

# ชุดจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต(MASTER CAM 2025) (COMPUTER –AIDED MANUFACTURING SIMULATION SUITE MASTER CAM 2025)

ผู้จัดทำ นายศุภนันท์ เนียมงาม นายปฐวีกาญจน์ ทุ่มโสภา

รายงานผลการดำเนินงานรายวิชาโครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพขั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคการผลิต ปีการศึกษา 2567 วิทยาลัยการอาชีพสังขะ



# วิทยาลัยการอาชีพสังขะ สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา

ชื่อโครงงานวิชาชีพ	ชุดจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต(MASTER CAM 2025)							
ชื่อนักเรียน	1.นายศุภนันท์ เนียมงาม	รหัสนักศึกษา 67301020047						
	2.นายปฐวีกาญจน์ ทุ่มโสภา	รหัสนักศึกษา 67301020060						
หลักสูตร	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง							
ประเภทวิชา	อุตสาหกรรม							
กลุ่มอาชีพ 🥢	อุตสาหกรรมการผลิต	2075						
สาขาวิชา	เทคนิคการผลิต	1202						
ครูที่ปรึกษาโครงงาน	นายเบญจภัทร วงค์โคกสูง	132						
ครูที่ปรึษาโครงงานร่วม	นายวิวัฒน์ ฉายแก้ว	1 431 52						
ครูผู้สอน 🖌 🛬 🖊	นายเบญจภัทร วงค์โคกสูง	1 2 2 2 2 2						
ปีการศึกษา 🦲	2567	5 R750 E						
ମ	นะกรรมการตรวจสอบวิชาชีพ	ิลาย <b>ม</b> ือ						
1. นายเบญจภัทร วงค์โ	คกสูง ครูที่ปรึกษาโครงงาน							
2. นายวิวัฒน์ ฉายแก้ว	ครูที่ปรึกษาโครงงานร่ว							
3. นายเบญจภัทร วงค์โ	คกสูง ครูผู้สอน	SF 2						
4. นายวิวัฒน์ ฉายแก้ว	หัวหน้าแผนกวิชาช่างกลโรงงาน	COMM						
5. นายเบญจภัทร วงค์โ	คกสูง หัวหน้างวนพัฒนาหลักสูตร	การเรียนการสอน						
6. นายปรีดี สมอ รองผู้ส	อำนวยการฝ่ายวิชาการ							

สอบโครงการ วันที่......เดือน....พ.ศ....เวลา..... สถานที่สอบ แผนกช่างกลโรงงาน วิทยาลัยการอาชีพสังขะ

(นางแสงดาว ศรีจันทร์เวียง) ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพสังขะ วันที่........เดือน.....พ.ศ......พ ชุดจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต(MASTER CAM 2025) (COMPUTER –AIDED MANUFACTURING SIMULATION SUITE MASTER CAM 2025)

> ชื่อผู้จัดทำ นายศุภนันท์ เนียมงาม นายปฐวีกาญจน์ ทุ่มโสภา

รายงานผลการดำเนินงานรายวิชาโครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพขั้นสูง สาขาวิชาเทคนิคการผลิต ปีการศึกษา 2567 วิทยาลัยการอาชีพสังขะ

ชื่อเรื่อง	:	ชุดจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต(MASTER CAM 2025)							
ผู้จัดทำ	:	นายศุภนันท์ เนียมงาม	รหัสนักศึกษา	67301020047					
		นายปฐวีกาญจน์ ทุ่มโสภา	รหัสนักศึกษา	67301020060					
สาขาวิชา	:	เทคนิคการผลิต							
แผนกวิชา	:	ช่างกลโรงงาน							
ที่ปรึกษา	:	นายเบญจภัทร วงศ์โคกสูง							
ปีการศึกษา	:	2567							

#### บทคัดย่อ

วิชาโครงงาน รหัสวิชา 30102-2054 เป็นวิชาที่จัดให้การเรียนการสอนใน หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพขั้นสูง ( ปวส.) พุทธศักราช 2567 ของสาขาวิชาเทคนิคการผลิต สาขาวิชา เครื่องมือกล แผนกช่างกลโรงงาน วิทยาลัยการอาชีพสังขะ ผู้เรียนได้จัดทำโครงงานเล่มนี้เพื่อใช้ ประกอบการนำเสนอโครงงานเพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรโดยมุ่งเน้นทักษะในภาค ปฏิบัติ มีการบูรณาการคุณธรรมจริยธรรมและความรู้ที่ได้จากการศึกษามาใช้ในการดำเนินการทำ โครงงาน โดยวิชาโครงงานงานมุ่งเน้นสมรรถนะของผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจ มีมาตรฐานด้าน วิชาชีพ มีคุณธรรมจริยธรรม สามารถบูรณาการความรู้ที่ได้ไปในการประกอบอาชีพ ดำรงชีวิตบุคลิกที่มี คุณภาพ มีวินัยช่วยพัฒนาสังคมและประเทศชาติ

โครงงาน ชุดจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต(MASTER CAM 2025) มี วัตถุประสงค์เพื่อการสร้างชิ้นงานด้วยโปรแกรม MASTER CAM 2025 และการฝึกฝนทักษะการใช้ งานโปรแกรม MASTER CAM 2025 และการออกแบบด้วยโปรแกรม MASTER CAM 2025

จากการศึกษาพบว่า ชิ้นงานที่ได้มีขนาด 95x100x20 มม. และเป็นไปตามการออกแบบที่ได้ วางไว้ทั้งนี้การใช้โปรแกรม MASTER CAM 2025 ยังช่วยให้การผลิตมีความแม่นยำสูงและ ประหยัดเวลาในการออกแบบและการจำลองการตัดในโปรแกรมช่วยลดความเสี่ยงในการเกิด ข้อผิดพลาดในระหว่างการตัดชิ้นงานจริงตามมาตรฐานที่กำหนดและไม่มีข้อบกพร่องทางด้านขนาด หรือรูปร่างการดำเนินการทั้งหมดช่วยให้การผลิตชิ้นงานมีประสิทธิภาพและตรงตามความต้องการ ของผู้ใช้

#### กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดีเพราะความอุตสาหะและพยายามของผู้ร่วมโครงงานที่มุ่งหวังจะให้ โครงงานฉบับนี้สมบูรณ์ ซึ่งสำเร็จได้ก็มาจากการช่วยเหลือจากบุคคลหลายคนหลายฝ่าย เนื่องด้วยข้อจำกัด หลายด้านของการจำทำโครงงาน คณะผู้จัดทำขอน้อมรับคำติชม พร้อมข้อเสนอแนะเพื่อจะเป็นแนวทางในการ ปรับปรุงแก้ไข แก่ผู้ที่มีโอกาสศึกษาและได้ทำการพัฒนาในลำดับต่อไป อย่างไรก็ตามทางคณะผู้จัดทำหวังเป็น อย่างยิ่งว่าการจัดทำโครงงานในครั้งนี้จะมีส่วนที่ทำผู้ที่สนใจ ในด้านโปรแกรม MASTER CAM 2025 ได้ศึกษา และค้นคว้าเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางปฏิบัติหรือศึกษาต่อไป

คณะผู้จัดทำขอกล่าวขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ นาง แสงดาว ศรีจันทร์เวียง และคณะผู้บริหารวิทยาลัย การอาชีพสังขะครูแผนกช่างกลโรงงานที่คอยอำนวยความสะดวกเครื่องมือและสถานที่ในการทำโครงงานเป็น อย่างดี

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ทุกท่านที่คอยอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ต่างๆทางคณะ ผู้จัดทำหวังว่าโครงงานนี้จะเป็นประโยชน์กับบุคคลต่างๆ หรือท่านที่สนใจ หากเกิดข้อบกพร่องของการโครงาน ทางคณะผู้จัดทำก็ขออภัยมา ณ ทีนี้

คณะผู้จัดทำ

### คำนำ

โครงงานชุดจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต( MASTERCAM 2025 ) เป็นส่วน หนึ่ง ของรายวิชาโครงงาน รหัสวิชา 30102-2054 จัดทำขึ้นโดยนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง ปีที่1 แผนกวิชาช่างกลโรงงานตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพสูง (ปวส.) พุทธศักราช2564 ของ สำนักงานคณะกรรมการการ อาชีวศึกษา เนื้อหาประกอบไปด้วย 5 บท ได้แก่ บทนำ หลักการและ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง วิธีดำเนินการ ผลการดำเนินงาน สรุปผลและข้อเสนอแนะ การจัดทำชุดจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต( MASTER CAM 2025 ) ได้ดำเนินการตาม ขั้นตอน การจัดทำ โครงการและทำการทดสอบ คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการดังกล่าวจะ เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน ครูผู้สอนและผู้ที่สนใจทั่วไป หากมีข้อเสนอแนะประการใด คณะผู้จัดทำยินดี น้อมรับด้วยความ ขอบคุณอย่างยิ่ง สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
คำนำ	ନ
สารบัญ	খ
สารบัญ(ต่อ)	ବ
สารบัญรูปภาพ	ຉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตโครงการ	1
1.4 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	1
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ประเภทโครงงาน	2
2.2 การออกแบบด้วยโปรแกรม MASTER CAM 2025	2
2.3 การกำหนดขนาดชิ้นงาน	3
2.4 กำหนดขนาดของวัตถุดิบ(STOCK SIZE)	3
2.5 ตั้งค่าจุดอ้างอิง(ORIGIN POINT) หรือจุดศูนย์กลางชิ้นงาน	4
2.6 การสร้างเส้นทางการตัดเฉือน	4
2.7 การกำหนดเส้นทางการตัด	4
2.8 การคำนวณการเคลื่อนที่ของเครื่องมือ	5
2.9 การปรับค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือ	5
2.10 การเลือกพารามิเตอร์การตัด	5
2.11 ทฤษฎีการตัดเชิงกล	5
2.12 วัสดุชิ้นงาน	6

# สารบัญ(ต่อ)

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	หน้า
3.1 อธิบายภาพรวมของโครงงาน	8
3.2 โปรแกรม MASTER CAM 2025	8
3.3 ติดตั้งโปรแกรม MASTER CAM 2025	8
3.4 การเขียนแบบด้วยโปรแกรม MASTER CAM 2025	14
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	
4.1 การตั้งค่าและออกแบบ (Design and Setup)	27
4.2 การเลือกเครื่องมือและวิธีการกัด	
(Tool Selection and Machining Strategy)	
4.3 การตั้งค่าพารามิเตอร์การกัด (Machining Parameters)	27
4.4 การจำลองการตัด (Simulation)	27
4.5 การสร้าง G-code (Post-processing)	27
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน	
5.1 สรุปผลการทดลอง	29
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	29
5.3 การแก้ไขปัญหา	30
5.4 ข้อเสนอแนะ	30
บรรณานุกรม	
ภาคผวก	
ภาคผนวก ก ชุดจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต(MASTER CAM 2025)	
ภาคผนวก ข ภาพการดำเนินงาน	
ภาคผนวก ค ประวัติผู้จัดทำ	

ภาคผนวก ง อัพไฟล์โครงงาน

# สารบัญรูปภาพ

ภาพที่		หน้า
	ภาพที่ 2.1 โปรแกรม MASTER CAM 2025	2
	ภาพที่ 2.2 โหมด MILL และ TOOLPATH	3
	ภาพที่ 2.3 การกำหนดขนาดของวัตถุดิบ	3
	ภาพที่ 2.4 การตั้งค่าจุดอ้างอิงชิ้นงาน	4
	ภาพที่ 2.5 รูปอลูมิเนียม	7
	ภาพที่ 3.1 คลิกไปที่ไฟล์ MASTER CAM 2025	8
	ภาพที่ 3.2 คลิกไปที่ MASTER CAM 2025 Installation	9
	ภาพที่ 3.3 กดไปที่ Next	9
	ภาพที่ 3.4 เลือก English แล้วกด Next	10
	ภาพที่ 3.5 กดไปที่ Next	10
	ภาพที่ 3.6 กดไปที่ Exit	11
	ภาพที่ 3.7 ย้อนกลับไปหน้าแรกแล้วเข้าไปที่ไฟล์ SolidSQUAD	11
	ภาพที่ 3.8 คลิกขวาไปที่ไฟล์ SolidSQUAD แล้วกดแตกไฟล์	12
	ภาพที่ 3.9 เข้าไปที่ Drive C แล้วกดเข้าไปที่ไฟล์ Muitikev	12
	ภาพที่ 3.10 กดคลิกขวาเข้าไปที่ไฟล์ remove.com	13
	แล้วกด Run as administrator	
	ภาพที่ 3.11 รอจนโหลดเสร็จแล้วกด Enter จากนั้นให้ทำการ Restart PC	13
	เป็นอันเสร็จสิ้นการลงโปรแกรม	
	ภาพที่ 3.12 เลือกเส้น LINE	14
	ภาพที่ 3.13 การ EXTRUDE ชิ้นงาน	14
	ภาพที่ 3.14 การกำหนดจุดศูนย์ชิ้นงานขึ้นมาด้านบน	15
	ภาพที่ 3.15 การตั้ง stock setup	15
	ภาพที่ 3.16 การเลือกชนิดของเครื่องที่จะทำการกัดชิ้นงาน	16
	ภาพที่ 3.17 คลิกเข้าไปที่โหมด Dynamic Mill	16
	เพื่อทำการสร้างเส้นทางการตัดเฉือน	
	ภาพที่ 3.18 คลิกไปที่ลูกศรตรง Machining regions	17
	เพื่อเลือกพื้นที่การตัดเฉือน	
	ภาพที่ 3.19 เลือก From outside	17
	เพื่อทำการตัดเฉือนชิ้นงานจากด้านนอก	
	ภาพที่ 3.20 คลิกที่ Preview chains เพื่อดูพื้นที่ที่จะทำการตัดเฉือน	18
	ภาพที่ 3.21 การสร้างดอกที่จะทำการกัดชิ้นงาน	18
	เข้าไปที่ Tool จากนั้นคลิกไปที่ Filter	

ภาพที่ 3.22 หลังจากเข้าไปที่ Filter ให้ทำการเลือก	19
ดอก Endmill1 Flat แล้วกดติ๊กถูก	
ภาพที่ 3.23 เข้าไปที่ Telect tool from library	19
เพื่อเลือกขนาดของดอกกัด	
ภาพที่ 3.24 ทำการเลือกดอก FIAT END MILL – 10 แล้วกดติ๊กถูก	20
ภาพที่ 3.25 คลิกเข้าไปที่ดอกที่ได้เลือกไว้เพื่อ	20
ทำการตั้งค่า Tool และดอกที่จะทำการกัด	
ภาพที่ 3.26 เข้าไปที่ Finalize Properties จากนั้นทำการตั้งค่า Tool	21
และ Fred และ Spindle speed และ Number fo flutes	
ภาพที่ 3.27 เข้าไปที่ Cut Parameters เพื่อทำการตั้งค่าการเก็บละเอียดชิ้นงาน	21
ที่ stock to leave on walls และ stock to leave on floors	
ภาพที่ 3.28 เข้าไปที่ Depth Cuts เพื่อทำการตั้งค่า Step การกัดชิ้นงาน	22
ที่ Maximum rough step และ Step	
ภาพที่ 3.29 เข้าไปที่ Linking Parameters เพื่อตั้งค่าการ	22
เคลื่อนที่ของเครืองมือตัด	
ภาพที่ 3.30 เข้าไปที่ Coolant เพื่อทำการตั้งค่าน้ำหล่อเย็น	23
ภาพที่ 3.31 กดเครื่องหมายบวกเพื่อจำลองเส้นทางการตัดเฉือนชิ้นงาน	23
ภาพที่ 3.32 เข้าไปที่ Verify selected operations	24
เพื่อจำลองการตัดเฉือนชิ้นงาน	
ภาพที่ 3.33 การจำลองการตัดเฉือนชิ้นงาน	24
ภาพที่ 3.34 เข้าไปที่ Post selected operations หรือ G1	25
ภาพที่ 3.35 ติ๊กเครื่องหมายถูก	25
ภาพที่ 3.36 กด Save	26
ภาพที่ 3.37 กด Save	26

### บทที่ 1 บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

MASTER CAM 2025 เป็นซอฟต์แวร์ที่พัฒนาโดยบริษัท CNC SOLFTWARE INC. ในปี1983 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยผู้ใช้งานในกระบวนการออกแบบและการผลิตทางวิศวกรรม

ซอฟต์แวร์นี้ถูกพัฒนามาอย่างต่อเนื่องจนเป็นหนึ่งในโปรแกรม CAD/CAM (COMPUTER-AIDED DESIGN) ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในอุตสาหกรรมการผลิตทั่วโลก

MASTER CAM 2025 มีความยืดหยุ่นและครอบคลุมการใช้งานในอุตสาหกรรมหลากหลาย ประเภท เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ อากาศยาน อิเล็กทรอนิกส์ และแม่พิมพ์ ทำให้ MASTER CAM 2025 เป็นตัวเลือกยอดนิยมสำหรับวิศกร นักออกแบบ และช่างเทคนิค ด้วยความสามารถที่ ครอบคลุมทั้งการออกแบบและการผลิต ทำให้โปรแกรม MASTER CAM 2025 เป็นเครื่องมือสำคัญ ในการยกระดับประสิทธิ์ภาพและคุณภาพในอุตสาหกรรมการผลิตสมัยใหม่

### 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อการสร้างชิ้นงานด้วยโปรแกรม MASTER CAM 2025

1.2.2 เพื่อใช้โปรแกรม MASTER CAM 2025 สร้างเส้นทางในการตัดเฉือนชิ้นงาน

1.2.3 เพื่อการออกแบบชิ้นงานด้วยโปรแกรม MASTER CAM 2025

#### 1.3 ขอบเขตโครงการ

1.3.1 ขนาดกว้าง 95 x 100 x 20 มม.

1.3.2 โปรแกรม MASTER CAM 2025 สามารถกัดชิ้นงานได้ภายใน 30 นาที

#### 1.4 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

โปรแกรม MASTER CAM 2025 เป็นซอฟต์แวร์เพื่อช่วยผู้ใช้งานในกระบวนการออกแบบและผลิตทาง วิศวกรรมโดยได้รับการนิยมมากสุดในอุตสาหกรรมการผลิตทั่วโลก

### 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ชิ้นงานที่ออกแบบด้วยโปรแกรม MASTER CAM 2025 ขนาดกว้าง 95 x 100 x 20 มม.

1.5.2 ได้รับทักษะการใช้งานเครื่องกัด CNC และการแปลงชิ้นงานที่ออกแบบเป็นโค้ด

ควบคุมเส้นทางการตัดเฉือนชิ้นงาน

1.5.3 สถานศึกษาสามารถนำแบบไปใช้ในการสอนได้

# บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำโครงการ ชุดจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต(MASTER CAM 2025) คณะผู้จัดทำโครงการได้ศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 ประเภทโครงงาน
- 2.2 การออกแบบด้วยโปรแกรม MASTER CAM 2025
- 2.3 การสร้างเส้นทางการตัดเฉือน
- 2.4 วัสดุของชิ้นงาน

# 2.1 ประเภทโครงงาน

โครงงานนี้เป็นการออกแบบซิ้นงานขนาด 95x100x20 มม. เพื่อนำไปกัดขึ้นรูปตามแบบที่ได้ ออกแบบไว้ด้วยเครื่องกัด CNC โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองกระบวนการผลิตด้วยเครื่อง CNC โดย ใช้โปรแกรม MASTER CAM 2025 ในการสร้างเส้นทางการตัดเฉือน ซึ่งชิ้นงานดังกล่าวถูกกำหนดให้ เป็นต้นแบบที่สามารถนำไปใช้งานจริงในงานด้านอุตสาหกรรมหรืองานต้นแบบวิศวะกรรม

# 2.2 การออกแบบด้วยโปรแกรม MASTER CAM 2025

โปรแกรม MASTER CAM 2025 เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการออกแบบและสร้างเส้นทาง การตัดเฉือนสำหรับเครื่อง CNC ซึ่งเหมาะสมสำหรับการผลิตชิ้นงานที่มีความแม่นยำและต้องการ คุณภาพสูงในโครงงานนี้ใช้โปรแกรมดังกล่าวในการออกแบบชิ้นงานขนาด 95x100x20 มม. โดยมี กระบวนการออกแบบและขั้นตอนการทำงาน



รูปภาพที่ 2.1 โปรแกรมMASTER CAM ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )

# 2.3 การกำหนดขนาดชิ้นงาน

เปิดโปรแกรม MASTER CAM 2025 และเลือกโหมดการทำงาน MILL (งานกัด) หรือโหมด อื่นตามลักษณะงาน จากนั้นคลิกเข้าไปที่ TOOLPATH เพื่อทำขั้นตอนต่อไป





### 2.4 กำหนดขนาดของวัตถุดิบ(STOCK SIZE)

การกำหนดขนาดของวัตถุดิบโดยระบุความกว้าง (LENGTH) และความหนาความยาว (THICKNESS) เป็น 98×98×20 มม.



รูปภาพที่ 2.3 การกำหนดขนาดของวัตถุ ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )

# 2.5 ตั้งค่าจุดอ้างอิง (ORIGIN POINT) หรือจุดศูนย์กลางชิ้นงาน

การตั้งค่าจุดอ้างอิง หรือจุดศูนย์กลางชิ้นงานซึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้นของการตัดเฉือน เช่น เลือกที่จุดกึ่งกลางบนชิ้นงาน





### 2.6 การสร้างเส้นทางการตัดเฉือน

การสร้างเส้นทางการตัดเฉือนในโปรแกรม MASTER CAM 2025 เป็นกระบวนการที่ เกี่ยวข้องกับการกำหนดเส้นทางที่เครื่องมือจะเคลื่อนที่ในการตัดวัสดุจากชิ้นงาน โดยการเลือกใช้ ทฤษฎีและหลักการต่างๆ เพื่อให้ได้เส้นทางการตัดที่มีประสิทธิภาพ และช่วยให้การผลิตมีความ แม่นยำและรวดเร็วขึ้น

### 2.7 การกำหนดเส้นทางการตัด

เส้นทางการตัดเป็นกระบวนการที่สร้างขึ้นจากการกำหนดลักษณะของเครื่องมือและชิ้นงานที่ ต้องการตัด โดย MASTER CAM 2025 จะคำนึงถึงลักษณะของเครื่องมือ (Tool), ชิ้นงาน (Part), และ ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการผลิต (Cutting parameters) เช่น ความเร็วในการหมุนเครื่องมือ (Spindle speed), ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องมือ (Feed rate), และขั้นตอนในการตัด (Cutting steps) เป็นต้น

### 2.8 การคำนวณการเคลื่อนที่ของเครื่องมือ

โปรแกรม MASTER CAM 2025 ใช้เทคนิคต่างๆ ในการคำนวณการเคลื่อนที่ เช่น การ เคลื่อนที่แบบเส้นตรง (Linear interpolation) และการเคลื่อนที่แบบวงกลม (Circular interpolation) เพื่อให้เครื่องมือสามารถเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่กำหนดได้อย่างแม่นยำ

### 2.9 การปรับค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือ

การปรับค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือ โดย MASTER CAM 2025 รองรับการคำนวณ การชดเชยเครื่องมือ (Tool compensation) เพื่อให้เครื่องมือสามารถตัดชิ้นงานได้ตามขนาดที่ ต้องการ แม้ว่าเครื่องมือจะมีขนาดไม่ตรงตามที่กำหนดไว้

### 2.10 การเลือกพารามิเตอร์การตัด

2.10.1 ความเร็วหมุน (Spindle Speed): ความเร็วที่เครื่องมือหมุนเพื่อให้เกิดแรงตัดที่เหมาะสม
 2.10.2 ความเร็วการเดินเครื่อง (Feed Rate): ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องมือในขณะตัดวัสดุ
 2.10.3 การตัดลึก (Depth cuts): การควบคุมการตัดวัสดุช่วยให้สามารถตัดวัสดุได้ที่ละชั้นเพื่อ
 ป้องกันไม่ให้เครื่องมือหรือวัสดุเสียหาย

2.10.4 การควบคุมระยะห่างที่เครื่อง CNC ทำการกัด (Stepover): การควบคุมระยะห่างที่เครื่อง CNC ทำการกัดหรือตัดชิ้นงาน

### 2.11 ทฤษฎีการตัดเชิงกล

การตัดวัสดุเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือในการตัดวัสดุออกจากซิ้นงาน ทฤษฎีการตัดจะมุ่งเน้นไปที่การคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การตัด เช่น ความเร็วหมุน (Spindle speed), ความเร็วการเดินเครื่อง (Feed rate), ความลึกในการตัด (Cutting depth) และ อื่นๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยเฉพาะในการคำนวณแรงตัดที่เกิดขึ้นระหว่างการตัด วัสดุ

**การคำนวณแรงตัด (Cutting Force):** การคำนวณแรงตัดช่วยในการออกแบบเครื่องมือ และการตั้งค่าพารามิเตอร์การตัด เช่น การเลือกความเร็วหมุนที่เหมาะสม ความเร็วในการเดินเครื่อง และขนาดของเครื่องมือ ซึ่งการคำนวณนี้จะช่วยให้มั่นใจได้ว่าเครื่องมือและวัสดุสามารถทนทานต่อ การตัดได้โดยไม่เกิดความเสียหาย

**การคำนวณกำลังในการตัด (Cutting Power):** กำลังในการตัดจะมีผลต่อการเลือก พารามิเตอร์การตัด เช่น ความเร็วหมุนและความเร็วในการเดินเครื่อง โดยทั่วไป การตัดวัสดุที่แข็งแรง จะต้องใช้กำลังที่มากขึ้นและสามารถทำให้เครื่องมือสึกหรอได้เร็วกว่าการตัดวัสดุที่นุ่มกว่า

การสร้างเส้นทางการตัดในโปรแกรม MASTER CAM 2025 เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับ หลายทฤษฎีและหลักการต่างๆ ซึ่งผู้ใช้ต้องคำนึงถึงการเลือกเครื่องมือ, กลยุทธ์การตัด, การตั้ง ค่าพารามิเตอร์การตัด, การจำลองเส้นทาง, และการคำนวณการเคลื่อนที่ของเครื่องมือเพื่อให้ได้ผล ลัพธ์ที่แม่นยำและมีประสิทธิภาพสูงสุด

# 2.12 วัสดุของชิ้นงาน

อะลูมิเนียม (Aluminum AL6061) เป็นธาตุเคมีที่มีสัญลักษณ์ทางเคมีว่า Al และหมายเลข อะตอม 13 มันเป็นหนึ่งในโลหะที่พบได้มากที่สุดในเปลือกโลกและมีความสำคัญในหลายอุตสาหกรรม ด้วยคุณสมบัติที่หลากหลาย เช่น น้ำหนักเบา ทนทานต่อการกัดกร่อน และสามารถนำความร้อนและ ไฟฟ้าได้ดี อะลูมิเนียมจึงมีการใช้งานที่หลากหลายทั้งในด้านวิศวกรรม การผลิต และในชีวิตประจำวัน

### คุณสมบัติของอะลูมิเนียม

- น้ำหนักเบา: อะลูมิเนียมมีความหนาแน่นต่ำมาก (ประมาณ 2.7 กรัม/ซม.<sup>3</sup>) เมื่อเทียบกับ โลหะอื่น ๆ เช่น เหล็ก (7.8 กรัม/ซม.<sup>3</sup>) หรือทองแดง (8.96 กรัม/ซม.<sup>3</sup>) ทำให้มันเป็นวัสดุที่ เบามากและมีความเหมาะสมสำหรับการใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการวัสดุน้ำหนักเบา เช่น การผลิตยานพาหนะ เครื่องบิน และวัสดุก่อสร้าง
- ทนต่อการกัดกร่อน: อะลูมิเนียมสามารถทนทานต่อการกัดกร่อนจากการสัมผัสกับอากาศ น้ำ หรือสารเคมีได้ดี เนื่องจากมันจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศและสร้างฟิล์มบาง ๆ ของออกไซด์อะลูมิเนียม (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ที่มีความทนทาน ซึ่งช่วยป้องกันการกัดกร่อนภายในตัว มันเอง ทำให้มันถูกใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น การผลิตเรือและโครงสร้าง ที่ต้องทนต่อสภาพอากาศ
- การนำความร้อนและไฟฟ้า: อะลูมิเนียมเป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้าที่ดี ทำให้มันถูกใช้ใน สายไฟฟ้าและอุปกรณ์ที่ต้องการการระบายความร้อน เช่น ฮีทซิงค์ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- ความสามารถในการขึ้นรูป: อะลูมิเนียมสามารถขึ้นรูปได้ง่ายเมื่อถูกหลอมในอุณหภูมิที่สูง จึง สามารถผลิตเป็นวัสดุหลายประเภท เช่น แผ่นบางๆ, เส้นลวด, ท่อ หรือแม้กระทั่งขึ้นส่วนที่มี รูปทรงซับซ้อน
- สามารถรีไซเคิลได้: อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่สามารถรีไซเคิลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่การ รีไซเคิลอะลูมิเนียมใช้พลังงานน้อยกว่าการผลิตใหม่จากแร่ดิบถึง 95% ทำให้มันเป็นวัสดุที่ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและนิยมในอุตสาหกรรมการรีไซเคิล

ในงาน CNC อะลูมิเนียมเป็นวัสดุที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากคุณสมบัติที่เหมาะสมกับ การตัด เจาะ หรือเครื่องจักรด้วยเครื่อง CNC ที่มีความแม่นยำสูง อะลูมิเนียมสามารถใช้ได้ทั้งในการ ผลิตชิ้นส่วนที่มีความซับซ้อนและชิ้นส่วนที่ต้องการการประมวลผลด้วยความเร็วสูง มาดูเหตุผลว่า ทำไมอะลูมิเนียมถึงเป็นวัสดุยอดนิยมในงาน CNC และการใช้งานในอุตสาหกรรมต่าง ๆ

อะลูมิเนียมเป็นวัสดุที่ยอดเยี่ยมสำหรับการใช้งานในงาน CNC ด้วยคุณสมบัติที่ทำให้มัน เหมาะสำหรับการตัด เจาะ หรือเครื่องจักรที่มีความแม่นยำสูง โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมการบิน ยาน ยนต์ อิเล็กทรอนิกส์ และการผลิตชิ้นส่วนที่ต้องการความทนทาน ความแข็งแรง และความแม่นยำสูง



รูปภาพที่ 2.5 รูปอลูมิเนียม ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )

# บทที่3

# วิธีการดำเนินงาน

ในการจัดทำโครงงาน ชุดจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต(MASTER CAM 2025) ในครั้งนี้คณะผู้จัดทำได้ดำเนินงานการจัดทำโครงการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

### 3.1 อธิบายภาพรวมของโครงงาน

การเขียนแบบและการกัดงาน CNC (Computer Numerical Control) เป็นกระบวนการที่ ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการควบคุมเครื่องมือเพื่อผลิตชิ้นงานตามแบบที่ออกแบบไว้ การทำงาน ของ CNC ครอบคลุมตั้งแต่การสร้างแบบ 3D ไปจนถึงการตั้งค่าเครื่องจักรและการดำเนินงานจริงใน การผลิตชิ้นงานที่มีความแม่นยำสูง

# 3.2 การลงโปรแกรม MASTER CAM 2025

ก่อนที่จะทำการติดตั้งควรตรวจสอบว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ของคุณสามารถรองรับ โปรแกรมได้หรือไม่ซึ่ง MASTER CAM 2025 ต้องการระบบปฏิบัติการและฮาร์ดแวร์ที่เหมาะสม โดยระบบที่รองรับ MASTER CAM 2025 โดยทั่วไปคือ:

- ตัวบาง Windows 10 หรือใหม่กว่า (แนะนำ 64-bit)
- โปรเซสเซอร์: Intel Core i5 หรือเทียบเท่า
- หน่วยความจำ: 8 GB ขึ้นไป
- พื้นที่ว่างบนฮาร์ดดิสก์: 4 GB หรือมากกว่า
- กราฟิก: การ์ดกราฟิกที่รองรับ OpenGL 4.5 ขึ้นไป

# 3.3 วิธีการติดตั้งโปรแกรม



รูปภาพที่ 3.1 คลิกไปที่ไฟล์ MASTER CAM 2025 แล้วคลิกขวาไปที่ RUN AS ADMINISTRATOR ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.2 คลิกไปที่ MASTER CAM 2025 Installation ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.3 กดไปที่ Next ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.4 เลือก English แล้วกด Next ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.5 กดไปที่ Next ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.6 กดไปที่ Exit ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.7 ย้อนกลับไปหน้าแรกแล้วเข้าไปที่ไฟล์ SolidSQUAD ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.8 คลิกขวาไปที่ไฟล์ SolidSQUAD แล้วกดแตกไฟล์ ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.9 เข้าไปที่ Drive C แล้วกดเข้าไปที่ไฟล์ Muitikev ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.10 กดคลิกขวาเข้าไปที่ไฟล์ remove.com แล้วกด Run as administrator ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.11 รอจนโหลดเสร็จแล้วกด Enter จากนั้นให้ทำการ Restart PC เป็นอันเสร็จสิ้นการลงโปรแกรม ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



### 3.4 การเขียนแบบและการสร้างเส้นทางการตัดเฉือนด้วยโปรแกรม MASTER CAM 2025

รูปภาพที่ 3.12 เลือกเส้น LINE ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.13 การ EXTRUDE ชิ้นงาน

หลังจาก EXTRUDE ชิ้นงานเสร็จทั้งหมดตามที่ได้ออกแบบไว้แล้วเพื่อง่ายต่อการกัดชิ้นงานขั้นตอน ต่อไปคือการกำหนดจุดศูนย์ของชิ้นงานโดยจะทำการทำหนดจุดศูนย์ขึ้นมาไว้ด้านบนของชิ้นงาน ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.14 การกำหนดจุดศูนย์ชิ้นงานขึ้นมาด้านบน การกำหนดจุดศูนย์ของชิ้นงานขึ้นมาด้านบนทำได้โดยการสร้างเส้นตรง 2 เส้นตัดกันดังภาพ จากนั้นให้เข้าไปที่โหมด Transform แล้วเลือกฟังชั่น Move to origin แล้วเลือกไปที่จุดตัดกึ่งกลาง ของเส้น

( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.15 การตั้ง stock setup

การตั้งค่า **Stock Setup** คือการกำหนดขนาดและรูปทรงของวัตถุดิบที่ใช้ในการกัด เพื่อให้ โปรแกรมสามารถคำนวณเส้นทางการกัดและการตัดที่เหมาะสม ทำได้โดยการเข้าไปที่โหมด Tooltaphs จากนั้นเข้าไปที่ Stok setup แล้วตั้งขนาดขึ้นงาน 95x100x20 มม. ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.16 การเลือกชนิดของเครื่องที่จะทำการกัดชิ้นงาน การเลือกชนิดของเครื่องที่จะทำการกัดชิ้นงาน ทำได้โดยการคลิกเข้าไปที่โหมด Simulation จากนั้นทำการเลือกชนิดของเครื่องเป็นเครื่อง 3 แกน โดยเลือก 1\_3AXGEN\_VMC ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567)



รูปภาพที่ 3.17 คลิกเข้าไปที่โหมด Dynamic Mill เพื่อทำการสร้างเส้นทางการตัดเฉือน ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.18 คลิกไปที่ลูกศรตรง Machining regions เพื่อเลือกพื้นที่การตัดเฉือน ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.19 เลือก From outside เพื่อทำการตัดเฉือนชิ้นงานจากด้านนอก ในกรณีที่ต้องการตัดเฉือนชิ้นงานจากด้านในให้เลือก Stay inside ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.20 คลิกที่ Preview chains เพื่อดูพื้นที่ที่จะทำการตัดเฉือน จากนั้นกดเครื่องหมายถูกเพื่อทำขั้นตอนต่อไป ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.21 การสร้างดอกที่จะทำการกัดชิ้นงาน เข้าไปที่ Tool จากนั้นคลิกไปที่ Filter ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.22 หลังจากเข้าไปที่ Filter ให้ทำการเลือกดอก Endmill1 Flat แล้วกดติ๊กถูก ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.23 เข้าไปที่ Telect tool from library เพื่อเลือกขนาดของดอกกัด ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.24 ทำการเลือกดอก FIAT END MILL – 10 แล้วกดติ๊กถูก ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.25 คลิกเข้าไปที่ดอกที่ได้เลือกไว้เพื่อทำการตั้งค่า Tool และดอกที่จะทำการกัด ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.26 เข้าไปที่ Finalize Properties จากนั้นทำการตั้งค่า Tool และ Fred และ Spindle speed และ Number fo flutes ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.27 เข้าไปที่ Cut Parameters เพื่อทำการตั้งค่าการเก็บละเอียดชิ้นงาน ที่ stock to leave on walls และ stock to leave on floors ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.28 เข้าไปที่ Depth Cuts เพื่อทำการตั้งค่า Step การกัดชิ้นงาน ที่ Maximum rough step และ Step ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.29 เข้าไปที่ Linking Parameters เพื่อตั้งค่าการเคลื่อนที่ของเครืองมือตัด

การตั้งค่า Linking Parameters เป็นการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยง การเคลื่อนที่ของเครื่องมือระหว่างการตัด (Toolpath Linking) ซึ่งจะช่วยให้เครื่องมือเคลื่อนที่ไปยัง ตำแหน่งต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย



รูปภาพที่ 3.30 เข้าไปที่ Coolant เพื่อทำการตั้งค่าน้ำหล่อเย็น ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.31 กดเครื่องหมายบวกเพื่อจำลองเส้นทางการตัดเฉือนชิ้นงาน ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.32 เข้าไปที่ Verify selected operations เพื่อจำลองการตัดเฉือนชิ้นงาน ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )





หลังจากทำการสร้างเส้นทางการตัดเฉือนเสร็จทั้งหมดแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการแปลเส้นทาง การตัดเฉือนเป็นโค้ดโปรกรม เพื่อใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงานจริงบนเครือง cnc สามารถทำได้ดังนี้ ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.34 เข้าไปที่ Post selected operations หรือ G1 ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.35 ติ๊กเครืองหมายถูก

🛃 Save As				×
$\leftarrow \rightarrow \land \uparrow$	« Mastercam » Mill »	NC v	ට Search NC	م
Organize 🔻 Ne	ew folder			
<ul> <li>Downloads</li> <li>Documents</li> <li>Pictures</li> <li>Music</li> <li>Videos</li> <li>Mastercam 200</li> <li>OneDrive</li> <li>This PC</li> <li>3D Objects</li> </ul>	* ^ Name * *	A No items m	Date mod	ffied Type
E Desktop	~ <			2
File name:	009			~
Save as type:	NC Files (*.NC)			~
∧ Hide Folders		_	Save	Cancel

รูปภาพที่ 3.36 กด Save

( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )







หลังจากทำการบันทึกโค้ดโปรแกรมเสร็จ ต่อไปคือการกัดชิ้นงานจริงด้วยเครื่อง CNC

รูปภาพที่ 3.38 การจับชิ้นงาน

( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.39 การตั้งศูนย์ของชิ้นงาน



รูปภาพที่ 3.40 การตั้งค่าดอกกัดชิ้นงาน ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.41 การจำลองเส้นทางการตัดเฉือนของชิ้นงาน



รูปภาพที่ 3.42 การเดินเครื่องกัดชิ้นงาน ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.43 การลบมุมชิ้นงาน ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



รูปภาพที่ 3.44 ชิ้นงานเสร็จสมบูรณ์ ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )

### บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

### 4.1 การตั้งค่าและออกแบบ (Design and Setup)

4.1.1 ใช้โปรแกรม MASTER CAM 2025 ในการออกแบบชิ้นงาน 2D หรือ 3D ตามที่ ต้องการ โดยเริ่มจากการกำหนดขนาดของชิ้นงานที่ 95x100x20 มม. ให้ตรงตามที่กำหนดไว้ใน ขั้นตอนการออกแบบ

4.1.2 กำหนดการตั้งค่าของเครื่อง CNC ที่จะใช้เป็นเครื่อง 3 แกน การตั้งค่าเครื่องมือ (Tool), ระบบพิกัด (Coordinate system), และชนิดของวัสดุที่ใช้ในการผลิตเป็นอลูมิเนียม
 4.2 การเลือกเครื่องมือและวิธีการกัด (Tool Selection and Machining Strategy)

4.2.1 เลือกเครื่องมือที่เหมาะสม เช่น ดอกกัด (End mill)

4.2.2 การกัด เช่น การกัดในระนาบ (2D milling), การกัดแบบ 3D

### 4.3 การตั้งค่าพารามิเตอร์การกัด (Machining Parameters)

4.3.1 กำหนดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ความเร็วในการหมุนของเครื่องมือ 4000 รอบต่อนาที ความเร็วในการเดินเครื่อง (Feed rate), 1000 ระยะการตัด (Cut depth) และจำนวนขั้นตอนการ กัด (Number of passes)

4.3.2 การคำนวณพารามิเตอร์เหล่านี้จะต้องคำนึงถึงวัสดุที่ใช้, ขนาดเครื่องมือ และการ ออกแบบชิ้นงาน

### 4.4 การจำลองการตัด (Simulation)

4.4.1 ทำการจำลองการตัดชิ้นงานในโปรแกรม MASTER CAM 2025 เพื่อให้มั่นใจว่าชิ้นงาน จะไม่เกิดปัญหาหรือข้อผิดพลาดในการตัด

4.4.2 การจำลองนี้ช่วยให้สามารถตรวจสอบเส้นทางของเครื่องมือ, ตรวจสอบความขัดแย้งที่ อาจเกิดขึ้น และทำการปรับแต่งพารามิเตอร์ได้ก่อนการผลิตจริง

#### 4.5 การสร้าง G-code (Post-processing)

4.5.1 หลังจากจำลองและตรวจสอบเสร็จสิ้นแล้ว ก็ทำการสร้าง G-code โดยการใช้ Post Processor เพื่อให้เครื่อง CNC เข้าใจคำสั่งการตัด

4.5.2 G-code นี้จะถูกส่งไปยังเครื่อง CNC เพื่อดำเนินการตัดชิ้นงานตามที่ออกแบบ

# ผลลัพธ์ที่ได้:

1. ชิ้นงานที่ได้มีขนาด 95×100×20 มม. และเป็นไปตามการออกแบบที่ได้วางไว้

2. การใช้โปรแกรม MASTER CAM 2025 ช่วยให้การผลิตมีความแม่นยำสูงและ ประหยัดเวลา

ในการออกแบบและผลิต

 การจำลองการตัดในโปรแกรมช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดข้อผิดพลาดในระหว่างการตัด จริง

 ชิ้นงานมีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดและไม่มีข้อบกพร่องทางด้านขนาดหรือรูปร่าง การดำเนินการทั้งหมดช่วยให้การผลิตชิ้นงานมีประสิทธิภาพและตรงตามความต้องการของผู้ใช้

### บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

ชิ้นงานที่ได้มีขนาด 95x100x20 มม. และเป็นไปตามการออกแบบที่ได้วางไว้ทั้งนี้การใช้ โปรแกรม MASTER CAM 2025 ยังช่วยให้การผลิตมีความแม่นยำสูงและประหยัดเวลาในการ ออกแบบและการจำลองการตัดในโปรแกรมช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดข้อผิดพลาดในระหว่างการ ตัดชิ้นงานจริงตามมาตรฐานที่กำหนดและไม่มีข้อบกพร่องทางด้านขนาดหรือรูปร่างการดำเนินการ ทั้งหมดช่วยให้การผลิตชิ้นงานมีประสิทธิภาพและตรงตามความต้องการของผู้ใช้

การออกแบบทำได้เร็วและมีความแม่นยำสูง สามารถกำหนดขนาด, รูปร่าง และรายละเอียด ของชิ้นงานได้ตามที่ต้องการเลือกเครื่องมือและตั้งค่าพารามิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้การตัด เป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ ช่วยลดความเสี่ยงจากการเกิดข้อผิดพลาดในระหว่างการผลิต เส้นทางการตัดที่ได้มีความแม่นยำสูง การตัดเป็นไปตามลำดับที่กำหนด และสามารถลดเวลาการ ทำงานได้ เนื่องจากเส้นทางการตัดถูกออกแบบมาอย่างดี

#### 5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. ปัญหาการตั้งค่าเครื่องมือ

(Tool Setup)การเลือกเครื่องมือ (tool) ที่ไม่เหมาะสม หรือการตั้งค่าพารามิเตอร์เครื่องมือ (tool parameters) ผิดพลาดอาจทำให้เครื่อง CNC ตัดได้ไม่แม่นยำ เสี่ยงต่อการทำให้เครื่องมือเสียหาย

 2. ปัญหาการเลือกเส้นทางการตัด (Toolpath Generation) การกำหนดเส้นทางการตัดผิดพลาดหรือไม่เหมาะสมอาจทำให้กระบวนการตัดชิ้นงานมีปัญหา เช่น เกิดการชนกันระหว่างเครื่องมือกับชิ้นงาน หรือมีการตัดที่ไม่สมบูรณ์

3. การจัดการกับข้อผิดพลาดใน G-code

การสร้าง G-code ที่ไม่ถูกต้องจากโปรแกรม MASTER CAM 2025 อาจทำให้เครื่อง CNC ทำงาน ผิดพลาด หรือเกิดความเสียหายกับเครื่องจักร

### 5.3 การแก้ไขปัญหา

 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ให้เข้าใจดี รวมถึงการปรับแต่งค่าต่าง ๆ เช่น ความเร็วการ หมุน(RPM), ความเร็วในการเดินเครื่อง (feed rate) ให้เหมาะสมกับวัสดุที่ใช้และลักษณะการตัด

2. ใช้ฟีเจอร์การจำลองการตัด (Simulation) เพื่อทดสอบเส้นทางการตัดก่อนที่จะนำไปใช้จริง และตรวจสอบทุกขั้นตอนของการตัดให้ละเอียด

 ควรตรวจสอบ G-code ให้ละเอียดก่อนที่จะส่งคำสั่งให้เครื่อง CNC ทำงาน โดยการใช้ ฟีเจอร์การจำลองในโปรแกรม MASTER CAM 2025 หรือการทดสอบในเครื่องจักรที่ไม่มีชิ้นงานจริง
 5.4 ข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ (Tooling) และพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ จะนำไปสู่การเลือกเครื่องมือที่เหมาะสม เช่น การเลือกดอกเอ็นมิลล์ (End Mill) หรือดอกกัด (Drill) ที่เหมาะสมกับวัสดุและลักษณะการตัดใช้ฟีเจอร์การจำลองการตัด (Toolpath Simulation) ใน โปรแกรม MASTER CAM 2025 เพื่อทดสอบและตรวจสอบเส้นทางการตัดก่อนที่จะส่งคำสั่งให้เครื่อง CNC ทำงาน

#### บรรณานุกรม

ข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรม MASTER CAM 2025 [ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา https://www.mastercamcenter.com/ (สืบค้นเมื่อ 7 กันยายน 2567) ข้อมูลเกี่ยวกับอะลูมิเนียม [ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา https://globalhouse.co.th/globalidea/detail/652 (สืบค้นเมื่อ 12 กันยายน 2567) ข้อมูลทฤษฎีการตัดเชิงกล [ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา https://www.factorymax.co.th/knowledge-cutting-tool/ (สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2567) ข้อมูลการคำนวณกำลังในการตัด [ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา https://www.sandvik.coromant.com/th-th/knowledge/machining-formulas (สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2567)

# ภาคผนวก ก

ชุดจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต(MASTER CAM 2025)



แบบเสนอโครงการ

# รหัสวิชา 30102-2054 ชื่อวิชา โครงงาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา2567 ประเภทวิชา อุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพ อุตสาหกรรมการผลิต สาขาวิชา เทคนิคการผลิต ระดับชั้น ปวส. ปีที่ 1 กลุ่ม 2

1. ชื่อโครงการ ชุดจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต(MASTER CAM 2025)

### 2. ผู้รับผิดชอบโครงการ

2.1 นายศุภนันท์ เนียมงาม	รหัสนักศึกษา	67301020047
2.2 นายปฐวีกาญจน์ ทุ่มโสภา	รหัสนักศึกษา	67301020060

3. ที่ปรึกษาโครงการ

3.1 นายเบญจภัทร วงค์โคกสูง ครูที่ปรึกษาโครงการ

3.2 นายวิวัฒน์ ฉายแก้ว

ครูที่ปรึกษาโครงการร่วม

4. ครูผู้สอน

4.1 นายเบญจภัทร วงค์โคกสูง

5. ระยะเวลาการดำเนินงาน

สัปดาห์ที่ 1-15 ( 21 ตุลาคม 2567 – 31 มกราคม 2568 )

6. หลักการและเหตุผล

โปรแกรม MASTER CAM 2025 ใช้ในการควบคุมเครื่องจักร CNC และออกแบบ ชิ้นส่วนประกอบต่างๆด้วยคอมพิวเตอร์ MASTER CAM 2025 มีหน้าจอที่ทันสมัยสะดวกต่อผู้ใช้ สามารถสร้าง งานได้รวดเร็ว

โปรแกรม MASTER CAM 2025 ยังสามารถปรับแต่งปรับหน้าจอได้หลากหลายตาม ความถนัดและความต้องการของผู้ใช้งานและ MASTER CAM 2025 สามารถสร้างเส้นทางการตัด เฉือนใช้ควบคุมเครื่องกลึง CNC และเครื่องกัด CNC

MASTER CAM 2025 เป็นซอฟต์แวร์ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการออกแบบและผลิต ชิ้นงานด้วยเครื่อง CNC เนื่องจากสามารถช่วยเพิ่มความแม่นยำ ลดต้นทุนและปรับปรุง ประสิทธิภาพการผลิตในอุตสาหกรรมต่างๆได้อย่างมีประสิทธิ์ภาพ

### 7. วัตถุประสงค์โครงการ

7.1 เพื่อการสร้างชิ้นงานด้วยโปรแกรม MASTER CAM 2025

- 7.2 เพื่อใช้โปรแกรม MASTER CAM 2025 สร้างเส้นทางในการตัดเฉือนชิ้นงาน
- 7.3 เพื่อการออกแบบชิ้นงานด้วยโปรแกรม MASTER CAM 2025

### 8. ขอบเขตของโครงการ

8.1 ขนาดกว้าง 95 x 100 x 20 มม.

8.2 โปรแกรม MASTER CAM 2025 สามารถตัดเฉือนชิ้นงานได้ภายใน 1 ชั่วโมง

# 9. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

9.1 ได้ชิ้นงานที่ออกแบบด้วยโปรแกรม MASTER CAM 2025 ขนาดกว้าง 95 x 100 x 20 มม.

9.2 ได้รับทักษะการใช้งานเครื่องกัด CNC และการแปลงชิ้นงานที่ออกแบบเป็นโปรแกรม ควบคุมเส้นทางการตัดเฉือนชิ้นงาน

9.3 สถานศึกษาสามารถนำแบบไปใช้ในการสอนได้

		ตุลาคม		พฤศจิกายน			ธันวาคม				มกราคม						
ลำดับที่	กิจกรรม		25	67		2567			2567				2568				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	ขออนุมัติโครงการ																
2.	ศึกษาค้นคว้าข้อมูล/																
	ออกแบบชิ้นงาน																
3.	จัดหาวัสดุ อุปกรณ์																
4.	ลงมือปฏิบัติงาน																
5.	ทดลองใช้/เก็บข้อมูล																
6.	นำเสนอ/รายงานผล																

### 10. วิธีดำเนินโครงการ

#### 11. งบประมาณ

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน 2,000 บาท

# 12. สถานที่ดำเนินงาน

แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยการอาชีพสังขะ

ลงชื่อ.....ผู้เสนอโครงการ (นายศุภนันท์ เนียมงาม ) นักศึกษาระดับ ปวส.

ลงชื่อ.....ผู้เห็นชอบโครงการ (นายเบญจภัทร วงค์โคกสูง) ครูที่ปรึกษาโครงการ ลงชื่อ.....ผู้เสนอโครงการ (นายปฐวีกาญจน์ ทุ่มโสภา) นักศึกษาระดับ ปวส.

ลงชื่อ.....ผู้เห็นชอบโครงการ (นายวิวัฒน์ ฉายแก้ว) ครูที่ปรึกษาโครงการร่วม

ลงชื่อ.....ผู้เห็นชอบโครงการ (นายเบญจภัทร วงค์โคกสูง) ครูผู้สอน ลงชื่อ.....ผู้เห็นชอบโครงการ (นายวิวัฒน์ ฉายแก้ว) หัวหน้าแผนกวิชาช่างกลโรงงาน

ลงชื่อ.....ผู้เห็นชอบโครงการ (นายเบญจภัทร วงค์โคกสูง) หัวหน้างานพัฒนาหลักสูตรการเรียน การสอน

ลงชื่อ.....ผู้เห็นชอบโครงการ (นายปรีดี สมอ) รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

ลงชื่อ.....ผู้อนุมัติโครงการ (นางแสงดาว ศรีจันทร์เวียง)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพสังขะ

# ภาคผนวก **ข**

ภาพการดำเนินงาน



ภาพการดำเนินงานรูปภาพที่ 1 การสร้างเส้นและกำหนดขนาดชิ้นงาน ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ภาพการดำเนินงานรูปภาพที่ 2 การ EXTRUDE ชิ้นงาน ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ภาพการดำเนินงานรูปภาพที่ 3 การกำหนดจุดศูนย์ชิ้นงานขึ้นมาด้านบน ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ภาพการดำเนินงานรูปภาพที่ 4 การตั้ง stock setup ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ภาพการดำเนินงานภาพที่ 5 การเลือกชนิดของเครื่องที่จะทำการกัดชิ้นงาน ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ภาพการดำเนินงานรูปภาพที่ 6 คลิกเข้าไปที่โหมด Dynamic Mill เพื่อทำการสร้างเส้นทางการตัด เฉือน ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ภาพการดำเนินงานรูปภาพที่ 7 คลิกไปที่ลูกศรตรง Machining regions เพื่อเลือกพื้นที่การตัดเฉือน ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ภาพการดำเนินงานรูปภาพที่ 8 เลือก From outside เพื่อทำการตัดเฉือนชิ้นงานจากด้านนอก ในกรณีที่ต้องการตัดเฉือนชิ้นงานจากด้านในให้เลือก Stay inside



ภาพการดำเนินงานรูปภาพที่ 9 คลิกที่ Preview chains เพื่อดูพื้นที่ที่จะทำการตัดเฉือน จากนั้นกดเครื่องหมายถูกเพื่อทำขั้นตอนต่อไป

( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ภาพการดำเนินงานรูปภาพที่ 10 การสร้างดอกที่จะทำการกัดชิ้นงาน เข้าไปที่ Tool จากนั้นคลิกไปที่ Filter



ภาพการดำเนินงานรูปภาพที่ 11 หลังจากเข้าไปที่ Filter ให้ทำการเลือกดอก Endmill1 Flat แล้วกดติ๊กถูก ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )

Pt Dunzoom 50%	A 2D High Speed Toolpath - Dyn	samic Mill	10	Teolpaths	Levels	H Groups		Show Axes ~	×	Rotation Position	On/Off
Toolpatis  Ye Ye I be the Ye of the	Arthur Tour Tour Tour Tour Tour Tour Tour To	Sanda Ta Sanda Ta Tod Tod rane: Tod ane: Tod ane	Number Ad	HLL - 30 Correr radue: Haad 4: Prace tool cha	Came Hold	- Cuting Parameter - Cuti	Corner Ra 15 2000.040 2000.0 2000.0	Au Cutlengt- Spinde dector: Spinde geot cs El kapit retract	Putes Putes (N) ~ 5070 5070 533, 0004		
e Toolpatha Solida Planes Levels Recen	Cplme / TpL Top           Avis Carebi Default (1)           ✓           = disabled           *           # Punctions           SECTION VIEW. OFF           SECTION VIEW. OFF	Teo ENTITIES: 0	:	64.07134 W. 4	<b>2</b> 30,29994 2	-20.0000 - 2D	CPLANE To	C TRANE Top	VCS Top	+ - 1	.976 mm

ภาพการดำเนินงานรูปภาพที่ 12 เข้าไปที่ Telect tool from library เพื่อเลือกขนาดของดอกกัด



ภาพดำเนินงานรูปภาพที่ 13 คลิกเข้าไปที่ดอกที่ได้เลือกไว้เพื่อทำการตั้งค่า Tool และดอกที่จะทำ การกัด ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ภาพดำเนินงานรูปภาพที่ 14 คลิกเข้าไปที่ดอกที่ได้เลือกไว้เพื่อทำการตั้งค่า Tool และดอกที่จะทำ การกัด ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ภาพดำเนินงานรูปภาพที่ 15 เข้าไปที่ Finalize Properties จากนั้นทำการตั้งค่า Tool และ Fred และ Spindle speed และ Number fo flutes ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ภาพดำเนินงานรูปภาพที่ 16 เข้าไปที่ Cut Parameters เพื่อทำการตั้งค่าการเก็บละเอียด ชิ้นงาน

> ที่ stock to leave on walls และ stock to leave on floors ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ภาพดำเนินงานรูปภาพที่ 17 เข้าไปที่ Depth Cuts เพื่อทำการตั้งค่า Step การกัดชิ้นงาน ที่ Maximum rough step และ Step ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )

Zoom Gr	¶ R & . @.		d Position F Controller Viewshe
Ipaths I Is to 12 I Is to 12	Vision Type     Vision     V	Conserve: Bail O Balance V O D O O Period Restande end of degree allow Period Rest	
	Tool PEAT DND MB Tool Dareelwe Boot Dorwer Radius 0 Presi Rade 0000 Costant Off Tool Langth 00 Length Offset 1 Dantert 0 1 Cplane / Tpl Too Avai: Carebi Darfault (1)	Autor Balance Andrew	
	<ul> <li>edited</li> <li>editabled</li> </ul>	Generate toolpath 🖉 🔕 🗿 🚱	

ภาพดำเนินงานรูปภาพที่ 18 เข้าไปที่ Linking Parameters เพื่อตั้งค่าการเคลื่อนที่ ของเครืองมือตัด ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ภาพดำเนินงานรูปภาพที่ 19 เข้าไปที่ Coolant เพื่อทำการตั้งค่าน้ำหล่อเย็น

( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ภาพดำเนินงานรูปภาพที่ 20 กดเครื่องหมายบวกเพื่อจำลองเส้นทางการตัดเฉือนชิ้นงาน



ภาพดำเนินงานรูปภาพที่ 21 เข้าไปที่ Verify selected operations เพื่อจำลองการตัดเฉือนชิ้นงาน ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )

Post processing	×
Active post:	Select Post
MPFAN.PST	
Output part file descripto	Properties
NC file	
Overwrite	Edit
Ask	NC extension: .NC
Send to machine	Communications
NCI file	
<ul><li>Overwrite</li><li>Ask</li></ul>	Edit
	00

ภาพดำเนินงานรูปภาพที่ 22 ติ๊กเครืองหมายถูก



ดำเนินงานรูปภาพที่ 23 กด Save

( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ดำเนินงานรูปภาพที่ 24 กด Save



หลังจากทำการบันทึกโค้ดโปรแกรมเสร็จ ต่อไปคือการกัดชิ้นงานจริงด้วยเครื่อง CNC

ดำเนินงานรูปภาพที่ 25 การจับชิ้นงาน ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ดำเนินงานรูปภาพที่ 26 การตั้งศูนย์ของชิ้นงาน ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ดำเนินงานรูปภาพที่ 27 การตั้งค่าดอกกัดชิ้นงาน ( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ดำเนินงานรูปภาพที่ 28 การจำลองเส้นทางการตัดเฉือนของชิ้นงาน



ดำเนินงานรูปภาพที่ 29 การเดินเครื่องกัดชิ้นงาน

( ที่มา : นายศุภนันท์ เนียมงาม และคณะ, 2567 )



ดำเนินงานรูปภาพที่ 30 การเดินเครื่องกัดชิ้นงาน



# ดำเนินงานรูปภาพที่ 31 ชิ้นงานเสร็จสมบูรณ์



Тор

Activa Go to S

# ภาคผนวก ค

ประวัติผู้จัดทำ

# ประวัติผู้จัดทำโครงงาน



ชื่อโครงงาน : ชุดจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต(MASTER CAM 2025) ชื่อ-นามสกุล : นายศุภนันท์ เนียมงาม รหัสประจำตัวนักศึกษา : 67301020047 สาขาวิชา : ช่างกลโรงงาน วันเดือนปีเกิด : 23 กรกฎาคม 2548 ที่อยู่สามารถติดต่อได้ : 81 หมู่4 ต.เทพรักษา อ. สังขะ จ. สุรินทร์ เบอร์โทรศัพท์มือถือ : 0970673484 ประวัติการศึกษา : จบการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพจากวิทยาลัยการอาชีพสังขะ



ชื่อโครงงาน : ชุดจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต(MASTER CAM 2025) ชื่อ-นามสกุล : นายปฐวีกาญจน์ ทุ่มโสภา รหัสประจำตัวนักศึกษา : 67301020060 สาขาวิชา : ช่างกลโรงงาน วันเดือนปีเกิด :18 กุมภาพันธ์ 2548 ที่อยู่สามารถติดต่อได้ : 1/1 หมู่5 ต.บ้านจารย์ อ.สังขะ จ.สุรินทร์ เบอร์โทรศัพท์มือถือ : 0624514997 ประวัติการศึกษา : จบการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพจากวิทยาลัยการอาชีพสังขะ

# ภาคผนวก ง

อัพไฟล์โครงงาน