



Pengaruh Sudut dan Kekasaran *Pulley* terhadap Torsi Sepeda Motor *Matic* 108 cm³ Tahun 2011

Muhammad Rizqi Maulana^{1*}, Syamsul Hadi²

¹Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Politeknik Negeri Malang

²Program Studi Doktor Terapan Optimasi Desain Mekanik, Politeknik Negeri Malang

*Penulis Korespondensi: syampol2003@yahoo.com, syamsul.hadi@polinema.ac.id

Abstract. A decline in performance in automatic motorcycles that have been used for a long time is a common problem caused by wear and tear on the Continuously Variable Transmission (CVT) system. This condition results in a reduction in the clamping force of the V-belt on the pulley, causing slippage and a decrease in transmission capacity. Based on the manufacturer's specifications, the torque is 8.32 Nm at 5500 rpm, while the test results show a torque of 7.41 Nm at 6500 rpm, a decrease of 10.9%. The study aims to analyze the effect of variations in pulley angle and surface roughness on the torque value of a 108 cm³ automatic motorcycle as a method to restore transmission performance without replacing the main components. The pulley angles tested were 14°, 13.8°, and 13.5°, while the surface roughness was varied based on the turning process with cutting inserts having nose radii of 0.2 mm, 0.4 mm, and 0.8 mm. The testing was conducted using a dynamometer at an engine speed range of 6000 – 9000 rpm. The results showed that the combination of a 13.8° pulley angle with a 0.2 mm cutting insert nose radius produced a torque of 7.41 Nm at 6500 rpm, an increase of 8.2% compared to the standard 14.5° configuration, which only produced 6.85 Nm. Modifying the pulley angle and surface roughness was proven to increase the V-belt clamping force, thereby improving transmission performance.

Keywords: automatic motorcycle; CVT; pulley angle; surface roughness; torque.

Abstrak. Penurunan kinerja pada sepeda motor *matic* yang telah lama digunakan merupakan permasalahan umum yang disebabkan oleh keausan pada sistem *Continuously Variable Transmission* (CVT). Kondisi tersebut mengakibatkan berkurangnya gaya jepit V-belt terhadap *pulley* sehingga terjadi slip dan penurunan kemampuan transmisi. Berdasarkan spesifikasi pabrikan, torsi senilai 8,32 Nm pada 5500 rpm, sedangkan hasil pengujian menunjukkan torsi senilai 7,41 Nm pada 6500 rpm atau mengalami penurunan sebesar 10,9%. Penelitian bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi sudut dan kekasaran permukaan *pulley* terhadap nilai torsi sepeda motor *matic* 108 cm³ sebagai metode untuk memulihkan kinerja transmisi tanpa mengganti komponen utama. Sudut *pulley* yang diuji adalah 14°, 13,8°, dan 13,5°, sedangkan kekasaran permukaan divariasikan berdasarkan proses pembubutan dengan *cutting insert* yang memiliki *nose radius* 0,2 mm; 0,4 mm; dan 0,8 mm. Pengujian dilakukan menggunakan *dynamometer* pada rentang putaran mesin 6000 – 9000 rpm. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi sudut *pulley* 13,8° dengan *nose radius* pahat *insert* 0,2 mm menghasilkan torsi senilai 7,41 Nm pada 6500 rpm atau meningkat 8,2% dibandingkan konfigurasi standar 14,5° yang hanya menghasilkan 6,85 Nm. Modifikasi sudut *pulley* dan kekasaran permukaan terbukti mampu meningkatkan gaya jepit V-belt sehingga memperbaiki kinerja transmisi.

Kata kunci: CVT; kekasaran permukaan; motor *matic*; sudut *pulley*; torsi.

1. LATAR BELAKANG

Sepeda motor dengan transmisi otomatis (*Continuously Variable Transmission* atau CVT) menjadi salah satu kendaraan roda dua yang banyak digunakan karena kemudahan dan kepraktisannya. Akan tetapi seiring bertambahnya usia kendaraan, kinerja mesin dan sistem transmisi cenderung mengalami penurunan akibat keausan komponen internal. Fenomena umum terjadi pada sepeda motor *matic* berusia lebih dari 10 tahun, di mana daya jepit V-belt terhadap *pulley* melemah sehingga menyebabkan slip pada sistem transmisi (Harsanta & Parta, 2020). Penurunan berdampak langsung pada berkurangnya torsi kendaraan sehingga kinerja sepeda motor tidak lagi optimal seperti spesifikasi awal pabrikan.

Perbaikan terhadap permasalahan umumnya dilakukan dengan mengganti komponen CVT yang sudah aus, tetapi biaya penggantian cukup tinggi sehingga tidak semua pemilik kendaraan tua memilih opsi tersebut. Sebagai alternatif, modifikasi sudut kemiringan *pulley* dan tingkat kekasaran permukaan dapat menjadi solusi teknis yang lebih ekonomis. Sudut kemiringan *pulley* memengaruhi distribusi gaya *radial V-belt* terhadap permukaan *pulley*. Sudut yang lebih kecil dari standar dapat meningkatkan gaya jepit *V-belt* sehingga mengurangi slip dan meningkatkan torsi (Nurwanto & Hadi, 2024).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perubahan geometri *pulley*, terutama sudut kemiringannya, dapat memengaruhi kinerja kendaraan. Nurwanto & Hadi, (2024) menemukan bahwa sudut kemiringan *pulley* sebesar 13,5° dengan massa roller 12 gram menghasilkan torsi optimal pada motor *matic* 150 cm³. Noviana *et al.*, (2023); (Juniar & Santoso, 2023) menemukan bahwa sudut kemiringan *pulley* sebesar 13,5° dengan massa roller 13 gram menghasilkan torsi optimal pada motor *matic* 110 cm³. Da Wara *et al.*, (2021) juga menunjukkan bahwa variasi sudut *pulley* 13° dan 14° pada yamaha fino 2012 memberikan peningkatan torsi yang signifikan. Penelitian lain oleh Towijaya & Iskandar, (2022); Winoko & Rantetampang, (2022) juga memperkuat bahwa perubahan sudut *pulley* yang lebih kecil dapat menghasilkan torsi yang lebih besar pada kisaran putaran mesin 6000 – 8000 *rpm*, tergantung karakteristik kendaraan yang diuji.

Di sisi lain, kekasaran permukaan *pulley* juga merupakan parameter penting yang mempengaruhi gaya gesek antara *V-belt* dan *pulley*. Zaidan *et al.*, (2023) menyatakan bahwa nilai kekasaran permukaan (*roughness average*, Ra) yang tinggi dapat meningkatkan gaya gesek antara *pulley* dan *V-belt*, sehingga nilai torsi yang ditransmisikan cenderung meningkat, tetapi permukaan yang terlalu kasar dapat mempercepat keausan, menurunkan efisiensi, dan memperpendek umur komponen (Masarufiyah *et al.*, 2020).

Meskipun beberapa penelitian telah membahas pengaruh variasi sudut kemiringan dan kekasaran permukaan *pulley* secara terpisah, kajian yang menggabungkan kedua variabel tersebut dalam satu analisis terhadap torsi sepeda motor *matic*, khususnya pada kendaraan tahun lama seperti motor *matic* 108 cm³ tahun 2011, masih sangat terbatas. Sehingga, penelitian dilakukan dengan judul "Pengaruh Sudut dan Kekasaran Pulley terhadap Torsi Sepeda Motor Matic 108 cm³ Tahun 2011", yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh simultan sudut dan kekasaran *pulley* terhadap torsi sebagai solusi peningkatan kinerja mesin dan transmisi tanpa perlu melakukan penggantian penuh pada komponen CVT.

Hasil dari penelitian diharapkan dapat menjadi acuan teknis dalam desain dan modifikasi komponen CVT, serta memperkaya literatur teknik mesin di bidang transmisi otomatis (Fatkhurrohman *et al.*, 2021).

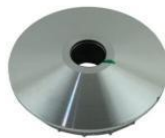
2. KAJIAN TEORITIS

Continuously Variable Transmission (CVT)

Sistem transmisi otomatis atau *Continuously Variable Transmission (CVT)* bekerja dengan prinsip gaya sentrifugal yang mengatur rasio transmisi secara kontinu berdasarkan beban serta kecepatan mesin. Komponen utama CVT terdiri atas dua *pulley* (primer dan sekunder) yang dihubungkan oleh sabuk V-*belt*. Mekanisme ini memungkinkan perubahan diameter efektif *pulley* sehingga rasio transmisi dapat menyesuaikan kondisi operasi mesin secara otomatis (Fatkhurrohman *et al.*, 2021). *Pulley* primer berfungsi mengatur kecepatan putar mesin sesuai gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh roller (Waluyoa *et al.*, 2021). Perubahan diameter efektif pada *pulley* mengatur percepatan kendaraan secara otomatis dan halus.

Primary Sliding Sheave

Primary sliding sheave merupakan salah satu komponen utama pada sistem transmisi CVT sepeda motor otomatis. Komponen ini terbuat dari bahan *non ferrous* dan terhubung langsung dengan poros engkol (*crankshaft*). Perannya adalah menyalurkan tenaga dari mesin menuju sistem transmisi melalui sabuk V-*belt* (Harsanta & Parta 2020). Efektivitas kerja *pulley* primer sangat dipengaruhi oleh kondisi geometrisnya, seperti sudut kemiringan dan massa roller, yang berdampak pada nilai torsi kendaraan.



Gambar 1. *Primary Sliding Sheave*

Primary Fixed Sheave

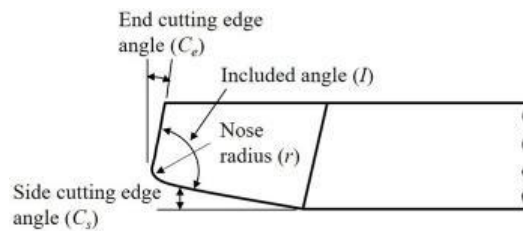
Primary fixed sheave merupakan bagian dari *pulley* yang posisinya tetap dan terhubung langsung dengan poros *pulley* primer. Komponen ini berperan sebagai tempat v-*belt* melilit pada sistem transmisi. *Pulley* tersebut biasanya terbuat dari bahan *ferrous* dan dilengkapi dengan piringan yang memiliki kipas di bagian tepinya, berfungsi untuk membantu proses pendinginan pada ruang CVT (Juniar & Santoso, 2021).



Gambar 2. *Primary Fixed Sheave*

Kekasaran Permukaan *Pulley*

Kekasaran permukaan *pulley* merupakan parameter penting yang mempengaruhi gesekan antara *V-belt* dan permukaan *pulley*. Kekasaran umumnya dihasilkan dari proses pemesinan seperti pembubutan, dan salah satu faktor yang memengaruhinya adalah *nose radius* dari *insert* pahat bubut yang digunakan. *Insert* dengan *nose radius* kecil menghasilkan permukaan yang lebih kasar, sedangkan *radius* yang lebih besar memberikan hasil akhir yang lebih halus (Masarufiyah *et al.*, 2020). Variasi kekasaran secara tidak langsung memengaruhi torsi yang dihasilkan pada sistem transmisi CVT.



Gambar 3. Ilustrasi Geometri Pahat Bubut

Torsi

Torsi merupakan ukuran kemampuan mesin untuk menghasilkan kerja putar. Besaran ini digunakan untuk menghitung energi rotasi yang timbul akibat gaya yang bekerja pada jarak tertentu dari titik pusat rotasi. Ketika benda berputar dengan gaya sentrifugal **F** dan jari-jari putaran **r**, torsi **T**. Menurut Towijaya & Iskandar, (2022) rumus yang digunakan dalam menentukan nilai torsi menggunakan persamaan berikut:

Rumus : $T = F \times r$

Keterangan : T : Torsi (Nm)

F : Gaya sentrifugal (N)

r : Jari-jari rotasi (m)

3. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimen. Menurut Wijaya *et al.*, (2021) Metode tersebut digunakan untuk menganalisis pengaruh suatu perlakuan terhadap variabel lain dalam kondisi yang terkontrol. Pada penelitian penulis menggunakan metode eksperimen untuk menganalisis pengaruh dua variabel bebas terhadap nilai torsi sepeda motor *matic*. Pendekatan eksperimen memungkinkan peneliti mengendalikan variabel independen sehingga dampaknya terhadap variabel dependen dapat diamati secara sistematis (Sinatrya C & Purwoko, 2021).

Alat dan Bahan Penelitian

Berikut peralatan dan bahan utama yang digunakan dalam penelitian:

A. Kendaraan uji

Kendaraan yang digunakan sebagai pengujian dalam penelitian memiliki spesifikasi sebagaimana Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Kendaraan Uji

Sepeda Motor <i>Matic</i> Bervolume 108 cm³	
Tipe Mesin	4 langkah, SOHC
Sistem Bahan Bakar	Karburator
Diameter × Langkah	50 × 55 mm
Rasio kompresi	9,2:1
Daya Maksimum	6.04 kW / 8000 rpm
Torsi Maksimum	8,32 Nm / 5500 rpm
Tipe Kopling	Otomatis, sentrifugal, tipe kering
Transmisi	Automatis, V-belt
Kapasitas Oli Mesin	0,7 Liter

B. Dynamometer (*Dynotest*)

Pengujian torsi dilakukan menggunakan alat BRT Super Dyno Inersia 50 LA yang berfungsi mengukur daya dan torsi kendaraan. Alat ini mampu menahan putaran roda pada roller dan menghitung beban serta kecepatan poros untuk menentukan kinerja mesin secara akurat. Spesifikasi alat sebagaimana Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi *Dynotest* BRT Super Dyno Inersia 50 LA

<i>Dynotest</i> BRT Super Dyno Inersia 50 LA	
Daya Maksimum	200 HP
Torsi Maksimum	100 ft.lbs / 135,58 Nm
Sensor AFR	2 <i>Channel</i> AFR <i>Sensor</i>
Kecepatan Maksimum	200 KPH / 200 km/jam
<i>Front Wheel Bracket</i>	<i>Adjustable</i>
Akurasi Kecepatan <i>Roller</i>	± 1/100 TH MPH
Diameter Roller	305 mm
Berat Total	350 kg
<i>Software</i>	BRT <i>Software</i> Control & Interface

C. Blower

Blower merupakan perangkat atau mesin yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan udara maupun gas (Handoko *et al.*, 2022). Alat tersebut berperan penting dalam membantu proses pendinginan mesin sehingga dapat mencegah terjadinya *overheat* pada kendaraan.

D. Pahat Bubut *Insert*

Pahat bubut *insert* digunakan sebagai alat penyayat pada proses pembubutan (Widiarto *et al.*, 2023), terbuat dari material *Cubic Boron Nitride* (CBN) dan dipasang secara bongkar pasang pada *holder* pahat. Penelitian menggunakan *insert* dengan variasi *nose radius* sebesar 0,2 mm; 0,4 mm; dan 0,8 mm.

E. Bevel Potractor

Bevel potractor berfungsi sebagai alat untuk mengukur serta menganalisis sudut kemiringan pada *pulley* primer maupun *pulley* sekunder.

F. Surface Roughness Tester

Surface roughness tester berfungsi untuk mengukur tingkat kekasaran pada permukaan suatu benda yang telah melewati proses produksi atau pengerjaan dengan mesin (Fachrudin & Frida Astuti, 2024), (Palova *et al.*, 2023). Pada penelitian menggunakan alat uji *sureface roughness tester* AMTAST SRT-6210 yang berspesifikasi sebagaimana Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi *Sureface Roughness Tester* AMTAST SRT-6210

<i>Sureface Roughness Tester</i> AMTAST SRT-6210	
Parameter	Ra, Rz, Rq, Rt
Range Pengukuran	Ra, Rq: 0.005–16.00 μm ; Rz, Rt: 0.020–160.0 μm
Akurasi	$\pm 10\%$
Sensor	Induktansi; stylus diamond, radius 5 μm , sudut 90°
Cut-off	0.25 mm / 0.8 mm / 2.5 mm (opsional)
Stroke Maksimum	17.5 mm
Filter Digital	RC, Gauss, D-P
Display	LCD 4 digit, backlight biru
Daya	Baterai Li-ion, isi ulang
Ukuran & Berat	140 × 57 × 48 mm; ± 420 g

G. *Primary Drive Pulley*

Primary drive pulley yang digunakan memiliki variasi sudut 14° ; $13,8^\circ$; dan $13,5^\circ$. Setiap sudut diuji dengan tiga tingkat kekasaran permukaan berbeda sesuai hasil proses pembubutan.

Variabel Penelitian

Dalam penelitian tersebut, terdapat dua jenis variabel yang digunakan, yaitu variabel bebas (*independent variable*) dan variabel terikat (*dependent variable*). Variabel terikat merupakan faktor yang berubah akibat pengaruh dari variabel lainnya, sedangkan variabel bebas adalah faktor yang memberikan pengaruh terhadap variabel terikat. Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

a. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

- a) Variasi Sudut *Pulley* 14° , $13,8^\circ$, dan $13,5^\circ$
- b) Kekasaran Permukaan *Pulley*

b. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Hasil pengujian torsi sepeda motor *matic* 108 cm³

c. Variabel Terkontrol (*Controlled Variable*)

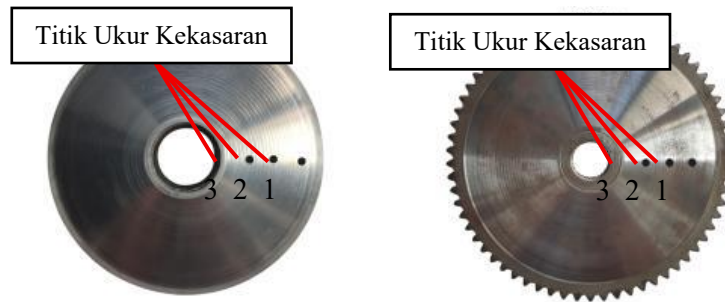
- a) *Full throttle*
- b) Menggunakan bahan bakar RON 90
- c) Pembubutan menggunakan *nose radius* pahat *insert* 0,2; 0,4; dan 0,8 mm
- d) Tahun kendaraan 2011
- e) Telah melakukan *service* sebelum pengujian dimulai

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Kekasaran Permukaan

Pengukuran kekasaran permukaan *pulley* CVT dilakukan melalui proses pembubutan dengan variasi *nose radius* pada pahat *insert* tanpa perlakuan tambahan. Pengukuran menggunakan *surface roughness tester* dengan akurasi $\pm 10\%$ pada panjang sampel 0,8 mm di tiga titik pengamatan berjarak 1 cm sebagaimana Gambar 4. Hasil menunjukkan bahwa *nose radius* 0,2 mm menghasilkan nilai kekasaran tertinggi, sedangkan 0,8 mm memberikan permukaan paling halus.

Semakin besar *nose radius*, nilai kekasaran (R_a) semakin rendah, yang memengaruhi gaya kontak antara V-belt dan *pulley*. Data hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 4, 5, dan 6.



Gambar 4. Titik Ukur Kekasaran Permukaan *Pulley*

Tabel 4. Hasil Data Pengukuran Kekasaran *Pulley* Standar

Jenis <i>Pulley</i>	Kekasaran R_a (μm)			Rerata Kekasaran R_a (μm)
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	
<i>Primary Sliding Sheave</i>	1,536	1,118	1,425	1,359
<i>Primary Fixed Sheave</i>	1,527	1,493	1,340	1,453

Tabel 5. Hasil Data Pengukuran Kekasaran *Primary Sliding Sheave* Setelah Pembubutan

Jenis <i>Pulley</i>	<i>Nose Radius</i> Pahat Insert (mm)	Replikasi R_a (μm)			Rerata Kekasaran R_a (μm)
		1	2	3	
<i>Primary Sliding Sheave</i>	0,8	1,028	1,325	1,322	1,225
	0,4	1,359	1,462	1,541	1,454
	0,2	1,490	1,595	1,868	1,651

Tabel 6. Hasil Data Pengukuran Kekasaran *Primary Fixed Sheave* Setelah Pembubutan

Jenis <i>Pulley</i>	Kekasaran R_a (μm)			Rerata Kekasaran R_a (μm)
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	
<i>Primary Fixed Sheave</i>	2,824	2,884	2,833	2,487

Pengujian Torsi

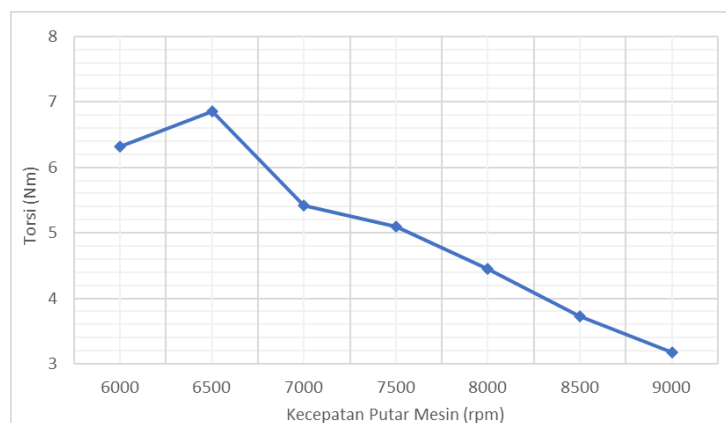
Pengukuran nilai torsi secara tepat dilakukan dengan menggunakan alat *dynamometer* (*dynotest*). Bekerja dengan cara menahan roda kendaraan yang berputar pada roller, kemudian mengukur beban dan kecepatan putaran poros untuk menentukan kinerja mesin (Zainuri *et al.*,

2022). Dalam penelitian, pengujian dilakukan menggunakan BRT Super Dyno Inersia 50 LA yang mampu mengukur daya hingga 200 HP dengan akurasi kecepatan roller $\pm 1/100$ TH MPH.

Pengujian torsi dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi sudut dan kekasaran *pulley* terhadap kinerja sepeda motor *matic* 108 cm³ tahun 2011. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kombinasi sudut kemiringan dan kekasaran permukaan berpengaruh terhadap nilai torsi yang dihasilkan pada rentang kecepatan putar mesin 6000 – 9000 *rpm*. Hasil pengujian torsi sebagaimana Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Data Pengujian Torsi (Nm)

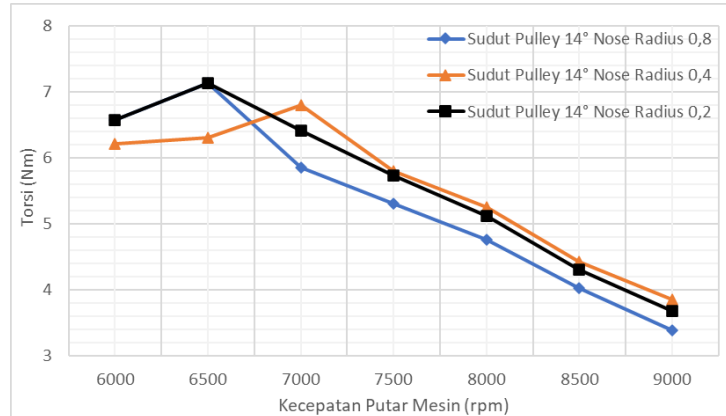
	α Pulley	α pulley 14°			α Pulley 13, 8°			α Pulley 13, 5°		
<i>rpm</i>	Standar	<i>Nose Radius Pahat Insert</i>								
	14, 5°	0,8	0,4	0,2	0,8	0,4	0,2	0,8	0,4	0,2
6000	6,32	6,57	6,22	6,58	6,81	7,2	7,22	5,98	6,04	6,20
6500	6,85	7,14	6,31	7,14	7,17	7,22	7,41	6,22	6,49	6,80
7000	5,42	5,86	6,80	6,42	6,53	6,71	6,61	5,99	6,63	5,84
7500	5,09	5,30	5,80	5,73	5,75	5,54	5,76	5,64	5,66	5,34
8000	4,45	4,76	5,25	5,12	5,10	4,77	5,14	4,98	5,06	4,89
8500	3,72	4,02	4,43	4,30	4,24	3,99	4,20	4,13	4,15	4,19
9000	3,18	3,39	3,85	3,68	3,81	3,35	3,57	3,61	3,70	3,46



Gambar 5. Hubungan Antara Kecepatan Putar Mesin terhadap Torsi pada Sudut *Pulley* 14,5°

Pada sudut *pulley* 14,5°, torsi tertinggi terjadi saat mesin berputar di kisaran 6000 – 6500 *rpm*. Nilai torsi yang tercatat yaitu 6,32 Nm, kemudian meningkat hingga mencapai senilai 6,85 Nm pada 6500 *rpm*. Seiring meningkatnya putaran mesin, torsi mulai menurun secara perlahan ketika mesin berputar lebih cepat, hingga mencapai senilai 3,18 Nm pada 9000 *rpm*.

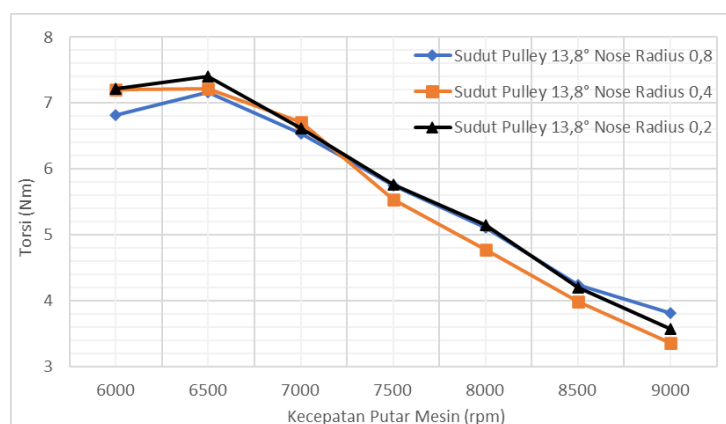
Fenomena juga disebutkan oleh Harsanta & Parta (2020) yang menjelaskan bahwa pada sudut *pulley* standar, terutama tanpa perlakuan tambahan, kemampuan mempertahankan torsi pada kecepatan tinggi akan menurun karena berkurangnya gesekan efektif antara *V-belt* dan *pulley*. Sehingga, sudut 14,5° menunjukkan kinerja torsi yang baik hanya dalam rentang 6000 – 6500 rpm, namun tidak stabil di atasnya.



Gambar 6. Hubungan Antara Kecepatan Putar Mesin terhadap Torsi pada Sudut *Pulley* 14°

Pada sudut *pulley* 14°, terjadi peningkatan torsi dibandingkan sudut sebelumnya. Pada 6000 rpm, nilai torsi berada antara 6,22 – 6,81 Nm. Ketiga variasi *nose radius* mencapai torsi senilai 7,14 Nm pada 6500 rpm.

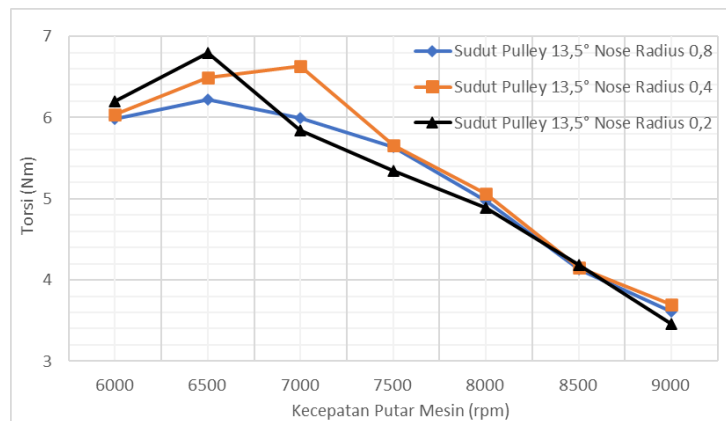
Setelah mencapai 6500 rpm, penurunan torsi berlangsung secara perlahan. Konfigurasi dengan *nose radius* 0,2 mm dan 0,4 mm masih mempertahankan torsi di atas 6,5 Nm pada putaran mesin 7000 – 7500 rpm, sementara *radius* 0,8 mm mulai menurun lebih cepat, yang memperlihatkan bahwa pengurangan sudut *pulley* dari standar dapat meningkatkan tekanan antara *pulley* dan *V-belt*. Menurut Da Wara *et al.*, (2021), perubahan sudut *pulley* berpengaruh langsung terhadap gaya jepit yang menentukan seberapa kuat *belt* menyalurkan tenaga mesin.



Gambar 7. Hubungan Antara Kecepatan Putar Mesin terhadap Torsi pada Sudut *Pulley* 13,8°

Sudut *pulley* $13,8^\circ$ memberikan torsi paling baik dibandingkan semua sudut lainnya. Saat mesin berputar 6000 rpm , nilai torsi tercatat mencapai $7,20 - 7,22\text{ Nm}$. Pada 6500 rpm , kombinasi dengan *nose radius* $0,2\text{ mm}$ menghasilkan torsi senilai $7,41\text{ Nm}$.

Pada putaran $7000 - 7500\text{ rpm}$, torsi masih tetap tinggi. Kombinasi dengan *radius* $0,4\text{ mm}$ mencatat torsi senilai $6,71\text{ Nm}$, sementara *radius* $0,2\text{ mm}$ dan $0,8\text{ mm}$ masing-masing menghasilkan $6,61\text{ Nm}$ dan $6,53\text{ Nm}$. Penurunan torsi yang terjadi setelah 7500 rpm berjalan perlahan dan masih dalam batas stabil. Berdasarkan penelitian Irawan *et al.*, (2025) sudut *pulley* yang sedikit lebih landai dapat memperkuat daya tekan *V-belt* terhadap permukaan *pulley*. Menurut Wijaya *et al.*, (2021), *nose radius* yang lebih kecil memungkinkan penyebaran tekanan yang merata sehingga mengurangi gesekan berlebihan dan slip.



Gambar 8. Hubungan Antara Kecepatan Putar Mesin terhadap Torsi pada Sudut *Pulley* $13,5^\circ$

Pada sudut *pulley* $13,5^\circ$, torsi cenderung lebih rendah dibandingkan sudut lainnya. Nilai torsi pada 6000 rpm berkisar antara $5,98 - 6,22\text{ Nm}$. Nilai tertinggi diperoleh pada 6500 rpm , yaitu senilai $6,80\text{ Nm}$ untuk *radius* $0,2\text{ mm}$, diikuti $6,49\text{ Nm}$ ($0,4\text{ mm}$) dan $6,22\text{ Nm}$ ($0,8\text{ mm}$).

Penurunan torsi mulai terasa lebih cepat pada putaran 7000 rpm ke atas, terutama pada kombinasi dengan *radius* $0,8\text{ mm}$. Seluruh konfigurasi mengalami penurunan hingga mendekati $3,5\text{ Nm}$ saat mencapai 9000 rpm . Berdasarkan penelitian Masarufiyah *et al.*, (2020), sudut *pulley* yang terlalu landai dapat mengurangi tekanan penjepit dan meningkatkan risiko selip, sehingga torsi tidak dapat dipertahankan secara maksimal. Towijaya & Iskandar, (2022) juga menyampaikan bahwa *radius* besar pada sudut kecil dapat mengurangi luas bidang kontak antara *belt* dan *pulley*.

5. SIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sepeda motor *matic* 108 cm^3 tahun 2011 mengalami penurunan torsi dibandingkan dengan spesifikasi pabrikan. Torsi standar senilai $8,32\text{ Nm}$ pada 5500 rpm menurun menjadi $7,41\text{ Nm}$ pada 6500 rpm , atau terjadi penurunan

sekitar 10,9% akibat penurunan kinerja sistem CVT setelah lebih dari sepuluh tahun pemakaian. Kondisi ini mengonfirmasi bahwa kinerja transmisi mengalami degradasi seiring umur komponen.

Pengujian variasi sudut dan kekasaran permukaan *pulley* menunjukkan bahwa kombinasi sudut 13,8° dengan *nose radius* pahat 0,2 mm memberikan kinerja terbaik dengan torsi 7,41 Nm. Peningkatan ini mencapai 8,2% dibandingkan sudut standar 14,5°, sehingga membuktikan bahwa modifikasi geometri *pulley* dan kualitas permukaan dapat memulihkan kinerja motor matic lama. Sudut *pulley* yang lebih kecil meningkatkan gaya jepit *V-belt* pada rentang 6000 – 7000 *rpm*, tetapi sudut terlalu kecil seperti 13,5° menurunkan torsi pada putaran tinggi akibat slip. Kekasaran permukaan yang lebih besar juga mampu meningkatkan gaya gesek dan torsi, meskipun berpotensi mempercepat keausan *V-belt* sehingga memerlukan keseimbangan antara kinerja dan umur komponen.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan mengevaluasi sudut *pulley* di luar rentang 13,5° – 14,5° serta menambah variasi kekasaran permukaan menggunakan metode pemesinan seperti *grinding* atau *lapping* agar efek kualitas permukaan dapat dipahami lebih mendalam. Pengujian juga sebaiknya dilakukan dalam kondisi dinamis yang mendekati beban jalan sesungguhnya, dengan mempertimbangkan parameter tambahan seperti suhu kerja, perubahan torsi, dan tingkat keausan *V-belt*. Pendekatan ini akan memberikan gambaran lebih komprehensif mengenai hubungan antara sudut *pulley*, kekasaran permukaan, dan kinerja sistem transmisi CVT dalam penggunaan nyata.

DAFTAR REFERENSI

- Da Wara, M. I., Marsudi, M., & Furqon, G. R. (2021). Pengaruh variasi sudut kemiringan drive pulley pada continuously variable transmission (CVT) dengan variasi sudut 14° dan 13° terhadap torsi pada Yamaha Fino tahun 2012. *Jurnal Teknik Mesin Otomotif*, 9(1), 1-7.
- Fachrudin, A. R., & Astuti, F. A. (2024). Pengaruh layer height dan printing speed terhadap tingkat kekasaran permukaan hasil additive manufacturing. *Majamecha*, 6(1), 46-57. <https://doi.org/10.36815/majamecha.v6i1.2971>
- Fatkhurrohman, A. F., Suwahyo, & Septiyanto, A. (2021). Pengaruh penggunaan modul CVT (continuously variable transmission) mobil dan pengajarannya untuk meningkatkan hasil belajar kompetensi dasar transmisi. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 2(21), 6-10. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JPTM/article/view/40019>
- Handoko, R., Santoso, D. T., & Dryer, R. (2022). Pengaruh variasi parameter operasi terhadap performa sistem mekanik. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(8). <https://doi.org/10.5281/zenodo.6618707>

- Harsanta, H., & Parta. (2020). Pengaruh variasi sudut primary pulley pada transmisi sepeda motor Scoopy 110 cc tahun 2014 terhadap daya dan torsi. *Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin*, 4(1), 25-30. <https://doi.org/10.31000/mbjtm.v4i1.5710>
- Irawan, B., Purwoko, M., Monasari, R., & Firdaus, A. H. (2025). Pengaruh sudut drive pulley dan massa roller terhadap daya dan tingkat kebisingan pada sepeda motor bertransmisi otomatis 110 cc. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 3(3), 179-192. <https://doi.org/10.61132/venus.v3i3.935>
- Juniar, B. A., & Santoso. (2021). Analysis of the effect of pulley angle and roller weight on power and torque on 110cc modified matic motorcycle. *Journal of Mechanical Engineering*, 1(1), 41-50.
- Juniar, B. A., & Santoso. (2023). Analisis pengaruh sudut pulley dan berat roller terhadap daya dan torsi pada motor matic modifikasi 110 cc. *Jurnal Teknik Mesin Modern*, 2(1), 41-48. <https://doi.org/10.33795/jmeeg.v1i1.3382>
- Masarufiyah, Hariyadi, S., & Miftahurrohman, M. (2020). Analisa kekasaran permukaan pada proses pembubutan material AISI 4140 dengan nose radius dan cutting parameter yang berbeda. *Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik*, 9(1), 31-38.
- Noviana, S., Pratama, R. A., Raafi, M. A., & Falah, L. S. (2023). Pengaruh variasi kemiringan sudut kontak primary pulley dan variasi massa roller terhadap kinerja motor bakar matic injeksi 110 cc. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, 2(3), 163-169. <https://doi.org/10.55606/jtmei.v2i3.2129>
- Nurwanto, A. D., & Hadi, S. (2024). Analisis sudut pulley dan berat rol transmisi terhadap torsi sepeda motor matic 150 cm³. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 2(4), 311-323. <https://doi.org/10.61132/venus.v2i4.446>
- Palova, K., Kelemenova, T., & Kelemen, M. (2023). Measuring procedures for evaluating the surface roughness of machined parts. *Manufacturing Engineering Review*, 1(2), 1-48. <https://doi.org/10.3390/app13169385>
- Sinatrya, C. A., & Purwoko. (2021). Pengaruh variasi massa roller dan ukuran V-belt CVT terhadap daya dan torsi motor matic 125 cc. *Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 1(1), 18-25. <https://doi.org/10.33795/jmeeg.v1i1.3351>
- Towijaya, T., & Iskandar, I. (2022). Studi kemiringan drive pulley terhadap perubahan daya dan torsi pada sepeda motor transmisi otomatis sistem V-Matic. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 5(2), 46-52. <https://doi.org/10.32662/gojise.v5i2.2362>
- Waluyo, J., Duniawan, A., & Permana, A. (2021). Pengaruh kemiringan sudut kontak drive pulley continuously variable transmission (CVT) standar dan modifikasi pada sepeda motor Yamaha Soul GT terhadap keluaran daya. *Simetris*, 15(1), 43-47. <https://doi.org/10.51901/simetris.v15i01.184>
- Widiarto, S. A., Hadi, F. S., Basuki, & Irfa'i, M. A. (2023). Pengaruh ukuran pahat insert dan kedalaman terhadap kekasaran permukaan besi SCM 440. *Jurnal Motion (Manufaktur, Otomasi, Otomotif, dan Energi Terbarukan)*, 3(1), 33-38. <https://doi.org/10.33752/motion.v2i1.5353>

- Wijaya, D. A., Dantes, K. R., & Nugraha, I. N. P. (2021). Analisis pengaruh bentuk sliding roller terhadap torsi dan daya kendaraan berbasis continuously variable transmission. *Quantum Teknika: Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 2(2), 52-58. <https://doi.org/10.18196/jqt.v2i2.10788>
- Winoko, Y. A., & Rantetampang, T. A. (2022). Pengaruh modifikasi puli primer CVT terhadap performa sepeda motor matic 110 cc. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 20(1), 50-56. <https://doi.org/10.31963/sinergi.v20i1.3385>
- Zaidan, A. D., Latief, A. E., & Anggraeni, N. D. (2023). Analisa karakterisasi material produk slide piece CVT berbahan komposit berpenguat serat nanas dengan fraksi volume 10%. *Jurnal Rekayasa Energi dan Mekanika*, 3(1), 77-85. <https://doi.org/10.26760/jrem.v3i1.77>
- Zainuri, F., Tullah, M. H., Nuriskasari, I., Subarkah, R., Widiyatmoko, W., Prasetya, S., Susanto, I., Belyamin, B., & Abdillah, A. A. (2022). Performa kendaraan konversi listrik melalui pengujian dynotest. *Jurnal Mekanik Terapan*, 3(2), 44-49. <https://doi.org/10.32722/jmt.v3i2.4621>