**ขั้นตอนการทำงานอย่างละเอียด**

**1. การเตรียม Dataset**

1. **ถ่ายภาพฟีเจอร์ (ขวดน้ำ)**:
   * ใช้ขวดน้ำหลากหลายขนาดและชนิด (ใส, ทึบ, สีต่าง ๆ)
   * ถ่ายภาพบนพื้นหลังเรียบ เช่น สีขาวหรือเขียว เพื่อให้แยกฟีเจอร์ง่าย
   * ถ่ายในหลายมุมมอง (ด้านหน้า, ด้านข้าง, มุมเฉียง)
2. **แยกฟีเจอร์ (Feature Extraction)**:
   * ใช้ **rem.bg**  เพื่อตรวจจับพิกเซลพื้นหลังและแยกส่วนที่เป็นขวดน้ำ:
     + พื้นหลัง → โปร่งใส (Transparent Background)
     + ขวดน้ำ → คงไว้เหมือนเดิม
   * บันทึกฟีเจอร์ในรูปแบบ **PNG** พร้อมพื้นหลังโปร่งใส
3. **จัดเก็บฟีเจอร์**:
   * เก็บไฟล์ภาพในโฟลเดอร์ features/ เพื่อใช้งานในขั้นตอนถัดไป

**2. การสร้าง Synthetic Dataset**

1. **ถ่ายภาพแบกกราวด์ (Background Images)**:
   * ถ่ายภาพลำน้ำหรือค้นหาภาพลำน้ำที่สมจริงจากแหล่งออนไลน์
   * บันทึกในโฟลเดอร์ backgrounds/
2. **สุ่มพารามิเตอร์การวางฟีเจอร์**:
   * **ตำแหน่ง (Position)**:
     + สุ่มพิกัด (x, y) โดยตรวจสอบไม่ให้ออกนอกภาพ
   * **ขนาด (Size)**:
     + สุ่มการปรับขนาด (Scale) ในช่วง 0.5x - 1.5x
   * **มุมหมุน (Orientation)**:
     + สุ่มมุมการหมุน 0° - 360°
     + คำนวณ Bounding Box ใหม่ตามมุมการหมุน (Rotated Bounding Box)
3. **รวมฟีเจอร์กับแบกกราวด์**:
   * ใช้ **Alpha Blending** รวมฟีเจอร์ (ขวดน้ำ) กับแบกกราวด์
   * ตรวจสอบไม่ให้ Bounding Box ซ้อนทับกันเกิน IoU Threshold
4. **สร้าง Annotation อัตโนมัติ**:
   * บันทึกข้อมูล Bounding Box และมุมการหมุนในฟอร์แมต YOLO
5. **บันทึกภาพที่สร้างใหม่**:
   * จัดเก็บภาพและ Annotation ในโฟลเดอร์ synthetic\_dataset/

**3. อัปโหลด Dataset เข้า Roboflow**

1. **นำเข้า Dataset**:
   * อัปโหลดไฟล์ภาพและ Annotation เข้า Roboflow
   * เลือกฟอร์แมตที่รองรับ เช่น YOLO
2. **ตั้งค่า Augmentation**:
   * ใช้ฟีเจอร์ Augmentation ของ Roboflow:
     + เพิ่ม Noise, เปลี่ยนแสง, Blur, หรือปรับความคมชัด
   * กำหนดจำนวนภาพที่ต้องการสร้างเพิ่มเติม
3. **ดาวน์โหลด Dataset ใหม่**:
   * ดาวน์โหลด Dataset พร้อม Annotation ที่ผ่านการ Augmentation

**4. เทรนโมเดล YOLO**

1. **ติดตั้ง YOLO (YOLOv8)**:
2. **เตรียม Dataset**:
   * ดาวน์โหลด Dataset จาก Roboflow ในฟอร์แมต YOLO และวางในโครงสร้างที่ YOLO รองรับ
   * ตั้งค่าไฟล์ data.yaml
3. **เริ่มการเทรน**:
4. **บันทึกโมเดล**:
   * เมื่อเทรนเสร็จ ไฟล์โมเดลจะถูกบันทึกในโฟลเดอร์ runs/

**5. ประเมินผลและปรับปรุง**

1. **ทดสอบโมเดล**:
   * ใช้ Test Set เพื่อตรวจสอบความแม่นยำ
2. **วิเคราะห์ผลลัพธ์**:
   * ตรวจสอบค่า **mAP (Mean Average Precision)**, Precision, Recall
   * ดูตัวอย่างผลลัพธ์การตรวจจับเพื่อหาข้อบกพร่อง
3. **ปรับปรุง Dataset**:
   * เพิ่มภาพใหม่หรือปรับ Augmentation ใน Roboflow
   * เทรนโมเดลใหม่ด้วย Dataset ที่ปรับปรุง