

## การพัฒนาชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ NISSAN GA15 DE ขนาด 1,497 ซีซี โดยไดนาโมมิเตอร์ชนิดแรงเสียดทาน

### Development of an Engine Performance Test Rig for a 1,497 cc Nissan GA15DE Engine Using a Friction-Type Dynamometer

สมบัติ เขียงคำ<sup>1</sup>, กรยุทธ ตะพานน้ำ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, sombatch@northcm.ac.th

<sup>2</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่, komyuth@northcm.ac.th

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้สร้างชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ เพื่อทำการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ NISSAN GA15 DE ขนาด 1,497 ซีซี เกียร์อัตโนมัติ ทดสอบที่เกียร์ถอยหลัง สำหรับหาค่าแรงบิด และ กำลังเพลาเครื่องยนต์ ผลจากการทดสอบโดยไดนาโมมิเตอร์ชนิดแรงเสียดทาน พบว่าเครื่องยนต์สามารถผลิตแรงบิดสูงสุด 42.91 นิวตัน เมตร ที่ 3,700 รอบต่อนาที และกำลังเพลาสูงสุด 10.106 กิโลวัตต์ ที่ 5,200 รอบต่อนาที

**คำหลัก:** ไดนาโมมิเตอร์, ทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์

#### Abstract

This research presents the construction of an engine performance testing setup for evaluating the performance of a 1,497 cc Nissan GA15DE engine equipped with an automatic transmission. The tests were conducted in reverse gear to determine engine torque and brake power. The experimental results obtained using a friction-type dynamometer indicate that the engine produced a maximum torque of 42.91 N·m at 3,700 rpm and a maximum brake power of 10.106 kW at 5,200 rpm.

**Keywords:** Dynamometer, Engine performance test

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การวัดค่าสมรรถนะของเครื่องยนต์โดยทั่วไปจะสามารถทำได้โดยการทดสอบบนแท่นวัดกำลังของเครื่องยนต์หรือที่เรียกกันว่า ไดนาโมมิเตอร์ อาศัยหลักการวัดความเร็วรอบและแรงบิดที่เกิดจากแรงต้านทานการหมุนของเครื่องยนต์ทั้งทางตรงและทางอ้อมเพื่อนำมาประเมินหากำลังของเครื่องยนต์ การทดสอบเครื่องยนต์สำหรับห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่าประสิทธิภาพการทำงาน ประกอบด้วยความเร็วรอบ (Engine Speed) แรงบิด (Torque) และกำลังเพลลา (Brake Horse Power) การหาค่ากำลังของเครื่องยนต์ที่ทำได้สะดวกจะใช้วิธี Rope brake dynamometer ในการหาค่าแรงบิดของเครื่องยนต์โดยใช้ล้อช่วยแรง (Flywheel) ร่วมสายพานและผ้าเบรก เครื่องชั่งดิจิตอล จากนั้นนำผลการทดสอบไปคำนวณหาค่าสมรรถนะเครื่องยนต์ จึงได้สร้างชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ขับเคลื่อนล้อหน้าโดยไดนาโมมิเตอร์ชนิดแรงเสียดทานระดับห้องปฏิบัติการยานยนต์ เพื่อศึกษาหลักการทํางาน การปฏิบัติการวัดและทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

## วัตถุประสงค์

สร้างชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์เพื่อทำการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ NISSAN GA15 DE ขนาด 1,497 ซีซี เกียร์อัตโนมัติ ทดสอบที่เกียร์ถอยหลังโดยไดนาโมมิเตอร์ชนิดแรงเสียดทาน

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ให้นักศึกษาได้ทดสอบ แรงบิดและกำลังเพลลาเครื่องยนต์ได้
2. ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์

## วิธีดำเนินการวิจัย

ดำเนินการสร้างชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ขับเคลื่อนล้อหน้าโดยไดนาโมมิเตอร์ชนิดแรงเสียดทาน จากนั้นทดสอบการทำงานของชุดทดสอบสมรรถนะนี้ โดยการทดสอบกับเครื่องยนต์ NISSAN GA15 DE เกียร์อัตโนมัติขนาด 1,497 ซีซี เนื่องจากเกียร์อัตโนมัติ เป็นระบบส่งกำลังที่สามารถเปลี่ยนเกียร์ได้เองโดยอัตโนมัติตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ผู้วิจัยเลือกตำแหน่งเกียร์ถอยหลังในการทดสอบ เมื่อเข้าเกียร์ถอยหลังระบบจะทำการล็อกส่วนประกอบของชุดเฟืองแพลนเนททารี ทำให้เกิดการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของเพลลาขับให้หมุนย้อนกลับทิศทางเดิม การส่งกำลัง น้ำมันเกียร์จะถูกส่งไปควบคุมการทำงานของคลัตช์และเบรกต่างๆ ภายในชุดเกียร์ เพื่อให้เกิดการส่งกำลังไปยังล้อในทิศทางถอยหลัง เพื่อทดสอบการวัดแรงบิดที่เพลลาขับ ความเร็วรอบที่เพลลาขับ ที่ผ่านอัตราทดเกียร์และเฟืองท้าย ชุดทดสอบนี้ใช้หลักการทํางานของไดนาโมมิเตอร์ประกอบด้วย เครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตัว ผูกติดไว้ที่ปลายสายพานทั้งสองข้างคล้องกับล้อช่วยแรง ดังภาพ 1 สามารถปรับเพิ่มแรงดึงของสายพานและผ้าเบรกโดยแม่แรงไฮดรอลิกส์

ทำการอ่านค่าเครื่องชั่งดิจิตอลทั้งสองข้างแสดงน้ำหนักที่เกิดจากแรงเสียดทานระหว่างสายพานและผ้าเบรกกับล้อช่วยแรง วัดค่าความเร็วรอบการหมุนของเพลลา จะได้ค่าน้ำหนักและความเร็วรอบเพลลาตามที่กำหนด โยกแม่แรงไฮดรอลิกส์ให้แขนตั้งเครื่องชั่งดิจิตอลตั้งขึ้นเพิ่มแรงเสียดทานวัดค่าน้ำหนักและความเร็วรอบเพลลา ทำซ้ำจนเพลลาที่มีความเร็วรอบลดลงและหยุดหมุน นำค่าที่ได้จากการทดสอบไปคำนวณหาค่าแรงบิดและกำลังเพลลาเครื่องยนต์ ประสิทธิภาพเชิงกลของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการคำนวณ ใช้ประสิทธิภาพเชิงกลสูงสุดที่ 85%

เริ่มจากการคำนวณหาค่าแรงบิดที่เพลลา คำนวณได้จาก

$$T_w = (s_1 - s_2) \cdot g \cdot r \quad (1)$$

เมื่อ  $T_w$  คือ แรงบิดที่เพลลา (N·m)

$s_1$  คือ เครื่องชั่งดิจิตอลใช้วัดน้ำหนักตัวที่ 1 (kg)

$s_2$  คือ เครื่องชั่งดิจิตอลใช้วัดน้ำหนักตัวที่ 2 (kg)

$r$  คือ รัศมีของล้อช่วยแรง (m)

ทราบแรงบิดที่เพลลา นำไปหาค่าแรงบิดของเครื่องยนต์เมื่อผ่านเกียร์ถอย พิจารณาอัตราทดเกียร์ถอย และประสิทธิภาพเชิงกลของเครื่องยนต์ คำนวณได้จาก

$$T_e = \frac{T_w}{i_t \cdot \eta_t} \quad (2)$$

เมื่อ  $T_e$  คือ แรงบิดของเครื่องยนต์ (N·m)

$T_w$  คือ แรงบิดที่เพลลา (N·m)

$i_t$  คือ อัตราทดเกียร์ที่ใช้ทดสอบ

$\eta_t$  คือ ประสิทธิภาพเชิงกลของเครื่องยนต์

ทราบแรงบิดของเครื่องยนต์ นำไปหาค่ากำลังเพลลา (Brake Horse Power) ที่ออกไปใช้งานที่ดุมล้อ กำลังเพลลาเครื่องยนต์ คำนวณได้จาก

$$P_b = 2\pi T_e N / 60 \quad (3)$$

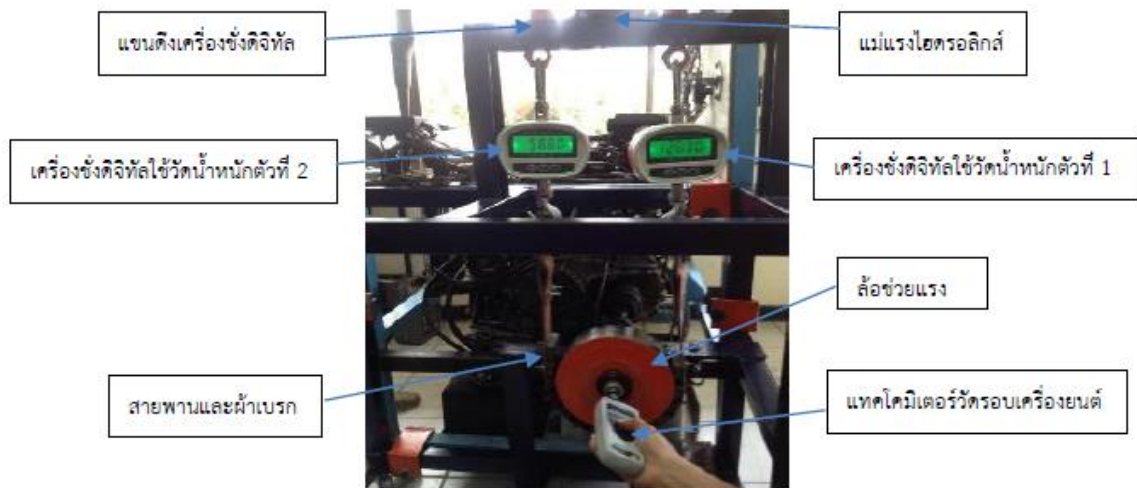
เมื่อ  $P_b$  คือ กำลังเพลลาเครื่องยนต์ (W)

$T_e$  คือ แรงบิดของเครื่องยนต์ (N·m)

$N$  คือ ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (rpm)

การทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ NISSAN GA15 DE ขนาด 1,497 ซีซี เกียร์อัตโนมัติ ที่เกียร์ถอยหลังโดยไดนาโมมิเตอร์ชนิดแรงเสียดทาน เพื่อหาแรงบิดและกำลังเพลลาเครื่องยนต์ โครงสร้าง

ส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่ โครงเหล็กยึดอุปกรณ์ต่างๆ เช่น แม่แรงไฮดรอลิกส์และแขนดึงเครื่องชั่งดิจิทัล เครื่องชั่งดิจิทัลใช้วัติน้ำหนักที่เกิดจากแรงเสียดทานของการหมุนของเพลลา สายพานและผ้าเบรกล้อกับ ล้อช่วยแรงเพิ่มแรงเสียดทานของเครื่องยนต์ ล้อช่วยแรง (Flywheel) ต่อเข้าเพลลาเครื่องยนต์ เมื่อทำการ ทดสอบเครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบมีกำลังมาก ต้องใช้แม่แรงไฮดรอลิกส์ช่วยยกสายพานและผ้าเบรกให้ตั้งขึ้น พร้อมกัน



ภาพ 1 Rope brake dynamometer

โครงสร้างชุดทดสอบออกแบบเพื่อทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ขับเคลื่อนล้อหน้า สร้างเป็นชุด แยกออกจากเครื่องยนต์ เมื่อจะทำการทดสอบนำมาติดตั้งเข้ากับเครื่องยนต์ที่ต้องการทดสอบสมรรถนะ หาค่าแรงบิดและกำลังเพลลาเครื่องยนต์



ภาพ 2 โครงสร้างชุดทดสอบ



ภาพ 3 ชุดทดสอบขณะทดสอบเครื่องยนต์



ภาพ 4 การวัดความเร็วรอบของเพลลา



ภาพ 5 แม่แรงไฮดรอลิกส์เพิ่มแรงดึง  
ของสายพานและผ้าเบรก



ภาพ 6 อ่านค่ารอบเครื่องยนต์ บันทึกผล

### ผลการวิจัย

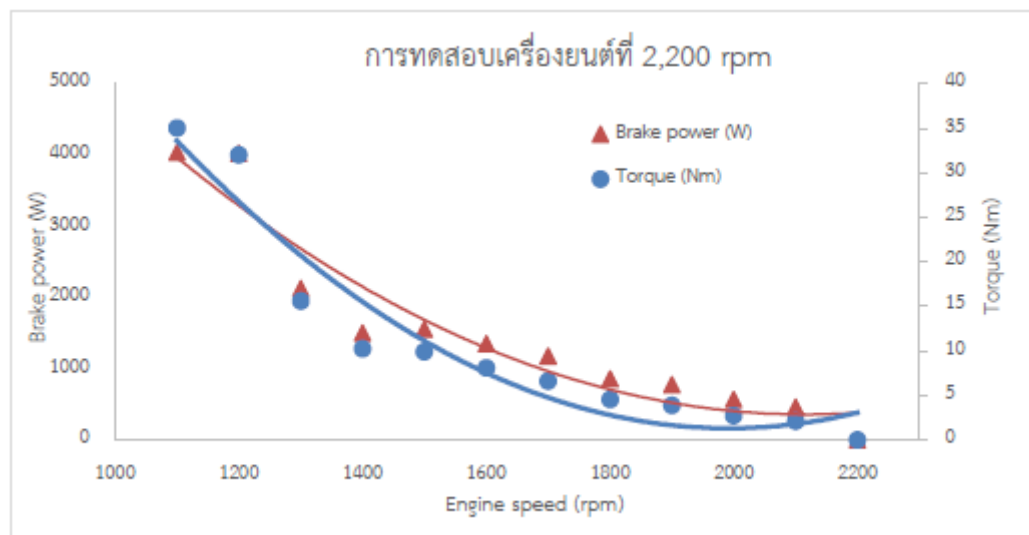
เมื่อทำการทดสอบกับเครื่องยนต์ NISSAN GA15 DE เกียร์อัตโนมัติขนาด 1,497 ซีซี ที่เกียร์ถอยหลัง โดยการหารอบเดินเบาของเครื่องยนต์ที่ 700 รอบต่อนาที รอบสูงสุดของเครื่องยนต์ที่ 6,700 รอบต่อนาที นำค่ารอบสูงสุดลบด้วยค่ารอบเดินเบาได้รอบเครื่องยนต์ที่ 6,000 รอบต่อนาที หารด้วย 4 ได้ค่ารอบเครื่องยนต์ที่ 1,500 รอบต่อนาที นำมารวมกับรอบเดินเบา ได้ช่วงการทดสอบที่ 2,200, 3,700, 5,200 และ 6,700 รอบต่อนาที ตามลำดับ รอบเครื่องยนต์ที่ 6,700 รอบต่อนาที ไม่มีผลการทดสอบเนื่องจากตาชั่งสปริงไม่สามารถอ่านค่าได้เพราะมีภาระโหลดมากเกินไปกำลังของเครื่องชั่งดิจิทัล

ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์หาค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์ แรงบิดและกำลังเพลลาเครื่องยนต์ แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์ แรงบิดสูงสุดและกำลังเพลาเครื่องยนต์

ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (rpm)	แรงบิดสูงสุด (N·m)	กำลังเพลาเครื่องยนต์ (kW)
2,200	35.03	4.035
3,700	42.91	7.639
5,200	37.12	10.106
6,700	ไม่มีผลการทดสอบ เนื่องจากตราชั่งสปริงไม่สามารถอ่านค่าได้เพราะมีภาวะไหลตมมากเกินไปกำลังของเครื่องชั่งดิจิทัล	

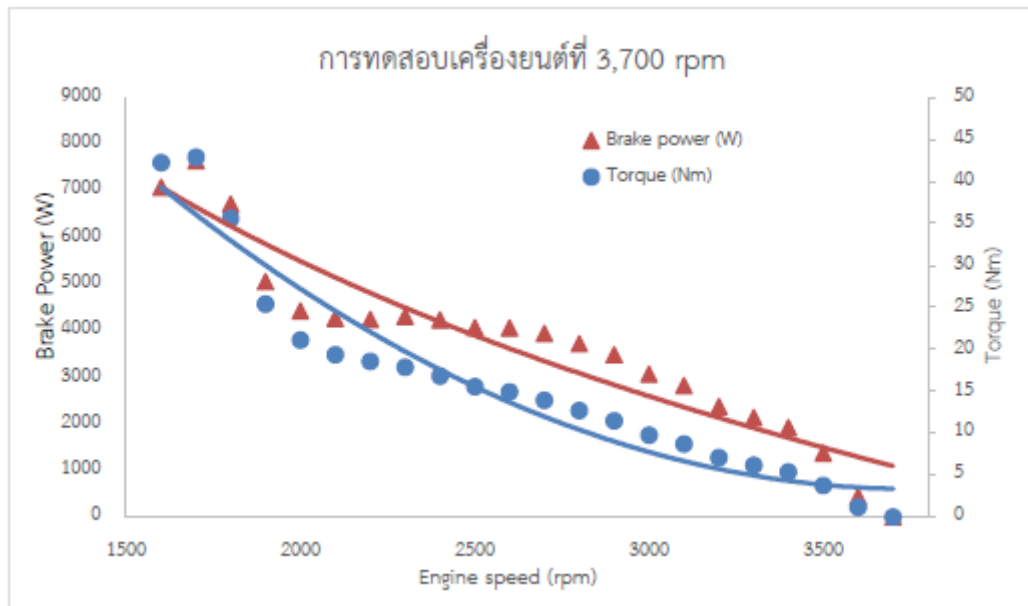
ภาพ 7 แสดงผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์หาค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์ แรงบิดและกำลังเพลาเครื่องยนต์ ที่ 2,200 รอบต่อนาที



ภาพ 7 การทดสอบเครื่องยนต์ที่ 2,200 รอบต่อนาที

การทดสอบเครื่องยนต์ที่ 2,200 รอบต่อนาที ได้แรงบิดสูงสุด 35.03 นิวตันเมตร และกำลังเพลาเครื่องยนต์สูงสุด 4.035 กิโลวัตต์

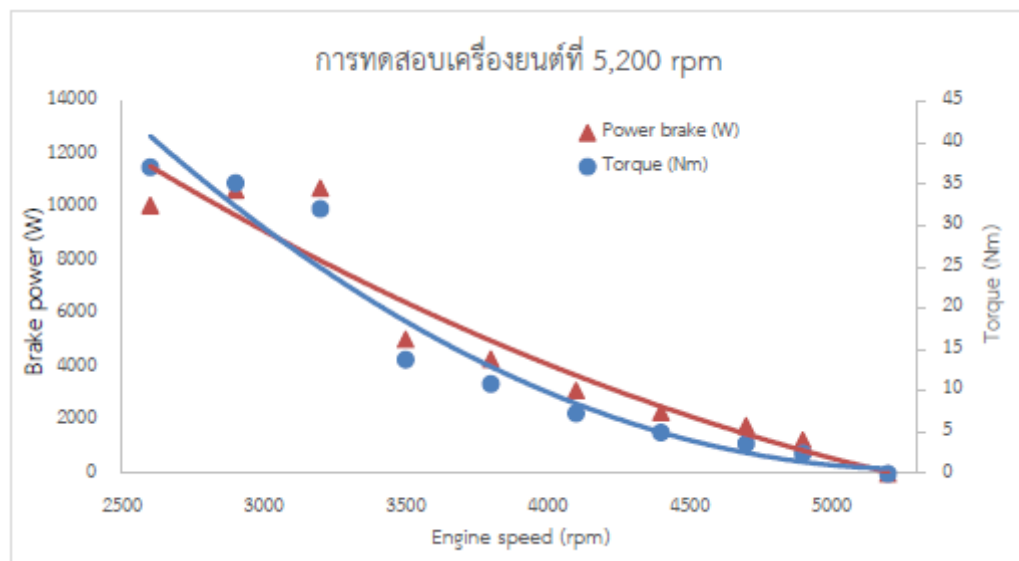
ภาพ 8 แสดงผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์หาค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์ แรงบิดและกำลังเพลาเครื่องยนต์ ที่ 3,700 รอบต่อนาที



ภาพ 8 การทดสอบเครื่องยนต์ที่ 3,700 รอบต่อนาที

การทดสอบเครื่องยนต์ที่ 3,700 รอบต่อนาที ได้แรงบิดสูงสุด 42.91 นิวตันเมตร และกำลังเพลาเครื่องยนต์สูงสุด 7.639 กิโลวัตต์

ภาพ 9 แสดงผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์หาค่าความเร็วรอบเครื่องยนต์ แรงบิดและกำลังเพลาเครื่องยนต์ ที่ 5,200 รอบต่อนาที



ภาพ 9 การทดสอบเครื่องยนต์ที่ 5,200 รอบต่อนาที

การทดสอบเครื่องยนต์ที่ 5,200 รอบต่อนาที ได้แรงบิดสูงสุด 37.12 นิวตันเมตร และกำลังเพลาเครื่องยนต์สูงสุด 10.106 กิโลวัตต์

### สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์กับเครื่องยนต์ NISSAN GA15 DE เกียร์อัตโนมัติขนาด 1,497 ซีซี ที่เกียร์ถอยหลัง ได้ติดตั้งชุดอุปกรณ์ในการอ่านค่าความเร็วรอบของเพลา ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และเครื่องชั่งดิจิทัลในการอ่านค่าแรงดึงของสายพานและผ้าเบรก ค่าที่ได้จะนำไปคำนวณหา ค่าแรงบิด และกำลังเพลาเครื่องยนต์ แบ่งการทดสอบที่ 2,200, 3,700, 5,200 และ 6,700 รอบต่อนาที ตามลำดับ รอบเครื่องยนต์ที่ 6,700 รอบต่อนาที ไม่มีผลการทดสอบ เนื่องจากตาชั่งสปริงไม่สามารถอ่านค่าได้เพราะมีภาระโหลดมากเกินไปกำลังของเครื่องชั่งดิจิทัล ผลการทำงานของชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์พบว่า ที่ความเร็วรอบ 3,700 รอบต่อนาที มีค่าแรงบิดสูงสุด 42.91 นิวตันเมตร และกำลังเพลาสูงสุด 10.106 กิโลวัตต์ ที่ความเร็วรอบ 5,200 รอบต่อนาที

### อภิปรายผล

การหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ขับเคลื่อนล้อหน้าโดยการวัดแรงบิด และกำลังเพลาเครื่องยนต์ เป็นการถ่ายทอดกำลังระหว่างเพลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์กับล้อขับ จะมีปัจจัยที่ทำให้เกิดการสูญเสียกำลังผ่านเกียร์อัตโนมัติ จึงต้องหาอัตราทดเกียร์ถอยที่ใช้ในการทดสอบ ได้อัตราทดเกียร์ถอย 6.83:1 ซึ่งเป็นอัตราทดเกียร์ที่จะต้องนำไปคำนวณหาแรงบิดเฉลี่ยของเครื่องยนต์

### ข้อเสนอแนะ

การออกแบบโครงสร้างยึดอุปกรณ์ต่างๆ ให้มีความแข็งแรงทนแรงสั่นสะเทือน ล้อช่วยแรงให้มีขนาดใกล้เคียงกับล้อรถที่ใช้งานจริง เครื่องชั่งดิจิทัลต้องรับน้ำหนักได้ใกล้เคียงกับกำลังเครื่องยนต์อ่านค่าได้สะดวกรวดเร็ว สายพานและผ้าเบรกสำหรับรับแรงเสียดทานจากเพลาของเครื่องยนต์ควรใช้วัสดุที่มีความทนต่อแรงดึงและความร้อนได้ดี เพื่อให้สามารถทดสอบกับเครื่องยนต์ที่มีกำลังเพลาสูง

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายกรกฎ วีระะกุล นายคชภูมิ ชมทวีวิรุฒม์ และนายนิรันทวงศ์ สมสวย นักศึกษาสาขาเทคโนโลยียานยนต์ที่ช่วยสร้างชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ขับเคลื่อนล้อหน้าโดยไดนามิเตอร์ชนิดแรงเสียดทานและเก็บข้อมูลในการทำวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

- จุฑามาศ จำเนียรสวัสดิ์, บรรเทิง ศิลป์สกุลสุข และสุตาภัทร แคว้นเขาเม็ง. (2558). การทดสอบสมรรถนะ เครื่องยนต์สเตอร์ลิงพลังงานชีวมวลด้วยเชื้อเพลิงถ่านอัดแท่ง. *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 29* (น. 187-194). MENETT 29. จังหวัดนครราชสีมา.
- บัญชา คังตระกูล. (2550). *วิศวกรรมยานยนต์ 1*. นครนายก: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์.
- สายชล สิทธิพงศ์, สมบัติ เชียงคำ และณภาคม ศรีคช. (2564). การสร้างเครื่องทดสอบสมรรถนะของ เครื่องยนต์แบบแบบไดนาโมมิเตอร์ชนิดแรงเสียดทานสำหรับห้องปฏิบัติการยานยนต์. ใน *ประชุมวิชาการ ระดับชาติและนานาชาติ เบญจมิตรวิชาการ ครั้งที่ 11*. *วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก*. กรุงเทพมหานคร.
- อัคมพงศ์ สถาวรินทุ, และไกรสร รวยป้อม. (2563). ชุดทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับ ห้องปฏิบัติการ. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก*, 13(2), 68-76.