

### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย เพื่อพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เพื่อให้การวิจัยบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง แบบแผนการวิจัย ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี จำนวน 149 คน

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2-3 สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี จำนวน 76 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 กลุ่มทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ใช้การสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 42 คน โดยผู้วิจัยใช้ผลการเรียนในรายวิชา 263-202 ในปีการศึกษาที่ผ่านมา แล้วนำมาแบ่งกลุ่มตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

1.1.1 กลุ่มทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากกลุ่มตัวอย่างที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มระดับดี กลุ่มระดับปานกลาง และกลุ่มระดับต่ำ กลุ่มละ 1 คน รวมจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องในด้านต่างๆ ของบทเรียน

1.1.2 กลุ่มทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบกลุ่มย่อย ได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากกลุ่มตัวอย่างที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มระดับดี กลุ่มระดับปานกลาง และกลุ่มระดับต่ำ กลุ่มละ 3 คน รวมจำนวน 9 คน เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80

### 1.1.3 กลุ่มทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่าย

อินเทอร์เน็ตแบบภาคสนาม ได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากกลุ่มตัวอย่างที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มระดับดี กลุ่มระดับปานกลาง และกลุ่มระดับต่ำ กลุ่มละ 10 คน รวมจำนวน 30 คน เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80

1.2 กลุ่มทดลองที่ใช้ในการศึกษาหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 34 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา 263-202 ประจำปีการศึกษาที่ 1/2556 โดยเป็นกลุ่มทดลองที่ไม่ซ้ำกับกลุ่มที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

## 2. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนและหลังสอบ (One - Group Pretest Posttest - Design) (วิชัย นภาพงศ์, 2552) เป็นรูปแบบการทดลองโดยใช้กลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว จัดกระทำโดยการเรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์ แล้วเก็บข้อมูลโดยการทดสอบก่อนและหลังเรียน ซึ่งมีลักษณะตามรูปแบบดังนี้

$T_1$	X	$T_2$
-------	---	-------

เมื่อ  $T_1$  แทน การสอบก่อนที่จะทำการทดลอง (Pretest)  
 $X$  แทน การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน  
 $T_2$  แทน การสอบหลังที่จะทำการทดลอง (Posttest)

## 3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ตัวแปรต้น (Independent Variable) คือ การเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน เรื่องเครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์

3.2.2 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์

#### 4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

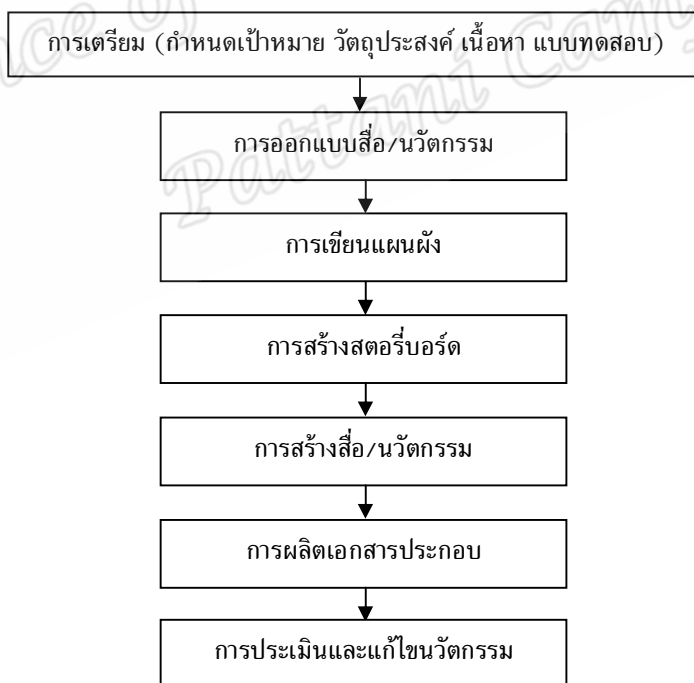
ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ที่ได้ผ่านการหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธี KR - 20 ของ Kuder-Richardson
3. แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวความคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์

#### 5. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

1. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์

ในการวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยการประยุกต์จากกระบวนการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียของ (Stephen M. Alessi and Stanley R. Trollip , 1991) ซึ่งมี 7 ขั้นตอน ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการพัฒนาสื่อมัลติมีเดีย

จากภาพที่ 7 ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี โดยมีขั้นตอนดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการเตรียม โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้**

1.1 กำหนดเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ โดยทำการวิเคราะห์เนื้อหาและเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยเนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยในครั้งนี้ เป็นเนื้อหา เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์ ในวิชา 263-202 ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์สำหรับเทคโนโลยี และสื่อสารการศึกษา ในสัปดาห์ 6-8 ( จำนวน 10 คาบเรียน )

1. ส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์
2. การอ่านค่าบนสเกลหน้าปัดของมัลติมิเตอร์
3. ข้อควรระวังในการใช้มัลติมิเตอร์
4. การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
5. การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ
6. การวัดค่าความต้านทาน
7. การวัดตรวจเช็คอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

โดยผู้วิจัยได้นำเนื้อหาเรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์มาเขียนเป็นวัตถุประสงค์การเรียนรู้ได้ 7 ข้อดังนี้

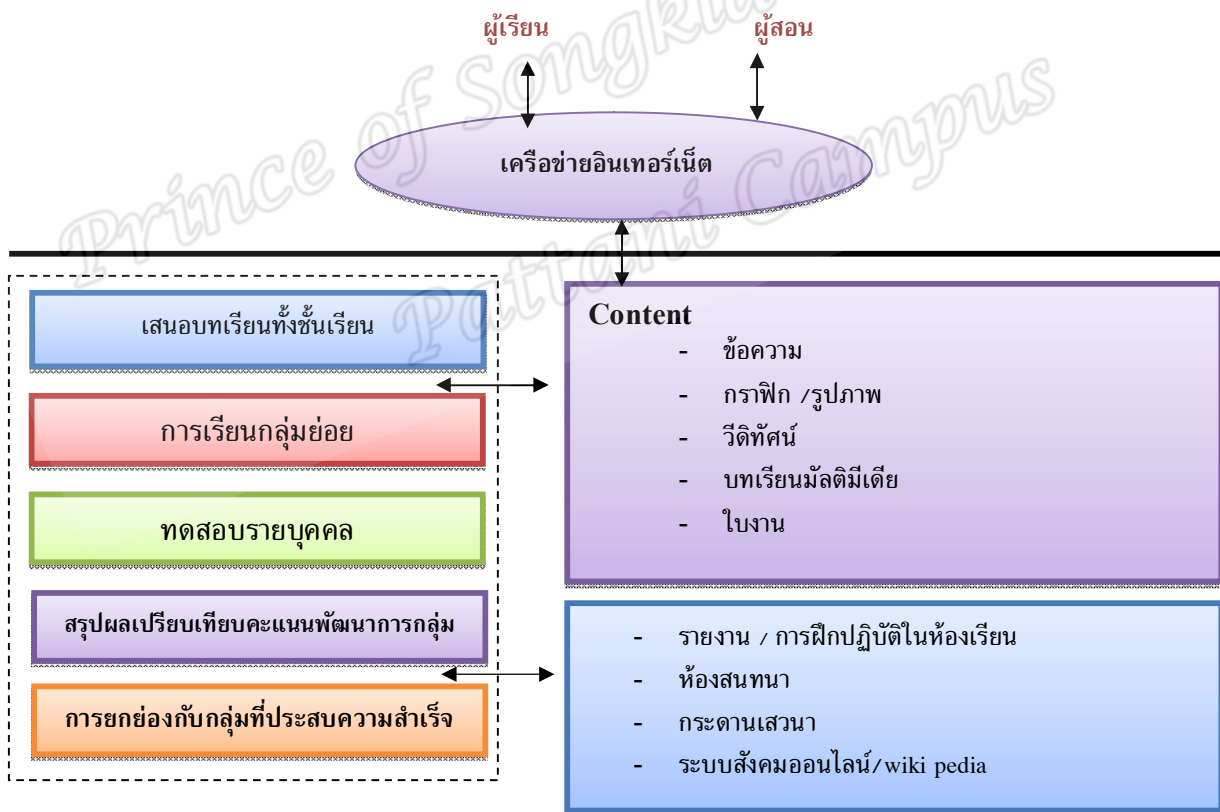
1. ผู้เรียนสามารถบอกลักษณะ โครงสร้าง และ ส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
2. ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักในการตั้งย่านการวัดและอ่านค่าจากสเกลหน้าปัดมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
3. ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการและใช้มัลติมิเตอร์ในการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้อย่างถูกต้อง
4. ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการและใช้มัลติมิเตอร์ในการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้อย่างถูกต้อง
5. ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการและใช้มัลติมิเตอร์ในการวัดค่าความต้านทานได้อย่างถูกต้อง
6. ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการและใช้มัลติมิเตอร์ในการวัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานประเภทต่าง ๆ ด้วยมัลติมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง

7. ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักในการบำรุงรักษาและข้อควรระวังในการใช้งานมัลติมีเตอร์ได้อย่างถูกต้อง

1.2 นำจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ไปทำการออกแบบทดสอบจำนวน 5 ข้อ และส่งให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปทดสอบหาดัชนีค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการออกแบบสื่อ/นวัตกรรม โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

การออกแบบบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์ ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Web-based Instruction) และทฤษฎีการเรียนรู้โดยการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) โดยใช้เทคนิคแบบแบ่งกลุ่มตามผลสัมฤทธิ์ (Student teams achievement divisions หรือ STAD) ซึ่งได้นำมาพัฒนาเป็นระบบการจัดการเรียนการสอนดังภาพที่ 8



ภาพประกอบ 8 แสดงระบบการจัดการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต บูรณาการกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคแบ่งกลุ่มตามผลสัมฤทธิ์

ในการออกแบบการทำงานของระบบบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบเทคนิคแบบแบ่งกลุ่มตามผลสัมฤทธิ์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของ Server และส่วนของ Client

โดยในส่วนของ Server ประกอบไปด้วย 1) ระบบฐานข้อมูล (Database System) และ 2) บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวทางการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบเทคนิคแบบแบ่งกลุ่มตามผลสัมฤทธิ์ (WBI using STAD Model)

การพัฒนาฐานข้อมูล (Database System) ผู้วิจัยได้เลือกใช้ My SQL ในการพัฒนาฐานข้อมูล ซึ่งฐานข้อมูลนี้ใช้เป็นส่วนสำหรับเก็บข้อมูลบทเรียน ข้อมูลการลงทะเบียนนักเรียน (Registration) สถิติการเข้าเรียน (Statistic Report) คะแนนสอบ คะแนนการแข่งขัน ส่วนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบเทคนิคแบบแบ่งกลุ่มตามผลสัมฤทธิ์ (WBI using STAD Model) ในส่วนนี้จะประกอบไปด้วย

- 1) การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน
- 2) ส่วนสนับสนุนการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Support System)

ในส่วนการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ผู้วิจัยนำเสนอโดยใช้ข้อความ (Text) ภาพ (Graphics) ภาพถ่าย (Image) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) วิดีโอ (VDO) การทดลองทางการใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์ในรูปแบบการจำลองเสมือนจริง (Simulation) และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีส่วนของการสนับสนุนการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Support System) สำหรับวิธีการสื่อสารสามารถสื่อสารได้ 2 แบบดังนี้

ก) แบบเวลาเดียวกัน โดยใช้การสนทนา (Chat) เพื่อเป็นการสื่อสารระหว่างการทำงานกลุ่ม ผู้เรียนสามารถใช้กระดานสนทนา (Chat Room) เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างสมาชิกกลุ่ม

ข) แบบต่างเวลากัน โดยผู้เรียนและผู้สอนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันได้โดยผ่านกระดานข่าว (Webboard)

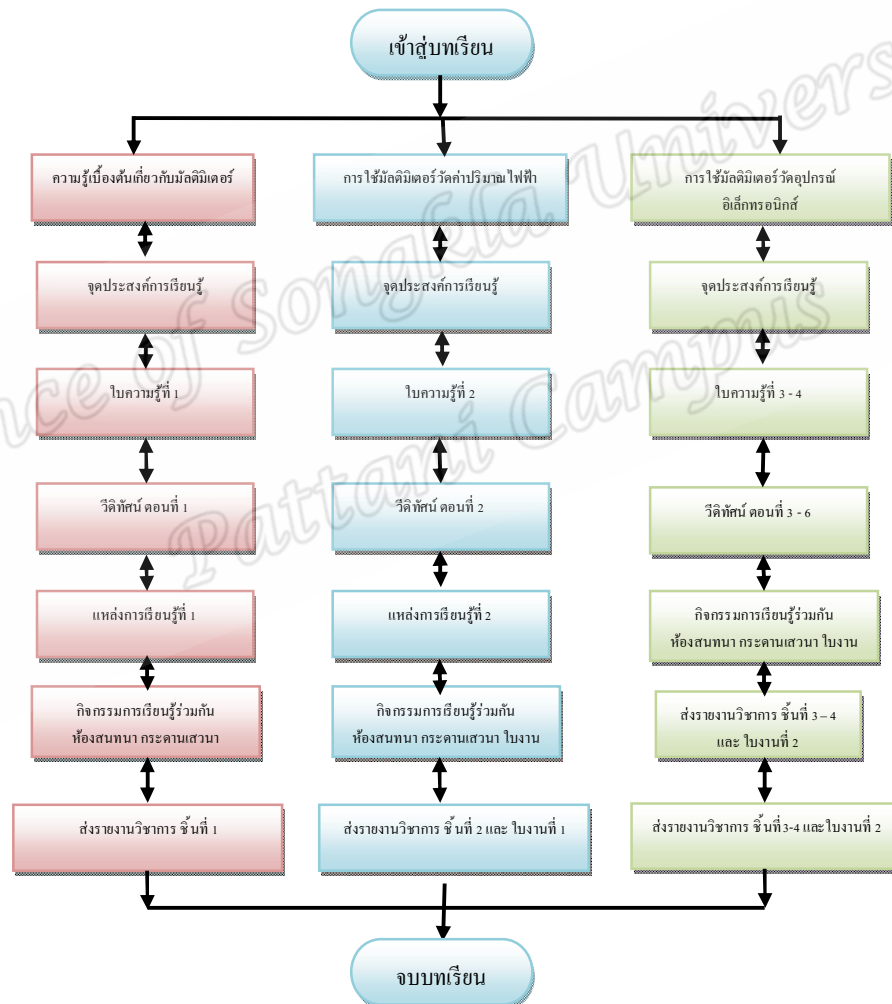
องค์ประกอบของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตรูปแบบเทคนิคแบ่งกลุ่มตามผลสัมฤทธิ์ (STAD Model) ในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยเทคนิคการนำเสนอเนื้อหาตามทฤษฎีของการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบเทคนิคแบ่งกลุ่มตามผลสัมฤทธิ์ ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) การนำเสนอบทเรียน (Class presentation)
- 2) การเรียนกลุ่มย่อย (Team study)
- 3) การทดสอบรายบุคคล (Test by person)
- 4) การหาคะแนนความก้าวหน้าของสมาชิกในกลุ่ม (Individual Improvement Scores)
- 5) การยกย่องทีมประสบผลสำเร็จ (Team Recognition)

ส่วนของ Client ผู้สอนและผู้เรียนสามารถที่จะเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทั้งผู้สอนและผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ผ่านระบบสนับสนุนการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Support System)

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการเขียนแผนผัง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

จากการออกแบบบทเรียนดังกล่าว ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจึงนำมาเขียนเป็นผังงานเรียงลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบเทคนิคแบบแบ่งกลุ่มตามผลสัมฤทธิ์ โดยนำโครงสร้างเนื้อหาและกำหนดวิธีการเรียนการสอนกิจกรรมที่ใช้ สื่อการเรียนการสอนที่ใช้ มาออกแบบเป็นแผนผังตามภาพที่ 9 ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 9 แสดงแผนผังบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์



#### ขั้นตอนที่ 4 ขั้นการสร้างสตอรี่บอร์ด โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

ผู้วิจัย ได้นำแผนผังบทเรียนที่ออกแบบมาทำการสร้างสตอรี่บอร์ด โดยการกำหนดจำนวนกรอบ ข้อความ รูปภาพ เสียง วิดิทัศน์ ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับเนื้อหา ลำดับการนำเสนอ จากนั้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้อง ของบทเรียนและปรับปรุงแก้ไขบทเรียนให้มีความถูกต้องและเหมาะสมต่อไป

#### ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการสร้างบทเรียน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

5.1 สร้างบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์ ตามสตอรี่บอร์ดที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนโดยเน้นกระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือ ให้นักศึกษาทำการอภิปรายร่วมกันผ่านทางห้องสนทนาประจำกลุ่ม และกระดานเสวนา

5.2 นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์ ที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินตามเกณฑ์การประเมิน โดยใช้แบบประเมินคุณภาพสื่อมัลติมีเดียมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วน 5 ระดับ พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

#### ขั้นตอนที่ 6 ขั้นการผลิตเอกสารประกอบ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

การผลิตเอกสารประกอบ ผู้วิจัยได้ผลิตเป็นคู่มือการใช้สำหรับผู้เรียนในการใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์ (รายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ช )

#### ขั้นตอนที่ 7 ขั้นการประเมินและแก้ไขบทเรียน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

- 7.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการประเมินสื่อการสอน
- 7.2 กำหนดคุณลักษณะในด้านต่าง ๆ ของสื่อที่ต้องการประเมินโดยผู้วิจัยได้นำเกณฑ์การประเมินคุณภาพสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาของ (เขาวลักษณะ เตียรณบรรจง, 2544)
- 7.3 ปรับปรุงข้อคำถามในแบบประเมินให้ตรงกับคุณลักษณะที่ต้องการประเมินมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีระดับการประเมิน 5 ระดับ โดยให้ความสำคัญดังนี้

คะแนน	5	คุณภาพดีมาก
คะแนน	4	คุณภาพดี
คะแนน	3	คุณภาพปานกลาง
คะแนน	2	คุณภาพพอใช้



คะแนน 1 คุณภาพควรปรับปรุง  
และนำแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาจำนวน 5 ท่าน  
ทำการประเมินบทเรียนที่พัฒนาขึ้น โดยเกณฑ์การยอมรับคุณภาพของบทเรียนผ่านเครือข่าย  
อินเทอร์เน็ต จะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยคำถามในแต่ละข้อ หากข้อใดได้ค่าเฉลี่ย “ดี” ถึง “ดีมาก” จึง  
จะยอมรับนอกจากนั้นค่าเฉลี่ยรวมจะต้องไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ “ดี” มีเกณฑ์การกำหนดค่าเฉลี่ยดังนี้  
(ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533)

คะแนน 4.50 – 5.00	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
คะแนน 3.50 – 4.49	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับดี
คะแนน 2.50 – 3.49	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
คะแนน 1.50 – 2.49	หมายถึง	คุณภาพควรปรับปรุง
คะแนน 1.00 – 1.49	หมายถึง	คุณภาพควรปรับปรุงอย่างยิ่ง

7.4 หลังจากปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำแล้ว ผู้วิจัยได้นำบทเรียนไปทดลองหา  
ประสิทธิภาพตามลำดับต่อไป

## 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

### 2.1 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

#### 2.1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อสอบ

#### 2.1.2 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนที่สร้างขึ้น

2.1.3 เขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกโดยให้  
สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ จำนวน 50 ข้อ

### 2.2 ขั้นตอนการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยนำแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 5 คน ตรวจสอบความ  
เที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ โดยใช้หลักเกณฑ์  
ในการกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องของคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีเกณฑ์การให้  
คะแนนดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2540)

+1 หมายถึง แน่ใจว่า ข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุ

ไว้

-1 หมายถึง แน่ใจว่า ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

2.2.2 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Index of Consistency: IOC) โดยนำผลการพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งข้อสอบที่จะนำไปใช้ต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2540) ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มีค่าตั้งแต่ 0.60-1.00 และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยทำการคัดเลือกข้อสอบที่นำมาใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้จำนวน 50 ข้อ เพื่อนำไปใช้กับกระบวนการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.2.3 จากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อสอบมาวิเคราะห์ค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของข้อสอบแต่ละข้อโดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการคัดเลือกแล้วจำนวน 50 ข้อ ไปทดสอบกับนักศึกษาชั้นปีที่ 4 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานีซึ่งเป็นนักศึกษาที่เคยเรียนเนื้อหา เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์ มาแล้ว จำนวน 30 คน จากนั้นนำผลที่ได้จากการทดสอบนักศึกษามาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน จากนั้นจึงวิเคราะห์หาค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของข้อสอบแต่ละข้อ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก 0.50 ขึ้นไป (ล้วน สายยศและ อังคณา สายยศ, 2540) ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อสอบได้ค่าความยากระหว่าง 0.47-0.80 และ ค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง 0.40-0.50

2.2.4 การหาค่าความเชื่อมั่น โดยนำข้อสอบที่ผ่านการหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ไปทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียนเนื้อหา เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์ มาแล้ว จำนวน 30 คน และนำผลที่ได้จากการทดสอบนักศึกษามาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2540) ซึ่งข้อสอบที่นำไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.63 ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

3. แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวความคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้า ประเภทมัลติมีเตอร์

3.1 สร้างแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจในการใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวความคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้า ประเภทมัลติมีเตอร์ เป็นแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของลิเคิร์ท (วิชัย นภาพงศ์, 2552) คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ข้อความในแบบสอบถามเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับความรู้สึก ความคิดเห็นที่มีต่อการจัดกิจกรรมการสอนโดยใช้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวความคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามจะต้องอ่านข้อความในแบบสอบถามทีละข้อและพิจารณาว่าข้อความในแต่ละข้อตรงกับความรู้สึกและความคิดเห็นมากน้อยเพียงใด หากเห็นด้วยมากที่สุดให้ทำเครื่องหมายในช่อง “มากที่สุด” ตามลำดับการให้คะแนนในแบบสอบถามดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด	ให้	5	คะแนน
พึงพอใจมาก	ให้	4	คะแนน
พึงพอใจปานกลาง	ให้	3	คะแนน
พึงพอใจน้อย	ให้	2	คะแนน
พึงพอใจน้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์ยอมรับความพึงพอใจของผู้เรียนจะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยคำถามแต่ละข้อ หากข้อใดมีค่าเฉลี่ย “พึงพอใจมาก” ถึง “พึงพอใจมากที่สุด” จึงจะถือว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจด้วยในคำถามนั้น ๆ ซึ่งกำหนดค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00	แปลความว่า	ความรู้สึกพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50	แปลความว่า	ความรู้สึกพึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50	แปลความว่า	ความรู้สึกพึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50	แปลความว่า	ความรู้สึกพึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50	แปลความว่า	ความรู้สึกพึงพอใจน้อยที่สุด

3.2 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่ปรับปรุงแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ภาษาในแต่ละข้อให้มีความชัดเจนและเหมาะสมยิ่งขึ้น

3.3 นำแบบประเมินความพึงพอใจเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องเชิงเนื้อหา

3.4 หาค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา

3.5 นำแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้บทเรียนนำมาใช้งานจริงต่อไป

## 6. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยแบ่งเป็น 2 ช่วงคือ

### 6.1 การดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่าย

อินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในครั้งนี้อย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 80/80 โดยดำเนินการทดลองกับนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ชั้นปีที่ 3 จำนวน 42 คน โดยมีขั้นตอน ดังนี้

#### 6.1.1 ขั้นเตรียม

- ขั้นเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากผู้เรียน
- ติดต่อขออนุญาตอาจารย์ผู้สอนกลุ่มตัวอย่างและติดต่อกลุ่มตัวอย่างที่จะทดลองเพื่อนัดหมายวัน เวลาและสถานที่
- เตรียมความพร้อมของห้องที่ใช้ในการทดลองและเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งผู้วิจัยกำหนดให้นักศึกษา 1 คน ต่อ เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

#### 6.1.2 ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

- ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้นมาทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเป็นรายบุคคล โดยใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน เพื่อดูการสื่อความหมายของบทเรียนตามความคิดเห็นของผู้เรียน โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน ซึ่งผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยการสังเกต สัมภาษณ์และจากแบบสอบถามความคิดเห็น แล้วนำไปแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ของบทเรียน
- ทดลองแบบกลุ่มย่อย นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้นมาทดลองใช้กับนักศึกษาแบบกลุ่มย่อย เพื่อหาข้อผิดพลาดที่ผู้เรียนส่วนใหญ่กระทำ พร้อมทั้งหาประสิทธิภาพบทเรียนตามเกณฑ์ 80/80 ขึ้นต้นโดยใช้สูตร  $E_1 / E_2$  (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533) โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน โดยให้นักศึกษาได้ศึกษาเนื้อหา ทำกิจกรรมแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยการสังเกตสัมภาษณ์ และจากแบบสอบถามความคิดเห็น แล้วนำไปแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ของบทเรียน

ก่อนที่จะนำไปทดลองจริงในการทดลองภาคสนาม เช่น การเพิ่มเนื้อหา และการเชื่อมโยง แหล่งข้อมูล

- การทดลองแบบภาคสนาม นำบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้นมา ทดลองภาคสนาม เป็นการทดลองในสภาพที่เหมือนการเรียนการสอนจริง โดยนำบทเรียนไป ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ให้นักศึกษาได้ศึกษาเนื้อหาทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำผลการทดลองที่ได้ไปหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือไม่น้อยกว่า 80/80 โดยใช้สูตร  $E_1 / E_2$  (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533)

**6.2 การดำเนินการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา**  
หลังจากการเรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนแบบ ร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์

### 6.2.1 ชั้นเตรียม

- จัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย

- เอกสารสำหรับนักศึกษาที่ใช้ประกอบระหว่างการเรียนรู้
- เครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 35 ชุด (นักศึกษา 1 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1ชุด และผู้สอนอีก 1 ชุด)
- จัดเตรียมสถานที่สำหรับการสอนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ พัฒนาตามแนวคิดการเรียนแบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์ โดยใช้ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีสารสนเทศ 3 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต ปัตตานี

### 6.2.2 ชั้นดำเนินการทดลอง

- สุ่มนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการทดสอบย่อยเพื่อประเมินความรู้ เบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 34 คน แล้วนำมาจัดกลุ่มโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มตาม ผลสัมฤทธิ์ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 8 กลุ่ม (สมาชิกในแต่ละกลุ่มประกอบด้วย เด็กเก่ง 1 คน เด็กปานกลาง 1-2 คน และเด็กอ่อน 1 คน)

- ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
- ดำเนินการสอนตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในแผนการสอนโดยใช้เวลาในการจัดการ เรียนการสอนจำนวน 3 สัปดาห์
- ทดสอบวัดผลการเรียนของนักเรียนตามแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนแบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัด ไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์
- วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยใช้การทดสอบค่าที่ (t-test)

## 7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 7.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.1.1 การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร IOC (ลัว่น สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2540) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (Index of Item - Objective Congruence)

$\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

7.1.2 การหาค่าความยาก (Difficulty) ของแบบทดสอบ เป็นรายข้อของข้อสอบ โดยใช้สูตร (ลัว่น สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540) ดังนี้

$$p = \frac{R}{N}$$

p แทน ค่าความยาก

R แทน จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูก

N แทน จำนวนคนผู้เข้าสอบทั้งหมด

7.1.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้สูตร (ลัว่น สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2540)

$$D = \frac{R_u - R_l}{\frac{N}{2}}$$

D แทน ค่าอำนาจจำแนก

R<sub>u</sub> แทน จำนวนผู้ตอบถูกกลุ่มบน (เก่ง)

R<sub>l</sub> แทน จำนวนผู้ตอบถูกกลุ่มล่าง(อ่อน)

N แทน จำนวนคนในกลุ่มบนและล่าง ตามลำดับ

7.1.4 การหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder-Richardson อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2540) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

$r_{tt}$  แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ  
 n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ  
 p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในแต่ละข้อ  
 q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในแต่ละข้อ  
 $S_t^2$  แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบ

7.2 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนแบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์ ใช้สูตร  $E_1 / E_2$  ดังนี้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533)

$E_1$  หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน (ประสิทธิภาพของกระบวนการ)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

$E_1$  แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ  
 $\sum X$  แทน คะแนนของแบบฝึกหัดหรือของแบบทดสอบย่อยทุกชุดรวมกัน  
 A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชุดรวมกัน  
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด



$E_2$  หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์)

$$E_2 = \frac{\sum \frac{Y}{N}}{B} \times 100$$

$E_2$  แทน ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์  
 $\sum Y$  แทน คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน  
 $B$  แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

7.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.3.1 หาค่าเฉลี่ย โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2540)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

7.3.2 หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้วิธีการ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $X$  แทน คะแนนแต่ละคน  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียน  
 $\sum$  แทน ผลรวม

7.3.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนรู้ด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง เครื่องมือวัดไฟฟ้าประเภทมัลติมิเตอร์ โดยใช้สูตร t-dependent (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540)

$$\text{สูตร } t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{(ND^2 - (\sum D)^2)}{N-1}}}$$

t หมายถึง ค่า t - test

N หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

$\sum D$  หมายถึง ผลรวมของผลต่างของคะแนนของนักเรียนแต่ละคน

$\sum D^2$  หมายถึง ผลรวมของผลต่างของคะแนนของนักเรียนยกกำลัง

Prince of Songkla University  
Pattani Campus

Prince of Songkla University  
Pattani Campus