Prasetiyo dkk., 2019).
5. Replikasi dan Prosedur Penggantian Variasi:
   Pengujian untuk satu jenis oli dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan (*running*) untuk menjamin konsistensi (*reliability*) data. Nilai daya dan torsi yang diambil adalah nilai rerata dari ketiga pengujian tersebut. Setelah variasi pertama selesai, sepeda motor diturunkan, oli dikuras

kembali dengan menerapkan prosedur pencucian (*flushing*) seperti pada langkah pertama, kemudian dilanjutkan untuk pengujian variasi oli berikutnya (SAE 15W-40 dan SAE 20W-50).

3.5. Metode Pengumpulan dan Analisis Data

Data mentah yang diperoleh dari sensor perangkat *dynotester* diekstraksi melalui perangkat lunak komputer khusus (*dyno software*). Data tersebut disajikan dalam bentuk angka diskret parameter daya puncak (HP) dan torsi puncak (N.m), serta visualisasi grafik kontinu hubungan antara perubahan RPM (sumbu X) terhadap Daya dan Torsi (sumbu Y).

Analisis data dilakukan secara deskriptif komparatif dengan membandingkan nilai absolut performa antarketiga variasi oli. Guna memperkuat interpretasi hasil ilmiah, data eksperimen kemudian dikorelasikan secara teoritis dengan hukum friksi fluida Newton serta karakteristik perpindahan rasio dinamis transmisi CVT pada RPM rendah akibat hentakan mekanis gas spontan (Heywood, 2018; Widjanarko & Pratama, 2021).

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Hasil Pengujian Performa Mekanis

Pengujian eksperimental terhadap unit kendaraan Honda Beat Street 109,5 cc keluaran tahun 2022 dilakukan untuk mengukur output daya (*Horsepower*/HP) dan torsi (*Torque*/N.m) pada roda belakang menggunakan perangkat *inertia chassis dynamometer*. Pengujian ini mengisolasi pengaruh tiga variasi tingkat kekentalan (viskositas) pelumas mesin, yaitu SAE 10W-30, SAE 15W-40, dan SAE 20W-50. Seluruh pengujian dibatasi secara ketat pada rentang putaran mesin 2.000 rpm hingga 6.000 rpm dengan menggunakan variabel kontrol tunggal berupa bahan bakar Pertamax RON 92.

Berdasarkan ekstraksi data mentah melalui perangkat lunak komputer *dynotester*, nilai daya puncak dan torsi puncak yang diraih oleh masing-masing variasi pelumas dirangkum secara komparatif pada Tabel 4.1 di bawah ini:

Tabel 4.1. Rekapitulasi Data Daya Puncak dan Torsi Puncak Hasil *Dynotest*

Variasi Viskositas Oli	Daya Puncak (HP)	Putaran Mesin (RPM)	Torsi Puncak (N.m)	Putaran Mesin (RPM)
SAE 10W-30	8,16	3.000	29,98	2.000
SAE 15W-40	8,00	3.000	25,09	2.000
SAE 20W-50	7,90	3.000	24,78	2.000

Dari Tabel 4.1 memperlihatkan sebuah tren linier yang konsisten, di mana penurunan tingkat kekentalan oli (dari SAE 20W-50 menuju SAE 10W-30) diikuti dengan peningkatan output daya maupun torsi secara bertahap. Karakteristik kurva performa dari ketiga oli tersebut juga menunjukkan fenomena penorehan titik puncak pada RPM yang homogen, yakni daya maksimum pada 3.000 rpm dan torsi maksimum pada 2.000 rpm.

4.2. Pembahasan

4.2.1. Korelasi Viskositas Oli terhadap Daya Mekanis

Berdasarkan data eksperimen, pelumas SAE 10W-30 menghasilkan daya paling tinggi sebesar 8,16 HP. Nilai ini lebih tinggi 2% dibandingkan oli SAE 15W-40 (8,00 HP) dan unggul sekitar 3,2% dibanding oli SAE 20W-50 yang hanya mampu menorehkan angka 7,90 HP. Fenomena keunggulan performa pada pelumas SAE 10W-30 ini dapat dikaji secara ilmiah menggunakan hukum friksi fluida Newton (*Newton's Law of Friction*) dan konsep kerugian pemompaan hidrodinamik (*pumping losses*).

Secara teoritis, oli dengan tingkat kekentalan yang rendah (encer) memiliki tegangan geser (*shear stress*) yang kecil di dalam struktur molekul fluidanya (Mang dkk., 2017). Ketika mesin berputar, poros engkol (*crankshaft*) dan piston bergerak translasional serta rotasional membelah lapisan oli di dalam bak engkol (*crankcase*) dan silinder liner. Cairan yang encer memberikan resistensi hambatan atau gesekan fluida (*viscous drag*) yang minim terhadap pergerakan komponen-komponen tersebut (Taylor, 2012). Sebaliknya, penggunaan pelumas dengan nomor SAE yang tinggi (kental) seperti SAE 20W-50 memaksa pompa oli bekerja ekstra keras untuk menyirkulasikan fluida ke bagian kepala silinder (*cylinder head*). Hambatan

sirkulasi yang masif ini memicu *pumping losses*, di mana sebagian besar energi kinetik hasil pembakaran bahan bakar justru terbuang sia-sia untuk mengatasi gaya gesek internal oli itu sendiri (Holmberg dkk., 2014; Kusumo dkk., 2020). Akibatnya, daya bersih yang tersalurkan menuju sistem transmisi mengalami reduksi đáng kể pada penggunaan oli kental.

4.2.2. Analisis Lonjakan Torsi Roda Belakang pada RPM Rendah

Satu temuan menarik yang memerlukan kajian mendalam pada hasil eksperimen ini adalah tercapainya torsi puncak pada putaran mesin yang sangat rendah, yaitu 2.000 RPM, dengan nilai absolut mencapai 29,98 N.m untuk SAE 10W-30. Secara teoritis, jika merujuk pada spesifikasi brosur pabrikan, mesin eSP Honda Beat 109,5 cc hanya menghasilkan torsi maksimum sekitar 9,3 N.m pada putaran 5.500 RPM (Astra Honda Motor, 2022). Perbedaan profil angka ini tidak mengindikasikan adanya galat (*error*) pada alat ukur, melainkan akibat karakteristik mekanis sistem CVT.

Pengujian dilakukan menggunakan metode hentakan atau tarikan gas secara spontan (*spontaneous throttle jerk*) dari posisi diam. Ketika katup gas dibuka penuh secara mendadak pada rentang 2.000 rpm, gaya sentrifugal langsung melempar komponen roller pada puli primer (*drive pulley*) keluar. Respons mekanis ini memaksa *V-belt* bergerak melebar di puli primer dan menjepit masuk ke diameter terkecil pada puli sekunder (*driven pulley*). Kondisi ini menciptakan rasio reduksi gigi yang sangat besar (*low gear ratio*) guna menghasilkan gaya puntir awal yang kuat (Heywood, 2018; Prasetiyo dkk., 2019).

Perangkat *chassis dynamometer* membaca performa aktual pada permukaan ban roda belakang, sehingga angka yang terekam oleh sensor *load cell* adalah Torsi Roda (*Wheel Torque*), bukan Torsi Poros Engkol (*Crankshaft Torque*). Nilai torsi mesin murni telah dikalikan beberapa kali lipat oleh rasio reduksi puli CVT serta gigi reduksi akhir (*final gear ratio*) sepeda motor (Setiawan & Nugroho, 2022).

Dalam konteks variasi pelumas, oli SAE 10W-30 mampu menghasilkan torsi roda tertinggi (29,98 N.m) karena hambatan gesek yang rendah memungkinkan mesin berakselerasi lebih instan. Kecepatan akselerasi poros engkol ini mempercepat proses pemindahan rasio CVT secara agresif di awal tarikan gas. Pada oli kental (SAE 20W-50), kelembaman hidrodinamik oli memperlambat respons akselerasi awal mesin, sehingga energi puntir yang tersalurkan ke roda belakang pada 2.000 RPM turun menjadi 24,78 N.m (Widjanarko & Pratama, 2021).

4.2.3. Kesesuaian Desain Mesin eSP terhadap Karakteristik Viskositas

Keunggulan mutlak dari pelumas SAE 10W-30 mempertegas bahwa karakteristik oli harus sejalan dengan arsitektur orisinal mesin kendaraan. Jajaran mesin *matic* Honda generasi terbaru dengan teknologi eSP dirancang menggunakan basis mekanis yang mengutamakan minimalisasi efisiensi energi (*low friction engine*). Komponen internal seperti *roller rocker arm*, jurnal bantalan poros engkol, dan ketebalan cincin piston dibuat sangat tipis dengan tingkat kerapatan celah komponen (*clearance*) yang sangat presisi (Spikes, 2015).

Celah komponen yang berada di bawah skala mikro meter tersebut menuntut pelumas yang memiliki fluiditas tinggi agar dapat mengalir masuk secara instan ke area-area sempit sejak putaran awal (Sui dkk., 2019). Pelumas SAE 15W-40 dan SAE 20W-50 terlalu pekat untuk memasuki celah mikro mesin eSP. Ketidakmampuan penetrasi oli kental ini tidak hanya menurunkan efisiensi konversi performa daya dan torsi seperti yang dibuktikan dalam data eksperimen ini, melainkan juga berpotensi memicu keausan jangka panjang akibat fenomena kelaparan oli (*oil starvation*) pada saat kondisi mesin pertama kali dinyalakan (Hidayat & Wibowo, 2023). Oleh karena itu, dari aspek performa dinamis dan mekanis, variasi pelumas SAE 10W-30 merupakan tingkat kekentalan yang paling ideal dan adaptif bagi operasional motor Honda Beat Street 109,5 cc.

5. Simpulan

Berdasarkan hasil uji eksperimental dan analisis data mengenai pengaruh perbedaan tingkat kekentalan (viskositas) oli mesin terhadap performa mekanis Honda Beat Street 109,5 cc keluaran tahun 2022, dapat ditarik beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Signifikansi Pengaruh Viskositas: Tingkat kekentalan oli mesin terbukti memiliki pengaruh yang signifikan terhadap output daya (*Horsepower*) dan torsi roda belakang kendaran. Penggunaan pelumas dengan tingkat viskositas yang lebih

rendah (encer) secara linier menghasilkan performa yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan karakteristik oli yang encer mampu meminimalkan gaya gesek internal fluida (*viscous drag*) sekaligus mereduksi kerugian mekanis akibat beban pemompaan oli (*pumping losses*).

2. Karakteristik Output Daya Maksimum: Hasil pengujian menggunakan perangkat *dynotester* menunjukkan bahwa daya puncak untuk ketiga jenis oli tercapai secara seragam pada putaran mesin 3.000 RPM. Pelumas dengan spesifikasi SAE 10W-30 menghasilkan daya paling tinggi sebesar 8,16 HP, disusul oleh SAE 15W-40 sebesar 8,00 HP, dan yang paling rendah adalah SAE 20W-50 sebesar 7,90 HP.
3. Karakteristik Output Torsi Maksimum: Torsi puncak dari pengujian ketiga variasi oli didapatkan pada putaran mesin 2.000 RPM, di mana nilai ini merepresentasikan torsi roda (*wheel torque*) akibat respons perpindahan rasio CVT secara agresif saat katup gas ditarik spontan. Pelumas SAE 10W-30 menghasilkan torsi roda tertinggi sebesar 29,98 N.m, disusul oleh SAE 15W-40 sebesar 25,09 N.m, dan SAE 20W-50 sebesar 24,78 N.m.
4. Variasi Pelumas Paling Ideal: Oli pelumas dengan tingkat kekentalan SAE 10W-30 terbukti sebagai pelumas yang paling unggul dan paling cocok untuk mengoptimalkan daya dan torsi pada mesin motor Honda Beat Street 109,5 cc tahun 2022. Spesifikasi viskositas ini sangat adaptif dalam memfasilitasi kerapatan celah komponen internal (*clearance*) mesin teknologi eSP jika dibandingkan dengan variasi SAE 15W-40 dan SAE 20W-50.

Daftar Pustaka

Astra Honda Motor. (2022). *Buku Pedoman Pemilik Honda Beat Street 109,5 cc*. Jakarta: PT. Astra Honda Motor.

Heywood, J. B. (2018). *Internal Combustion Engine Fundamentals* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill Education.

Hidayat, R., & Wibowo, A. (2023). Analisis pengaruh nilai oktan bahan bakar terhadap kestabilan torsi motor *matic* 110cc. *Jurnal Teknik Otomotif Indonesia*, 15 (2), 88-95.

Holmberg, K., Andersson, P., & Erdemir, A. (2012). Global energy consumption due to friction in passenger cars. *Tribology International*, 47, 221-234.

Kusumo, B. T., Utomo, S., & Raharjo, P. (2020). Studi eksperimental pengaruh viskositas pelumas terhadap konsumsi bahan bakar dan daya motor bensin. *Jurnal Ilmu Otomotif Universitas Negeri Semarang*, 8 (1), 45-52.

Mang, T., Dresel, W., & Martinez, A. (2017). *Lubricants and* Lubrication (3rd ed.). Weinheim: Wiley-VCH.

Mobarak, H. M., Niza Mohamad, E., Masjuki, H. H., Kalam, M. A., Al-Mahmud, K. A. H., Habibullah, M., & Sood, A. M. (2014). The prospects of biolubricants as alternative in automotive applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33, 34-43.

Prasetiyo, A., Widodo, T., & Gunawan, I. (2019). Pemetaan kurva performa transmisi otomatis pada pengujian dynamometer chassis. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 10 (3), 312-320.

Pulkrabek, W. W. (2014). *Engineering Fundamentals of the Internal* Combustion *Engine* (2nd ed.). Essex: Pearson Education Limited.

SAE International. (2018). *SAE J1349: Engine Power Test Code - Spark Ignition and Compression Ignition - Net Power Rating*. Warrendale: SAE International.

Spikes, H. (2015). Friction modifier additives. *Tribology Letters*, 60 (1), 5.

Setiawan, D., & Nugroho, F. (2022). Analisis grafik dynotest pada motor *matic* dengan sistem Continuous Variable Transmission (CVT). *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Sinergi*, 20 (1), 14-22.

Stachowiak, G. W., & Batchelor, A. W. (2013). *Engineering Tribology* (4th ed.). Boston: Butterworth-Heinemann.

Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sui, H., Jiao, K., & Zhang, J. (2019). Numerical and experimental study on hydrodynamic lubrication of piston ring-pack. *Industrial Lubrication and Tribology*, 71 (4), 543-551.

Taylor, R. I. (2012). Engine lubricant viscosity and fuel economy: the influence of journal bearing characteristics. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology*, 226 (5), 415-427.

Widjanarko, M., & Pratama, Y. (2021). Efek variasi SAE pelumas terhadap torsi roda dan temperatur operasional mesin sepeda motor *matic*. *Jurnal Teknik Mesin dan Otomotif*, 3 (2), 101-110.