

เว็บแอปพลิเคชันสำหรับเก็บรายการอุปกรณ์ของสำนักทะเบียน.....

เว็บเก็บรายการอุปกรณ์ของสำนักทะเบียนมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่  
Equipment Inventory Web Application of the Registrar's Office,  
Chiang Mai Rajabhat University

นาย บุญญฤทธิ์ แก้วม่วง

การศึกษาอิสระด้านคอมพิวเตอร์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม  
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์  
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่  
เมษายน 2569

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินงานขององค์กร โดยเฉพาะในสถาบันการศึกษาที่มีการใช้งานอุปกรณ์สำนักงานอย่างต่อเนื่อง เช่น กระดาษ A4 หมึกพิมพ์ ปากกาเมจิก และวัสดุสิ้นเปลืองอื่น ๆ การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการบริหารจัดการการเบิกอุปกรณ์สำนักงาน จะช่วยให้ข้อมูลมีความถูกต้อง ชัดเจน และสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้อย่างรวดเร็ว ลดปัญหาข้อมูลสูญหายและความคลาดเคลื่อนจากลายมือเขียน นอกจากนี้ยังช่วยให้การบริหารจัดการทรัพยากรมีประสิทธิภาพ สามารถควบคุมการใช้งานและตรวจสอบปริมาณคงเหลือได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของบุคลากรภายในหน่วยงาน

สำนักทะเบียนมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่เป็นหน่วยงานที่มีบุคลากรจำนวนมาก ซึ่งมีการเบิกใช้อุปกรณ์สำนักงานในการปฏิบัติงานอยู่เป็นประจำ จากการศึกษาพบว่า ระบบการเบิกอุปกรณ์ในปัจจุบันยังเป็นรูปแบบเอกสาร (Paper-based) โดยให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลลงในแบบฟอร์มกระดาษ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาหลายประการ เช่น ข้อมูลสูญหายจากการจัดเก็บเอกสารไม่เป็นระบบ ลายมือเขียนไม่ชัดเจนทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการบันทึกข้อมูล ความล่าช้าในการค้นหาและตรวจสอบข้อมูลย้อนหลัง รวมถึงไม่สามารถทราบได้อย่างรวดเร็วว่าอุปกรณ์ใดถูกเบิกไปโดยใครหรือมีปริมาณคงเหลือเท่าใด ส่งผลให้การควบคุมการใช้ทรัพยากรไม่มีประสิทธิภาพและอาจเกิดปัญหาการเบิกซ้ำหรือการใช้ทรัพยากรเกินความจำเป็น

ด้วยปัญหาดังกล่าว โครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการเบิกอุปกรณ์สำนักงานที่สามารถจัดเก็บข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ ลดการใช้เอกสารและความผิดพลาดจากการบันทึกด้วยลายมือ เพิ่มความสะดวกในการบันทึกและค้นหาข้อมูล พร้อมทั้งสามารถตรวจสอบรายการเบิกและปริมาณคงเหลือของอุปกรณ์ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ทำให้การบริหารจัดการทรัพยากรภายในหน่วยงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสนับสนุนการทำงานของบุคลากรให้ดำเนินไปอย่างต่อเนื่องและราบรื่น

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับเก็บรายการอุปกรณ์ของสำนักทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

### 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 บุคลากรของสำนักทะเบียนสามารถทำรายการเบิก และตรวจสอบข้อมูลการเบิกอุปกรณ์สำนักงานได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ลดระยะเวลาในการดำเนินงานเมื่อเทียบกับระบบเอกสารแบบเดิม

1.3.2 ช่วยลดความผิดพลาดจากการบันทึกข้อมูลแบบกระดาษ เช่น ข้อมูลสูญหาย ลายมือไม่ชัดเจน หรือการบันทึกข้อมูลไม่ครบถ้วน ทำให้ข้อมูลการเบิกมีความถูกต้องและเชื่อถือได้มากยิ่งขึ้น

1.3.3 สามารถตรวจสอบและติดตามสถานะการเบิกอุปกรณ์ รวมถึงประวัติการเบิกย้อนหลังได้อย่างชัดเจน ช่วยเพิ่มความโปร่งใสในการใช้งานทรัพยากรภายในหน่วยงาน

1.3.4 ช่วยยกระดับการดำเนินงานจากระบบเอกสารแบบเดิมสู่ระบบดิจิทัล ทำให้การบริหารจัดการอุปกรณ์สำนักงานมีความเป็นระบบและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### 1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

#### 1.4.1 ขั้นตอนและวิธีการในการเก็บข้อมูล (Research)

1.4.1.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการอุปกรณ์สำนักงานในองค์กรขนาดเล็กและวิสาหกิจชุมชน เพื่อทำความเข้าใจกระบวนการทำงานจริงในปัจจุบัน รวมถึงปัญหาและข้อจำกัดที่เกิดขึ้นจากการใช้ระบบดั้งเดิม

1.4.1.2 ศึกษาข้อมูลด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ ได้แก่ ภาษา PHP สำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันฝั่ง Server-side ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL รวมถึงเทคโนโลยีเสริมอื่นๆ เช่น HTML, CSS และ JavaScript เพื่อให้การพัฒนาระบบมีความครบถ้วนและสมบูรณ์

1.4.1.3 รวบรวมข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (User Requirements) โดยการสัมภาษณ์และสอบถามผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการอุปกรณ์สำนักงานโดยตรง เพื่อให้ทราบถึงฟังก์ชันการทำงานที่จำเป็น รูปแบบการแสดงผลที่ต้องการ และเงื่อนไขพิเศษต่างๆ ที่ระบบจะต้องรองรับ

1.4.1.4 ศึกษากระบวนการจัดการอุปกรณ์สำนักงานที่มีอยู่ในปัจจุบันทั้งในรูปแบบโอเพนซอร์สและเชิงพาณิชย์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาระบบ รวมถึงศึกษาจุดเด่นและจุดด้อยของแต่ละระบบเพื่อนำมาปรับปรุงและพัฒนาให้เหมาะสมกับบริบทขององค์กรเป้าหมาย

#### 1.4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบงาน (Analysis)

1.4.2.1 วิเคราะห์กระบวนการทำงานของระบบจัดการอุปกรณ์สำนักงานในปัจจุบัน เพื่อระบุจุดที่ต้องปรับปรุงและกำหนดขอบเขตของระบบที่จะพัฒนาขึ้นใหม่ให้ชัดเจน

1.4.2.2 วิเคราะห์และกำหนดรายละเอียดของแฟ้มข้อมูล (Data File) ที่จำเป็นต้องใช้ใน ระบบ เช่น แฟ้มข้อมูลสินค้า แฟ้มข้อมูลประเภทสินค้า แฟ้มข้อมูลการเบิกจ่าย และแฟ้มข้อมูลผู้ใช้งาน เพื่อให้ครอบคลุมความต้องการในการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลทั้งหมด

1.4.2.3 จัดทำแผนภาพการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) เพื่อแสดงให้เห็นถึงทิศทางการไหลของข้อมูลในระบบ ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทำงาน แหล่งข้อมูล และผู้ใช้งานระบบในแต่ละระดับ

1.4.2.4 ออกแบบแบบจำลองความสัมพันธ์ของข้อมูล (Entity-Relationship Model: ER Model) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตารางข้อมูลต่างๆ ในฐานข้อมูล และจัดทำพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) เพื่อกำหนดรายละเอียดของฟิลด์ข้อมูลแต่ละรายการอย่างชัดเจน

#### 1.4.3 ขั้นตอนการออกแบบระบบ (Design)

1.4.3.1 ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล (Database Schema) โดยกำหนดตาราง ฟิลด์ ชนิดของข้อมูล ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง และ Primary Key / Foreign Key ให้ถูกต้องตามหลักการออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) เพื่อให้ระบบสามารถจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4.3.2 ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ (System Architecture) โดยกำหนดโครงสร้างโดยรวมของเว็บแอปพลิเคชัน การแบ่งชั้นของระบบ (Layers) และการเชื่อมต่อระหว่างส่วนต่างๆ ให้มีความเป็นระเบียบและง่ายต่อการบำรุงรักษา

1.4.3.3 ออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface Design) โดยจัดทำ Wireframe และ Mockup ของทุกหน้าจอในระบบ ครอบคลุมหน้าเข้าสู่ระบบ หน้าแดชบอร์ด หน้าจัดการสินค้า หน้าบันทึกการเบิกจ่าย และหน้ารายงานต่างๆ โดยคำนึงถึงความสะดวกในการใช้งาน (Usability) และความสวยงามเป็นสำคัญ

1.4.3.4 ออกแบบระบบความปลอดภัย (Security Design) รวมถึงกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงของผู้ใช้งานแต่ละระดับ กระบวนการยืนยันตัวตน และมาตรการป้องกันการเข้าถึงข้อมูลโดยไม่ได้รับอนุญาต

#### 1.4.4 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม (Implementation)

1.4.4.1 พัฒนาระบบฐานข้อมูลด้วย MySQL ตามโครงสร้างที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนก่อนหน้า โดยสร้างตารางข้อมูลทั้งหมด กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตาราง และเขียน Stored Procedure หรือ Query ที่จำเป็น

1.4.4.2 พัฒนาส่วน Backend ด้วยภาษา PHP โดยเขียนโค้ดสำหรับการจัดการตรรกะทางธุรกิจ (Business Logic) ของระบบ ครอบคลุมฟังก์ชันการทำงานหลักทั้งหมด ได้แก่ ระบบยืนยันตัวตน ระบบจัดการข้อมูลสินค้า ระบบบันทึกการเบิกจ่าย และระบบตัดสต็อกอัตโนมัติ

1.4.4.3 พัฒนาส่วน Frontend ด้วย HTML, CSS และ JavaScript เพื่อสร้างหน้าจอกำหนดการใช้งานที่สวยงาม ใช้งานง่าย และรองรับการแสดงผลบนอุปกรณ์ที่หลากหลาย (Responsive Design)

1.4.4.4 พัฒนาระบบจัดการไฟล์ภาพ สำหรับการอัปโหลดและจัดเก็บภาพถ่ายหลักฐานประกอบการเบิกจ่ายสินค้า โดยกำหนดรูปแบบไฟล์ที่รองรับ ขนาดสูงสุดของไฟล์ และโครงสร้างการจัดเก็บในเซิร์ฟเวอร์ให้เป็นระเบียบ

#### 1.4.5 ขั้นตอนการทดสอบระบบ (Testing)

1.4.5.1 ทดสอบการทำงานของระบบในระดับหน่วย (Unit Testing) โดยทดสอบฟังก์ชันการทำงานของแต่ละโมดูลแยกกันอย่างละเอียด เพื่อให้มั่นใจว่าแต่ละส่วนทำงานได้ถูกต้องตามที่ออกแบบไว้ก่อนนำไปรวมเข้าด้วยกัน

1.4.5.2 ทดสอบการทำงานของระบบโดยรวม (Integration Testing) เพื่อตรวจสอบว่าทุกโมดูลสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างราบรื่น ข้อมูลถูกส่งผ่านระหว่างส่วนต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง และกระบวนการทำงานทั้งหมดเป็นไปตามที่กำหนดไว้

1.4.5.3 ทดสอบการใช้งานจริงกับกลุ่มผู้ใช้งานเป้าหมาย (User Acceptance Testing: UAT) โดยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการอุปกรณ์สำนักงานทดลองใช้งานระบบในสถานการณ์จริง และรวบรวมข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงระบบให้ตรงกับความต้องการมากยิ่งขึ้น

1.4.5.4 ทำการแก้ไขและปรับปรุงระบบตามข้อบกพร่อง (Bug) และข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการทดสอบในทุกขั้นตอน เพื่อให้ระบบมีความสมบูรณ์และพร้อมสำหรับการนำไปใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

### 1.5 ขอบเขตของโครงการ

ระบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับเก็บรายการอุปกรณ์ของสำนักทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ สามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของผู้ใช้งานระบบ และส่วนของผู้ดูแลระบบดังต่อไปนี้

#### 1.5.1 ส่วนของผู้ใช้งานระบบ

##### 1.5.1.1 ด้านข้อมูล

- 1) ข้อมูลเข้าสู่ระบบ
- 2) ข้อมูลการเบิกของผู้ใช้งาน
- 3) ข้อมูลอุปกรณ์สำนักงานที่มีอยู่ในระบบ

##### 1.5.1.2 ด้านการประมวลผล

- 1) ประมวลผลการเข้าสู่ระบบผู้ใช้งาน
- 2) ประมวลผลการเบิกอุปกรณ์

##### 1.5.1.3 ด้านการแสดงผล

- 1) แสดงหน้าจอเข้าสู่ระบบ

2) แสดงรายการอุปกรณ์สำนักงานที่สามารถเบิกได้

3) แสดงประวัติการเบิกของผู้ใช้งาน

#### 1.5.2 ส่วนของผู้ดูแลระบบ (Admin)

##### 1.5.2.1 ด้านข้อมูล

1) ข้อมูลผู้ดูแลระบบ

2) ข้อมูลผู้ใช้งานระบบ

3) ข้อมูลอุปกรณ์สำนักงาน

4) ข้อมูลประเภทอุปกรณ์

5) ข้อมูลอนุมัติการเบิกอุปกรณ์ (ของ User)

6) ข้อมูลอนุมัติยกเลิกรายการอุปกรณ์ (ของ User)

##### 1.5.2.2 ด้านการประมวลผล

1) ประมวลผลการเข้าสู่ระบบผู้ดูแลระบบ

2) ประมวลผลการจัดการข้อมูลอุปกรณ์

3) ประมวลผลการอนุมัติการยกเลิกรายการเบิก

4) ประมวลผลการตรวจสอบจำนวนคงเหลือของอุปกรณ์

##### 1.5.2.3 ด้านการแสดงผล

1) แสดงหน้าจอเข้าสู่ระบบผู้ดูแลระบบ

2) แสดงข้อมูลผู้ใช้งานและสิทธิ์การใช้งาน

3) แสดงรายการอุปกรณ์ทั้งหมด

4) แสดงจำนวนอุปกรณ์คงเหลือ

5) แสดงรายการเบิกอุปกรณ์ของผู้ใช้งาน

6) แสดงผลการอนุมัติการยกเลิกรายการเบิก

## 1.6 รายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการจัดทำโครงการ

### 1.6.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

1) เครื่องคอมพิวเตอร์หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit: CPU) รุ่น อินเทล คอร์ไอโฟว์ (Intel Core i5) ความเร็ว 2.4 กิกะเฮิร์ตซ์ (Gigahertz: GHz) ขึ้นไป หรือเทียบเท่า เพื่อให้สามารถรองรับการประมวลผลของเว็บเซิร์ฟเวอร์และฐานข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) หน่วยความจำหลัก (Random Access Memory: RAM) ความจุ 8 กิกะไบต์ (Gigabyte: GB) ขึ้นไป เพื่อให้สามารถรองรับการทำงานของโปรแกรมพัฒนาและเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้พร้อมกันอย่างราบรื่น

3) หน่วยความจำสำรอง (Hard Disk Drive: HDD หรือ Solid State Drive: SSD) ที่มีความจุ 50 กิกะไบต์ขึ้นไป สำหรับจัดเก็บไฟล์โครงการงาน ฐานข้อมูล และไฟล์รูปภาพสินค้าที่อัปโหลดเข้าสู่ระบบ

4) จอแสดงผล (Monitor) ขนาด 15.6 นิ้วขึ้นไป ที่มีความละเอียดหน้าจอไม่ต่ำกว่า 1920 x 1080 พิกเซล (Full HD) เพื่อให้สามารถแสดงผลหน้าจอกาการพัฒนาและทดสอบระบบได้อย่างชัดเจน

5) แป้นพิมพ์ (Keyboard) และเมาส์ (Mouse) สำหรับใช้ในการเขียนโปรแกรมและควบคุมการทำงานของระบบ

6) อุปกรณ์เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (Network Interface) ความเร็วไม่ต่ำกว่า 10 เมกะบิตต่อวินาที (Mbps) เพื่อรองรับการทดสอบระบบและการเข้าถึงเว็บแอปพลิเคชันผ่านเครือข่าย

### 1.6.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์ วินโดวส์ 11 (Microsoft Windows 11) ทำหน้าที่เป็นระบบปฏิบัติการหลักในการพัฒนาโครงการงาน รับผิดชอบในการจัดการฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และทรัพยากรต่างๆ ของเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1) ภาษาพีเอชพี (PHP: Hypertext Preprocessor) เป็นภาษาโปรแกรมหลักที่ใช้ในการพัฒนาระบบฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server-side Scripting) ทำหน้าที่ประมวลผลตรรกะทางธุรกิจ (Business Logic) ของระบบทั้งหมด ติดต่อกับฐานข้อมูล MySQL และสร้างการตอบสนองต่อคำขอของผู้ใช้งาน ด้วยคุณสมบัติที่เปิดกว้าง (Open Source) และมีชุมชนนักพัฒนาขนาดใหญ่รองรับ PHP จึงเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในโครงการงานนี้

2) เอชทีเอ็มแอล เวอร์ชัน 5 (Hypertext Markup Language Version 5: HTML5) ใช้สำหรับกำหนดโครงสร้างและเนื้อหาของหน้าเว็บแอปพลิเคชัน เป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาส่วน Frontend ของระบบ โดย HTML5 มีความสามารถใหม่ที่รองรับการอัปโหลดไฟล์รูปภาพและการแสดงผลบนอุปกรณ์ที่หลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) ซีเอสเอส เวอร์ชัน 3 (Cascading Style Sheets Version 3: CSS3) ใช้ในการกำหนดรูปแบบและออกแบบหน้าตาของเว็บแอปพลิเคชัน ครอบคลุมการกำหนดสี ขนาดตัวอักษร การจัดวางองค์ประกอบ รวมถึงการสร้าง Responsive Design เพื่อให้ระบบสามารถแสดงผลได้อย่างเหมาะสมบนอุปกรณ์ทุกขนาด ตั้งแต่คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะไปจนถึงสมาร์ทโฟน

4) จาวาสคริปต์ (JavaScript: JS) เป็นภาษาสคริปต์ที่ใช้เพิ่มความสามารถเชิงโต้ตอบ (Interactive) ให้กับเว็บแอปพลิเคชัน ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ UI Components ต่างๆ การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (Form Validation) ฝั่ง Client การแสดงข้อความแจ้งเตือน รวมถึงการจัดการเหตุการณ์ต่างๆ บนหน้าเว็บเพื่อให้ประสบการณ์การใช้งานของผู้ดูแลระบบมีความราบรื่นและสะดวกยิ่งขึ้น

5) ระบบจัดการฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL) ทำหน้าที่เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลหลักของโครงการ รับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดของระบบ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลสินค้า ประเภทสินค้า รายการเบิกจ่าย และข้อมูลผู้ดูแลระบบ MySQL ได้รับการเลือกใช้เนื่องจากมีความเสถียรสูง รองรับข้อมูลปริมาณมาก มีความปลอดภัย และสามารถทำงานร่วมกับภาษา PHP ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6) แคมพีพี (XAMPP) เป็นชุดโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัว (Local Development Environment) ประกอบด้วย Apache Web Server สำหรับให้บริการเว็บ ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL และภาษา PHP รวมอยู่ในชุดติดตั้งเดียว ช่วยให้สามารถทดสอบและพัฒนาระบบได้โดยไม่ต้องมีเซิร์ฟเวอร์จริง

7) โปรแกรมวิซวลสตูดิโอโค้ด (Visual Studio Code: VS Code) ใช้เป็นโปรแกรมแก้ไขโค้ด (Code Editor) หลักในการพัฒนาโครงการ มีคุณสมบัติเด่นด้านการเน้นสีของ Syntax (Syntax Highlighting) การเติมโค้ดอัตโนมัติ (IntelliSense) การรองรับ Extension ที่หลากหลาย รวมถึงการผสมรวมกับระบบควบคุมเวอร์ชัน Git ได้อย่างสะดวก ทำให้กระบวนการพัฒนาโครงการมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

8) โปรแกรมมายเอสคิวแอลเวิร์กเบนช์ (MySQL Workbench) ใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล การเขียนและทดสอบคำสั่ง SQL การนำเข้าและส่งออกข้อมูล รวมถึงการจัดการฐานข้อมูลผ่านส่วนต่อประสานแบบกราฟิก (Graphical User Interface) ซึ่งช่วยให้การบริหารจัดการฐานข้อมูลของระบบทำได้ง่ายและสะดวกและมีประสิทธิภาพ

9) ไมโร (draw.io) ใช้เป็นเครื่องมือในการเขียนแผนภาพบริบท (Context Diagram) แผนภาพการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) และแบบจำลองความสัมพันธ์ของข้อมูล (Entity-Relationship Diagram: ERD) ในขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ เนื่องจาก Miro มีเครื่องมือวาดแผนภาพที่ครบครัน ใช้งานง่าย และรองรับการทำงานร่วมกันแบบออนไลน์ได้อย่างสะดวก

## 1.7 สถานที่ที่ใช้ทำการวิจัยและเก็บข้อมูล

1.7.1 ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ใช้เป็นสถานที่หลักในการพัฒนาและทดสอบระบบ รวมถึงปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

1.7.2 สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ใช้สำหรับค้นคว้าข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาระบบจัดการอุปกรณ์สำนักงานบริหารจัดการโกดังสินค้า ผู้พัฒนาได้ทำการศึกษา รวบรวม และวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี รวมถึงเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องอย่างละเอียดและครอบคลุม เพื่อนำมาใช้เป็นฐานความรู้ในการวิเคราะห์ปัญหา ออกแบบโครงสร้างระบบ และพัฒนาโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อหลักดังต่อไปนี้

- 2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการอุปกรณ์สำนักงานและสินค้าคงคลัง (Inventory Management)
- 2.2 วงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle: SDLC)
- 2.3 สถาปัตยกรรมเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application Architecture)
- 2.4 เทคโนโลยีการพัฒนาฝั่งผู้ใช้งาน (Frontend Technology)
- 2.5 เทคโนโลยีการพัฒนาฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Backend Technology)
- 2.6 ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System: DBMS)
- 2.7 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Tools)
- 2.8 หลักการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface and User Experience Design)
- 2.9 ความปลอดภัยของระบบสารสนเทศ (Information Security)
- 2.10 งานวิจัยและระบบที่เกี่ยวข้อง (Related Research and Systems)

#### 2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการอุปกรณ์สำนักงานและสินค้าคงคลัง (Inventory Management)

##### 2.1.1 ความหมายและประเภทของอุปกรณ์สำนักงาน

สมศักดิ์ ตรีวิทย์นุรักษ์ (2560 : 15) ให้คำนิยามว่า อุปกรณ์สำนักงาน (Warehouse) คือ สถานที่สำหรับวาง จัดเก็บ และพักสินค้าชั่วคราวก่อนที่จะมีการเคลื่อนย้ายไปยังจุดถัดไปในโซ่อุปทาน โดยประเภทของอุปกรณ์สำนักงานสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

อุปกรณ์สำนักงานสาธารณะ (Public Warehouse) คืออุปกรณ์สำนักงานที่เปิดให้บุคคลทั่วไปหรือองค์กรภายนอกเช่าพื้นที่จัดเก็บสินค้า โดยผู้ให้บริการจะดูแลการรับ-จ่ายสินค้าให้ตามเงื่อนไขที่ตกลงกัน เหมาะสำหรับธุรกิจที่ยังไม่มีอุปกรณ์สำนักงานเป็นของตัวเองหรือต้องการความยืดหยุ่นในการจัดเก็บ

อุปกรณ์สำนักงานส่วนตัว (Private Warehouse) คืออุปกรณ์สำนักงานที่องค์กรสร้างหรือเช่าเพื่อใช้งานเองโดยเฉพาะ มีความสะดวกในการควบคุมและบริหารจัดการสินค้าตามมาตรฐานขององค์กร เหมาะสำหรับธุรกิจที่มีปริมาณสินค้าจำนวนมากและต้องการการดูแลเป็นพิเศษ

ศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center) คือจุดรวบรวมและกระจายสินค้าจากผู้ผลิตหลายรายไปยังผู้รับปลายทางหลายแห่งพร้อมกัน เน้นความรวดเร็วในการดำเนินงานและการเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง

### 2.1.2 ความสำคัญของการจัดการสินค้าคงคลัง

จรัสพรรณ บรรเทาทุกข์ (2563 : 52) อธิบายว่า สินค้าคงคลัง (Inventory) เปรียบเสมือนสินทรัพย์หมุนเวียนที่สำคัญขององค์กร การจัดการที่มีประสิทธิภาพจะช่วยลดต้นทุนการเก็บรักษา (Holding Cost) และป้องกันปัญหา "สินค้าขาดมือ" (Stockout) ซึ่งส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือขององค์กร นอกจากนี้การจัดการสินค้าคงคลังที่ดียังช่วยสร้างความสมดุลระหว่างต้นทุนและระดับการให้บริการ (Service Level) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการบริหารโซ่อุปทานที่มีประสิทธิภาพ

ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับสินค้าคงคลังสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ ต้นทุนการสั่งซื้อ (Ordering Cost) ซึ่งรวมถึงค่าใช้จ่ายในการติดต่อสั่งซื้อและการดำเนินการเอกสาร ต้นทุนการเก็บรักษา (Holding Cost) ซึ่งรวมถึงค่าเช่าพื้นที่ ค่าประกันภัย และต้นทุนโอกาส และต้นทุนการขาดแคลนสินค้า (Shortage Cost) ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อสินค้าไม่เพียงพอต่อความต้องการ ส่งผลให้สูญเสียรายได้และความเชื่อมั่นของลูกค้า

### 2.1.3 หลักการเข้าก่อน-ออกก่อน (First-In, First-Out: FIFO)

ศิริชัย หงษ์วิริยะกุล (2561 : 88) ระบุว่า เป็นวิธีการจัดการสินค้าที่เน้นการนำสินค้าที่รับเข้ามา ก่อนออกไปใช้งานก่อน เพื่อลดความเสี่ยงจากการเสื่อมสภาพหรือการตกวันของสินค้า หลักการนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับสินค้าที่มีอายุการใช้งานจำกัด เช่น ผลิตภัณฑ์อาหาร เวชภัณฑ์ หรือสินค้าแฟชั่น การนำ FIFO มาใช้จะช่วยลดการสูญเสียจากสินค้าหมดอายุและเพิ่มประสิทธิภาพในการหมุนเวียนสต็อก

### 2.1.4 ระดับสินค้าคงคลังและจุดสั่งซื้อ (Reorder Point)

การกำหนดจุดสั่งซื้อที่เหมาะสม (Reorder Point: ROP) ถือเป็นหนึ่งในกลยุทธ์สำคัญของการบริหารสินค้าคงคลัง โดยจุดสั่งซื้อหมายถึงระดับสินค้าคงเหลือที่เมื่อถึงจุดนั้น องค์กรจะต้องดำเนินการสั่งซื้อสินค้าเพิ่มเติมทันที เพื่อให้สินค้ามาถึงก่อนที่สต็อกจะหมดลง การคำนวณจุดสั่งซื้อต้องคำนึงถึงปัจจัยสำคัญ ได้แก่ อัตราการใช้สินค้าเฉลี่ยต่อวัน เวลานำในการสั่งซื้อ (Lead Time) และระดับสินค้าสำรองเพื่อความปลอดภัย (Safety Stock) ซึ่งระบบบริหารจัดการโกดังสินค้า สามารถช่วยให้ผู้บริหารติดตามระดับสินค้าคงเหลือและรับการแจ้งเตือนเมื่อสินค้าใกล้ถึงจุดสั่งซื้อได้อย่างอัตโนมัติ

## 2.2 วงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development Life Cycle: SDLC)

การพัฒนาาระบบสารสนเทศจำเป็นต้องมีกระบวนการที่เป็นขั้นตอนชัดเจน เพื่อให้ได้ซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพ ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ และสามารถนำไปใช้งานได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ โดย

ประสงค์ ปรานีตพลกรัง (2562 : 102) ได้แบ่งขั้นตอนการพัฒนาตามรูปแบบ Waterfall Model ซึ่งเป็นโมเดลที่นิยมใช้ในการพัฒนาระบบขนาดเล็กถึงขนาดกลาง เนื่องจากมีโครงสร้างที่ชัดเจนและง่ายต่อการบริหารจัดการโครงการ ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

การวางแผนและกำหนดปัญหา (Planning) เป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญที่สุด ครอบคลุมการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการในมิติต่างๆ ได้แก่ ความเป็นไปได้ทางเทคนิค (Technical Feasibility) ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Feasibility) และความเป็นไปได้ทางการดำเนินงาน (Operational Feasibility) รวมถึงการกำหนดทรัพยากรที่ต้องใช้ ระยะเวลาในการพัฒนา และขอบเขตของระบบ

การวิเคราะห์ความต้องการ (Analysis) เป็นขั้นตอนที่รวบรวมและวิเคราะห์ความต้องการจากผู้ใช้งาน เพื่อกำหนดความสามารถของระบบ (Functional Requirements) และข้อกำหนดที่ไม่ใช่ฟังก์ชัน (Non-Functional Requirements) เช่น ประสิทธิภาพ ความปลอดภัย และความสามารถในการรองรับผู้ใช้พร้อมกัน

การออกแบบ (Design) ครอบคลุมการออกแบบโครงสร้างข้อมูล (Database Design) สถาปัตยกรรมของระบบ (System Architecture) และส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface Design) เพื่อเป็นพิมพ์เขียวในการพัฒนาระบบในขั้นตอนถัดไป

การเขียนโปรแกรม (Implementation) เป็นการแปลงการออกแบบที่ได้ให้เป็นชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์ (Source Code) โดยใช้ภาษาและเครื่องมือที่เหมาะสม

การทดสอบ (Testing) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของระบบ ทั้งในระดับหน่วย (Unit Testing) ระดับการรวมระบบ (Integration Testing) และระดับการยอมรับจากผู้ใช้ (User Acceptance Testing)

การติดตั้งและบำรุงรักษา (Deployment and Maintenance) เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่นำระบบไปติดตั้งบนสภาพแวดล้อมจริง พร้อมทั้งดูแลบำรุงรักษาและแก้ไขข้อผิดพลาดที่พบในระหว่างการใช้งาน

## 2.3 สถาปัตยกรรมเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application Architecture)

### 2.3.1 ระบบไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์ (Client-Server System)

มารุต ตั้งวัฒนากุล (2562 : 44) อธิบายว่า ระบบไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์ เป็นรูปแบบการทำงานที่มีการแบ่งแยกหน้าที่ระหว่างผู้ร้องขอ (Client) และผู้ให้บริการ (Server) โดยสื่อสารกันผ่านโปรโตคอล HTTP/HTTPS ซึ่งเป็นหัวใจหลักของการทำงานบนอินเทอร์เน็ต ในบริบทของระบบบริหารจัดการโกดังสินค้า ฝ่าย Client คือเว็บเบราว์เซอร์ที่ผู้ดูแลระบบใช้งาน ส่วนฝั่ง Server คือเครื่องแม่ข่ายที่ติดตั้ง Apache Web Server พร้อม PHP และ MySQL

### 2.3.2 สถาปัตยกรรมแบบ 3 ชั้น (3-Tier Architecture)

Presentation Tier คือชั้นการแสดงผลที่ผู้ใช้งานโต้ตอบโดยตรง ประกอบด้วยหน้าจอต่างๆ ที่พัฒนาด้วย HTML5, CSS3 และ JavaScript ชั้นนี้มีหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ใช้และแสดงผลลัพธ์ที่ได้รับจากชั้น Logic Tier

Logic Tier (Application Tier) คือชั้นประมวลผลกลางที่พัฒนาด้วยภาษา PHP ทำหน้าที่รับคำขอจาก Presentation Tier ประมวลผลตามตรรกะทางธุรกิจที่กำหนดไว้ และติดต่อกับ Data Tier เพื่อดึงหรือบันทึกข้อมูล

Data Tier คือชั้นจัดเก็บข้อมูลที่ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลทั้งหมดของระบบอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

แนวคิดนี้ช่วยให้การแก้ไขโค้ดในส่วนหนึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อส่วนอื่น (Separation of Concerns) ทำให้ระบบมีความยืดหยุ่น บำรุงรักษาง่าย และสามารถขยายขีดความสามารถได้ในอนาคต

### 2.3.3 โพรโตคอล HTTP และ HTTPS

HTTP (Hypertext Transfer Protocol) คือโพรโตคอลมาตรฐานที่ใช้ในการสื่อสารระหว่าง Client และ Server บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยทำงานบนพื้นฐานของรูปแบบ Request-Response กล่าวคือ Client ส่งคำขอ (Request) ไปยัง Server และ Server ตอบสนอง (Response) กลับมาพร้อมข้อมูลหรือสถานะที่ร้องขอ ส่วน HTTPS (HTTP Secure) คือเวอร์ชันที่เพิ่มการเข้ารหัสข้อมูลด้วยโพรโตคอล SSL/TLS เพื่อป้องกันการดักฟังข้อมูลระหว่างการส่งผ่านเครือข่าย

## 2.4 เทคโนโลยีการพัฒนาฝั่งผู้ใช้งาน (Frontend Technology)

### 2.4.1 ภาษา HTML5 (Hypertext Markup Language Version 5)

ประชา พฤกษ์ประเสริฐ (2558 : 72) ระบุว่า HTML5 เป็นภาษามาร์กอัปที่ใช้กำหนดโครงสร้างและเนื้อหาของหน้าเว็บ โดยเวอร์ชันนี้มีการเพิ่ม Semantic Tags เช่น <header>, <footer>, <nav>, <section> และ <article> ซึ่งช่วยให้ Search Engine ทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น และทำให้โครงสร้างของหน้าเว็บมีความชัดเจนและเป็นระเบียบมากขึ้น

นอกจากนี้ HTML5 ยังมีความสามารถใหม่ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบบริหารจัดการโกดังสินค้า โดยตรง ได้แก่ การรองรับการอัปโหลดไฟล์หลายไฟล์พร้อมกัน (Multiple File Upload) ผ่าน <input type="file"> ซึ่งใช้ในการอัปโหลดรูปภาพสินค้าและหลักฐานการเบิกจ่าย การตรวจสอบความถูกต้องของฟอร์มในระดับ HTML (HTML5 Form Validation) ที่ช่วยลดภาระการเขียนโค้ด JavaScript และการรองรับ Responsive Design ร่วมกับ Viewport Meta Tag

#### 2.4.2 ภาษา CSS3 (Cascading Style Sheets Version 3)

CSS3 ใช้ในการควบคุมรูปลักษณ์ภายนอกของเว็บแอปพลิเคชัน โดยสถาพร ชัยพล (2565 : 60) ให้ความเห็นว่าการใช้คุณสมบัติ Grid Layout และ Flexbox ใน CSS3 ช่วยให้หน้าจอสามารถปรับขนาดและจัดวางองค์ประกอบได้อย่างยืดหยุ่นตามความละเอียดของอุปกรณ์ (Responsive Web Design) ทำให้ระบบบริหารจัดการโกดังสินค้า สามารถแสดงผลได้อย่างเหมาะสมทั้งบนจอคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์เคลื่อนที่

คุณสมบัติสำคัญของ CSS3 ที่นำมาใช้ในโครงการนี้ ได้แก่ CSS Flexbox สำหรับการจัดวาง Product Card ในรูปแบบตาราง Media Queries สำหรับการปรับรูปแบบการแสดงผลตามขนาดหน้าจอ CSS Transitions และ Animations สำหรับเพิ่มความสวยงามและความลื่นไหลในการทำงาน และ CSS Variables สำหรับการกำหนดชุดสีและค่าคงที่ที่ใช้ซ้ำทั่วทั้งระบบ

#### 2.4.3 ภาษา JavaScript

จีราวุธ วารินทร์ (2563 : 125) กล่าวว่า JavaScript เป็นภาษาโปรแกรมที่ทำงานบนเว็บเบราว์เซอร์ฝั่ง Client เพื่อสร้างความเคลื่อนไหวและการตอบสนองต่อผู้ใช้ เช่น การตรวจสอบค่าในฟอร์ม (Form Validation) การแสดงกล่องโต้ตอบยืนยัน (Confirmation Dialog) และการจัดการ DOM (Document Object Model) เพื่อเปลี่ยนแปลงเนื้อหาหน้าเว็บโดยไม่ต้องโหลดหน้าซ้ำ

ในระบบบริหารจัดการโกดังสินค้า JavaScript ถูกนำมาใช้ในหลายจุดสำคัญ ได้แก่ การตรวจสอบจำนวนสินค้าที่ต้องการเบิกกับจำนวนคงเหลือก่อนส่งฟอร์ม การแสดงตัวอย่างรูปภาพก่อนการอัปโหลด (Image Preview) การยืนยันการลบข้อมูลเพื่อป้องกันการลบโดยไม่ตั้งใจ และการแสดงการแจ้งเตือน (Alert) ต่างๆ แก่ผู้ใช้งาน

### 2.5 เทคโนโลยีการพัฒนาฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Backend Technology)

#### 2.5.1 ภาษา PHP 8.x (Hypertext Preprocessor)

บัญชา ปะสีละเตสัง (2564 : 35) อธิบายว่า PHP เป็นภาษาที่ได้รับความนิยมสูงสุดในการสร้างเว็บแอปพลิเคชันฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เนื่องจากมีการเรียนรู้ที่ไม่ซับซ้อน รองรับการเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลได้หลากหลาย และมีชุมชนนักพัฒนาขนาดใหญ่ที่คอยสนับสนุน สำหรับเวอร์ชัน 8.x ได้มีการปรับปรุงด้านความปลอดภัยและประสิทธิภาพ (Performance) ให้ดียิ่งขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ รวมถึงการเพิ่มคุณสมบัติใหม่ เช่น Named Arguments, Match Expression และ Nullsafe Operator ที่ช่วยให้การเขียนโค้ดมีความกระชับและอ่านง่ายขึ้น

ทำหน้าที่เป็นกลไกหลักในการประมวลผลคำขอทั้งหมดครอบคลุมการรับข้อมูลจากฟอร์ม การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลฝั่งเซิร์ฟเวอร์ การติดต่อกับฐานข้อมูล MySQL การจัดการไฟล์ อัปโหลด และการสร้างหน้า HTML ที่ส่งกลับไปแสดงผลยังเบราว์เซอร์ของผู้ใช้

### 2.5.2 การจัดการ Session (Session Management)

บัญชา ปะสีละเตสัง (2564 : 110) ระบุว่า Session เป็นกลไกที่ PHP ใช้ในการเก็บข้อมูลของผู้ใช้งานไว้ที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ตลอดระยะเวลาที่ผู้ใช้งานกำลังใช้งานอยู่ เนื่องจากโปรโตคอล HTTP มีลักษณะ Stateless คือไม่มีการจำข้อมูลระหว่างการร้องขอแต่ละครั้ง Session จึงเป็นวิธีแก้ปัญหาหนึ่งโดยการกำหนด Session ID เฉพาะให้กับผู้ใช้แต่ละคนและจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องไว้บนเซิร์ฟเวอร์

โดยเมื่อผู้ดูแลระบบเข้าสู่ระบบสำเร็จ จะมีการสร้าง Session พร้อมบันทึกข้อมูลที่จำเป็น เช่น รหัสผู้ดูแล และระดับสิทธิ์ ซึ่งระบบจะตรวจสอบ Session นี้ในทุกหน้าที่ต้องการการยืนยันตัวตน หาก Session หมดอายุหรือถูกทำลาย ระบบจะเปลี่ยนเส้นทางผู้ใช้งานกลับไปยังหน้าเข้าสู่ระบบโดยอัตโนมัติ

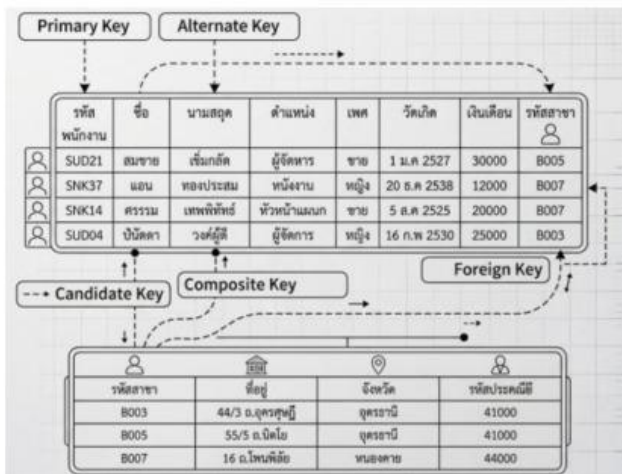
### 2.5.3 การจัดการไฟล์อัปโหลด (File Upload Handling)

กระบวนการจัดการไฟล์อัปโหลดที่ดีต้องครอบคลุมการตรวจสอบชนิดของไฟล์ (MIME Type Validation) เพื่อให้แน่ใจว่าไฟล์ที่อัปโหลดเป็นรูปภาพจริงๆ ไม่ใช่ไฟล์อันตรายที่ถูกเปลี่ยนชื่อนามสกุล การตรวจสอบขนาดไฟล์ไม่ให้เกินขีดจำกัดที่กำหนด การเปลี่ยนชื่อไฟล์เป็นชื่อที่สร้างขึ้นใหม่โดยอัตโนมัติเพื่อป้องกันการซ้ำกันและช่องโหว่ด้านความปลอดภัย และการจัดเก็บไฟล์ในโฟลเดอร์ที่เหมาะสมบนเซิร์ฟเวอร์

## 2.6 ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System: DBMS)

### 2.6.1 แนวคิดฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database)

กิตติ ภัคดีวิวัฒน์กุล (2551 : 34) ได้ให้ความหมายของฐานข้อมูลว่า คือกลุ่มของข้อมูลที่ถูกเก็บรวบรวมไว้โดยมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยเน้นการรักษาความถูกต้อง (Integrity) และลดความซ้ำซ้อน (Redundancy) ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์จัดเก็บข้อมูลในรูปแบบตาราง (Table) ที่ประกอบด้วยแถว (Row) และคอลัมน์ (Column) โดยตารางต่างๆ เชื่อมโยงกันด้วยคีย์หลัก (Primary Key) และคีย์นอก (Foreign Key)



ภาพที่ 2.1 แสดงประเภทของคีย์  
ที่มา : โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2551)

2.6.2 การทำนอร์มัลไลเซชัน (Normalization)

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2560 : 155) อธิบายว่า Normalization เป็นกระบวนการปรับปรุงโครงสร้างตารางข้อมูลเพื่อลดปัญหาความผิดปกติในการจัดการข้อมูล (Data Anomalies) ซึ่งอาจเกิดขึ้นเมื่อมีการเพิ่ม แก้ไข หรือลบข้อมูล กระบวนการนี้แบ่งออกเป็นระดับต่างๆ ดังนี้

First Normal Form (1NF) กำหนดให้แต่ละเซลล์ในตารางมีค่าข้อมูลเพียงค่าเดียว และไม่มีกลุ่มของข้อมูลซ้ำกัน (Repeating Groups)

Second Normal Form (2NF) ต้องผ่าน 1NF ก่อน และกำหนดให้ทุก Non-Key Attribute ขึ้นอยู่กับ Primary Key ทั้งหมด ไม่ใช่เพียงบางส่วน (Partial Dependency)

Third Normal Form (3NF) ต้องผ่าน 2NF ก่อน และกำหนดให้ไม่มี Transitive Dependency กล่าวคือ Non-Key Attribute ต้องไม่ขึ้นอยู่กับ Non-Key Attribute อื่น