

### บทที่ 3

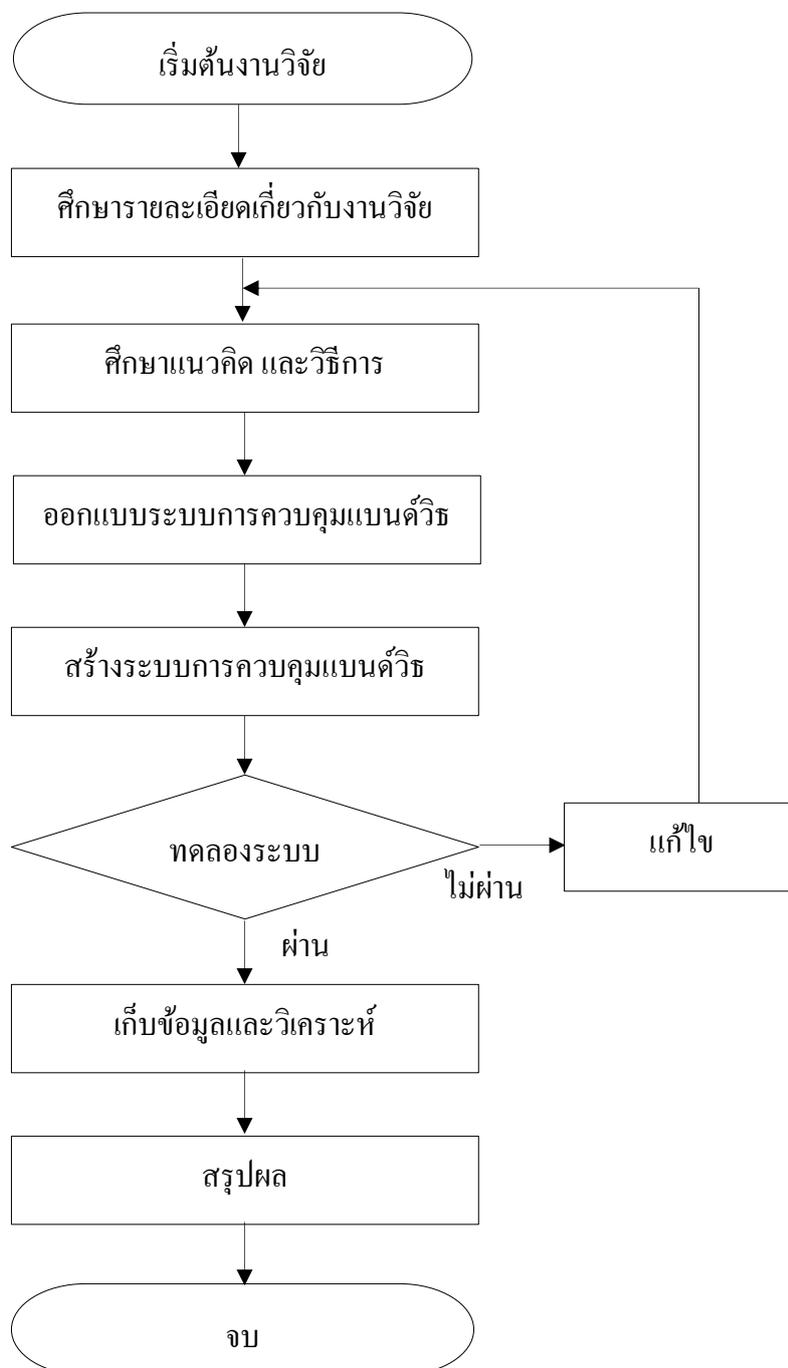
#### วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนขั้นตอนการดำเนินงานเป็นส่วน การแสดงรายละเอียดขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานเพื่อกำหนดแบบแผนการทำงาน, ส่วนวิธีการทำงานของระบบซึ่งเป็นโครงสร้างการควบคุมการใช้งานเน็ตเวิร์คด้วยแบนด์วิธแบบ พลวัตตามจำนวนผู้ใช้งาน และส่วนการออกแบบการทดลองประกอบด้วยรูปแบบการเชื่อมต่อและ การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพการควบคุมแบนด์วิธ ซึ่งผู้ใช้งานแต่ละรายมีการใช้งานแบนด์วิธที่ สูงสุด การทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การทดลองการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตเทคนิค ข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำประกอบด้วยการเปรียบเทียบการควบคุม 2 วิธี คือ การทดลองการ ควบคุมแบนด์วิธแบบคงที่และการทดลองการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตปรับการควบคุมตาม จำนวนเครื่อง และส่วนที่ 2 การควบคุมการใช้งานแบนด์วิธโดยปรับตามการกำหนดนโยบายระดับ กั้นสูงสุดและต่ำสุดลดการใช้งานผู้ใช้แบนด์วิธสูงสุดและคืนค่าให้กับผู้ใช้งานต่ำลง เพื่อแก้ไข ปัญหาการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวิคูณ และผลจากการเรียนรู้เพื่อนำค่ามาปรับเป็นสมการใน การตัดสินใจการกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำ

#### ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

แสดงขั้นตอนการทำงานด้วยการเริ่มต้นงานวิจัยจากการศึกษาข้อมูลรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง กับงานวิจัย การใช้งาน การควบคุมกำหนดค่าแบนด์วิธ และการบริหารจัดการทรัพยากรแบนด์วิธ เมื่อทราบถึงข้อมูลเบื้องต้นแล้วจึงทำการศึกษาแนวคิด วิธีการบริหารควบคุมแบนด์วิธในวิธีต่างๆ เพื่อประสิทธิภาพสูงสุด โดยทำการออกแบบระบบการควบคุมแบนด์วิธเพื่อสร้างระบบการควบคุม แบนด์วิธที่สามารถแก้ไขปัญหาการใช้งานได้ โดยทำการทดลองการกำหนดค่าแบนด์วิธและการ จัดการแบนด์วิธเพื่อให้ทราบถึงผลดีผลเสียของการใช้งานและหาสาเหตุในการปรับปรุงระบบ ซึ่งนำผลที่ได้มาเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพในการจัดการแบนด์วิธ และสรุปผลการทำงานของระบบการควบคุมแบนด์วิธในแต่ละวิธีการ แสดงดังภาพที่ 3.1

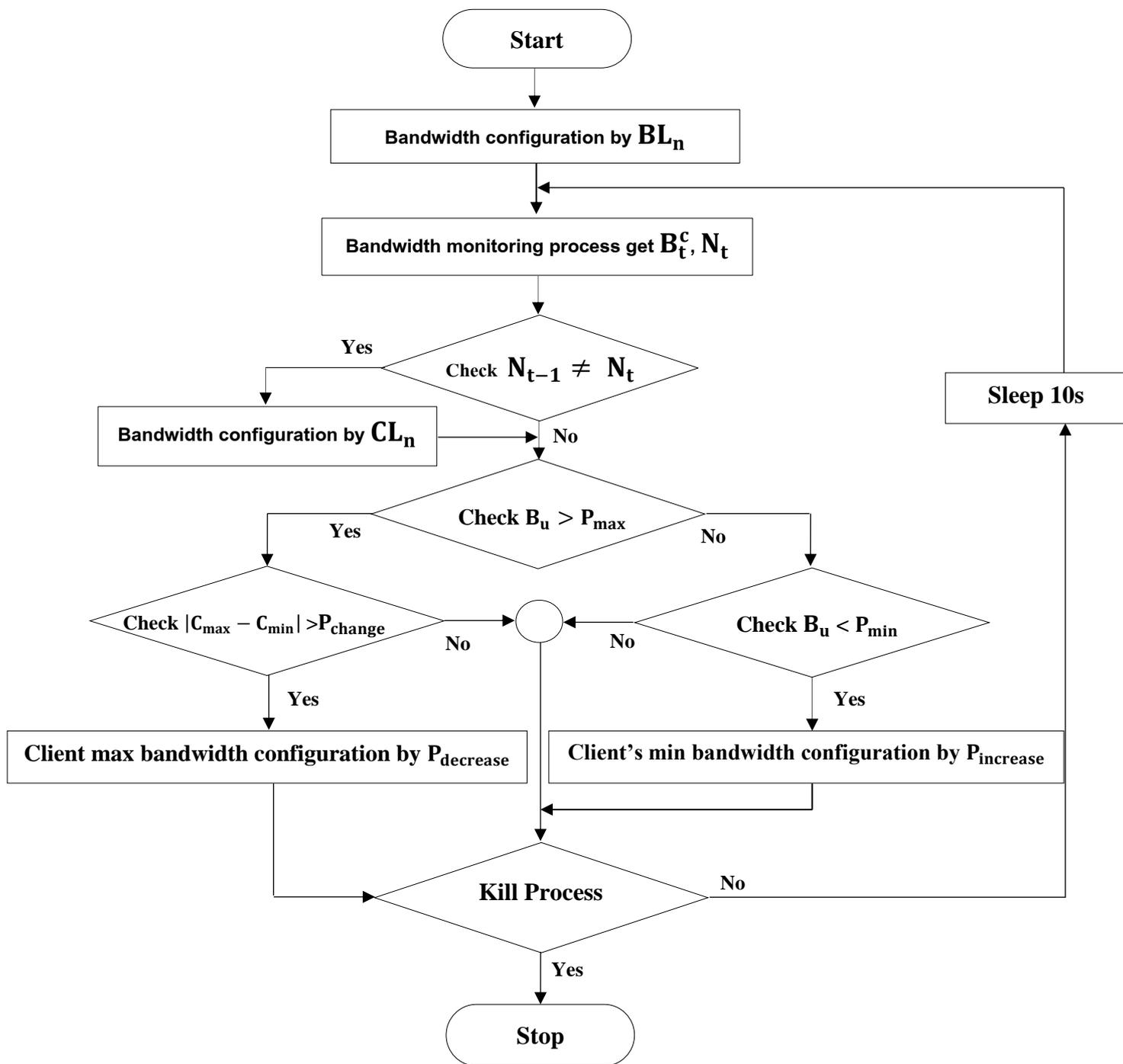
## แผนผังการดำเนินงาน



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยเรื่องการควบคุมการใช้งานเน็ตเวิร์คด้วยแบนด์วิธ  
แบบพลวัตตามจำนวนผู้ใช้งาน

## วิธีการทำงานของระบบ

การควบคุมการใช้งานเน็ตเวิร์คด้วยแบนด์วิธแบบพลวัตโดยเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำ ใช้ชื่อย่อ DBM-MBT เมื่อระบบเริ่มต้นการทำงานจำนวนผู้ใช้งานเริ่มต้นมีค่าเป็น 0 ระบบจะทำการกำหนดค่าแบนด์วิธในเครือข่ายคอมพิวเตอร์พื้นฐาน (Base Bandwidth Limit) ให้กับผู้ใช้งานเพื่อการป้องกันการเข้าใช้งานที่พร้อมกันของผู้ใช้งานเมื่อมีการเข้าใช้โดยที่ระบบยังไม่ได้ตรวจสอบ หลังจากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบผู้ใช้งาน โดยดูค่าจากการตรวจสอบแบนด์วิธ (Bandwidth Monitoring Process) ในระบบหากมีจำนวนผู้ใช้งานเปลี่ยนแปลงให้ทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่เวลาใดๆ หากมีการเปลี่ยนแปลงในส่วน of จำนวนผู้ใช้งานให้ทำการปรับเปลี่ยนค่าการกำหนดแบนด์วิธในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ตามจำนวนผู้ใช้งาน (Client Bandwidth Limit) เพื่อปรับเปลี่ยนค่าแบนด์วิธให้เหมาะสมตามจำนวนผู้ใช้งานและหากจำนวนผู้ใช้งานไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ให้ทำการตรวจสอบค่าแบนด์วิธของระบบ หากค่าแบนด์วิธมีค่าการใช้งานเกินค่านโยบายระดับกั้นค่าสูงสุด (Maximum Threshold Policy) ระบบจะทำการตรวจสอบค่าผลต่างของแบนด์วิธระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย หากผลต่างมีค่าเกินที่กำหนดให้ทำการเลือกเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่มีค่าแบนด์วิธสูงสุดเพื่อกำหนดการใช้งานค่าแบนด์วิธ แต่หากค่าแบนด์วิธบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรือค่าผลต่างการใช้งานระหว่างเครื่องลูกข่ายมีค่าต่ำกว่าที่กำหนดให้ทำการตรวจสอบการหยุดทำงาน ส่วนค่าแบนด์วิธรวมที่มีค่าต่ำกว่านโยบายระดับกั้นค่าต่ำสุดให้ทำการคืนค่าแบนด์วิธของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ถูกจำกัดการใช้งานมีค่าการใช้งานต่ำสุดหากไม่มีการหยุดการทำงานให้กลับไปทำงานในส่วน of ขั้นตอนการตรวจสอบแบนด์วิธ โดยระบบจะทำงานทุกๆ 10 วินาที หากหยุดการทำงานให้สิ้นสุดการทำงานแสดงดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 โครงสร้างการควบคุมการใช้งานเน็ตเวิร์คด้วยแบนด์วิธแบบพลวัตตามจำนวนผู้ใช้งาน โดยเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำ และนโยบายระดับกั้นสูงสุดและต่ำสุด

โดยกำหนดให้

$$CL_n = \{CL_1, CL_2, \dots, CL_n\} \quad (1)$$

$$BL_n = CL_n \times \frac{x}{100} \quad (2)$$

$$B_u = \sum_{computer} c_i \quad (3)$$

$$C_{max} = \max(C_1, C_2, \dots, C_i) \quad (4)$$

$$C_{min} = \min(C_1, C_2, \dots, C_i) \quad (5)$$

$$P_{decrease} = C_{max} - (C_{max} \times P_{change}) \quad (6)$$

$$P_{increase} = C_{max} + (C_{max} \times P_{change}) \quad (7)$$

สมการแบ่งตามการทดลองออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนการควบคุมแบนด์วิชเทคนิคข้อ กำหนดค่าแบนด์วิชขั้นต่ำ ดังสมการที่ (1) และ (2) และส่วนการควบคุมแบนด์วิชโดยกำหนด นโยบายระดับกั้นสูงสุดและต่ำสุด ดังสมการที่ (3) – (7)

$B_C$  คือ ค่าแบนด์วิชของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่  $c$  เวลาที่  $t$  ใดๆ (Client Bandwidth), จากสมการที่ (1)  $CL_n$  คือ การกำหนดค่าแบนด์วิชในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ตามจำนวนเครื่อง คอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่จำนวนเครื่องลูกข่าย  $n$  ใดๆ (Client Bandwidth Limit), จากสมการที่ (2)  $BL_n$  คือ การกำหนดค่าแบนด์วิชเริ่มต้นของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (Base Bandwidth Limit) โดยเป็นค่าร้อยละ  $x$  ของ  $CL_n$ ,  $N_t$  คือ จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่เวลา  $t$  ใดๆ (Number of Client),  $P_{max}$  คือ ค่าร้อยละของการกำหนดนโยบายระดับกั้นค่าสูงสุด (Maximum Threshold Policy),  $P_{min}$  คือ ค่าร้อยละของการกำหนดนโยบายระดับกั้นค่าต่ำสุด (Minimum Threshold Policy), จากสมการที่ (3)  $B_u$  คือ ค่าการใช้งานแบนด์วิชรวมของเครื่องลูกข่ายในเครือข่าย คอมพิวเตอร์ (Network Utilization), สมการที่ (4)  $C_{max}$  คือ ค่าแบนด์วิชสูงสุดของเครื่อง คอมพิวเตอร์ลูกข่าย (Client Bandwidth Maximum), สมการที่ (5)  $C_{min}$  คือ ค่าแบนด์วิชต่ำสุดของ เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (Client Bandwidth Minmum),  $P_{change}$  คือ ค่าร้อยละกำหนดการควบคุม แบนด์วิชอัตราการลดลง (Allocation Multiple Connections), สมการที่ (6)  $P_{decrease}$  คือ ค่าที่ใช้ กำหนดแบนด์วิช โดยเลือกเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้งานสูงสุด และและสมการที่ (7)  $P_{increase}$  คือ ค่าที่ใช้กำหนดการคืนค่าแบนด์วิชที่ถูกจำกัดการใช้งาน เมื่อการใช้งานบนเครือข่าย คอมพิวเตอร์มีค่าต่ำกว่าข้อกำหนดนโยบายระดับกั้นต่ำสุดของระบบ

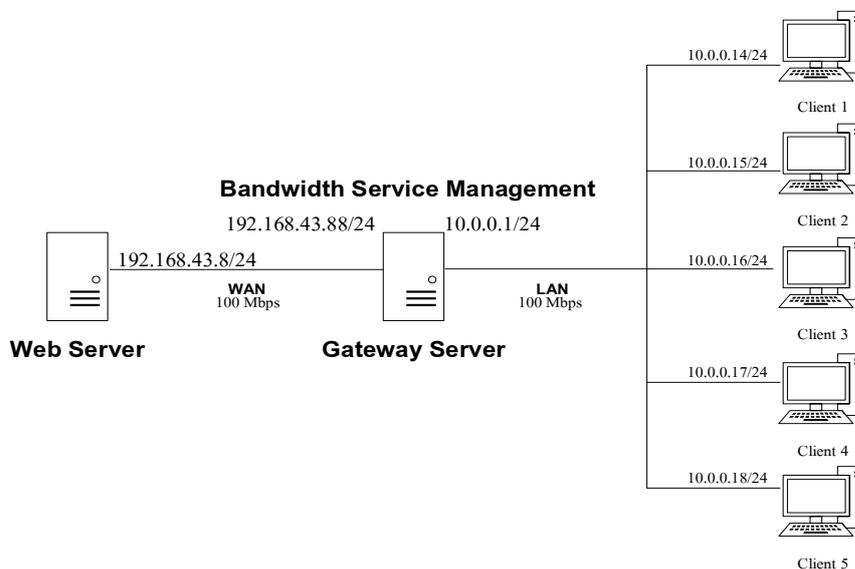
### ออกแบบการทดลอง

กำหนดรูปแบบการทดลองเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1) ส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเกตเวย์มีการเชื่อมต่ออยู่สองส่วน คือ ส่วนการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายภายนอก (WAN) โดยเชื่อมต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่ทำหน้าที่ในการให้บริการเว็บ และส่วนการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) โดยทำการกำหนดไอพีแอดเดรส คือ 192.168.43.88 และ 10.0.0.1

2) ส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่เชื่อมต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเกตเวย์โดยมีความเร็วสูงสุดที่ 100 เมกกะบิตต่อวินาที โดยกำหนดไอพีแอดเดรส คือ 192.168.43.8

3) ส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจำนวน 5 เครื่อง โดยทำการเชื่อมต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเกตเวย์ ซึ่งมีความเร็วสูงสุดที่ 100 เมกกะบิตต่อวินาที โดยกำหนดไอพีแอดเดรส คือ 10.0.0.14, 10.0.0.15, 10.0.0.16, 10.0.0.17 และ 10.0.0.18 ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 รูปแบบในการทดลองการใช้งานแบนด์วิธในเครือข่ายคอมพิวเตอร์

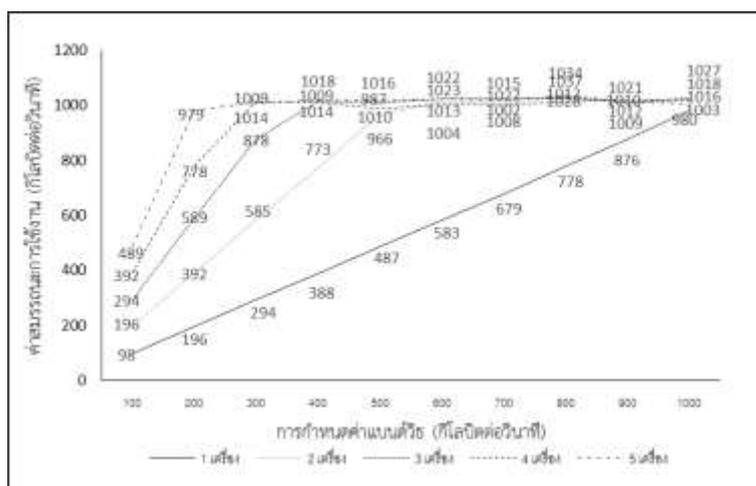
การทดลองกำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเว็บเซิร์ฟเวอร์ซึ่งมีไฟล์ทั้งหมด 5 ไฟล์ โดยส่งขนาดไฟล์ 1 จิกกะไบต์ กำหนดความเร็วแบนด์วิธที่ 1 เมกกะบิตต่อวินาที

โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายมีการร้องขอดาวน์โหลดไฟล์จากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเว็บเซิร์ฟเวอร์ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเกตเวย์เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายใช้งานแบนด์วิธสูงสุดทุกเครื่องและดาวน์โหลดไฟล์ต่างกัน

**การทดลองการกำหนดค่าแบนด์วิธ**

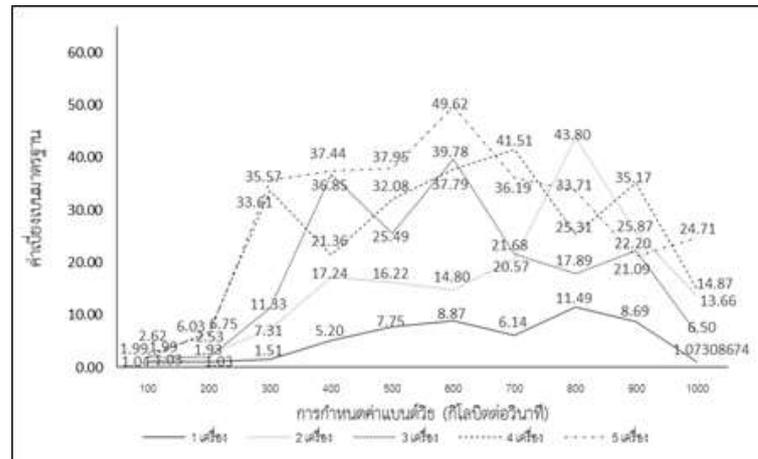
ผลการกำหนดค่าแบนด์วิธค่าที่ 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 และ 1,000 กิโลบิตต่อวินาที จากการทดลองใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่สูงทุกเครื่อง จำนวนเครื่องที่ 1-5 เพื่อการเรียนรู้และปรับเปลี่ยนสมการในการตัดสินใจสำหรับควบคุมแบนด์วิธข้อกำหนดขั้นต่ำ ซึ่งเก็บข้อมูลทุกๆ 10 วินาที เป็นเวลา 120 วินาที

การทดลองการกำหนดค่าแบนด์วิธในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ 1-5 เครื่อง กำหนดค่า 100-1000 กิโลบิตต่อวินาที ประกอบด้วยค่าสมรรถนะการใช้งาน, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ย ดังนี้



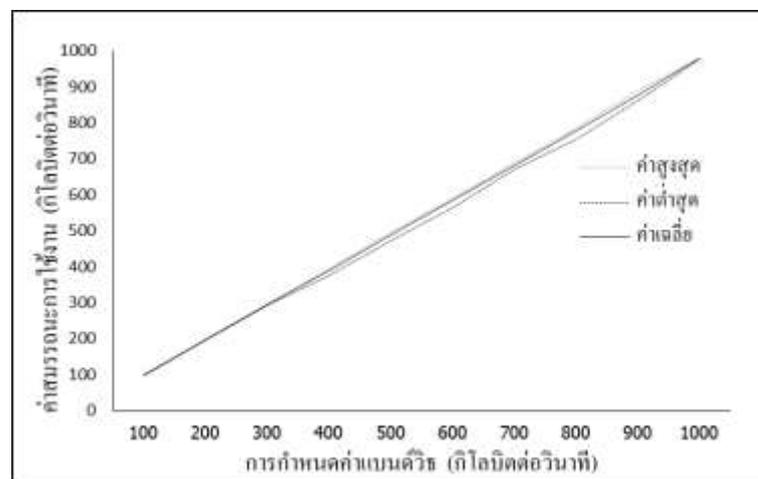
**ภาพที่ 3.4** ผลเฉลี่ยค่าสมรรถนะการทดลองการกำหนดค่าแบนด์วิธในเครือข่ายคอมพิวเตอร์

จากภาพที่ 3.4 ผลเฉลี่ยค่าสมรรถนะการทดลองการกำหนดค่าแบนด์วิธในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จากจำนวนเครื่องที่ 1-5 มีอัตราค่าสมรรถนะการใช้งานที่เพิ่มขึ้นระหว่างช่วงที่ 100-1000, 100-500, 100-400, 100-300, 100-200 กิโลบิตต่อวินาที ตามลำดับ หลังจากนั้นค่าสมรรถนะการใช้งานมีอัตราที่คงที่



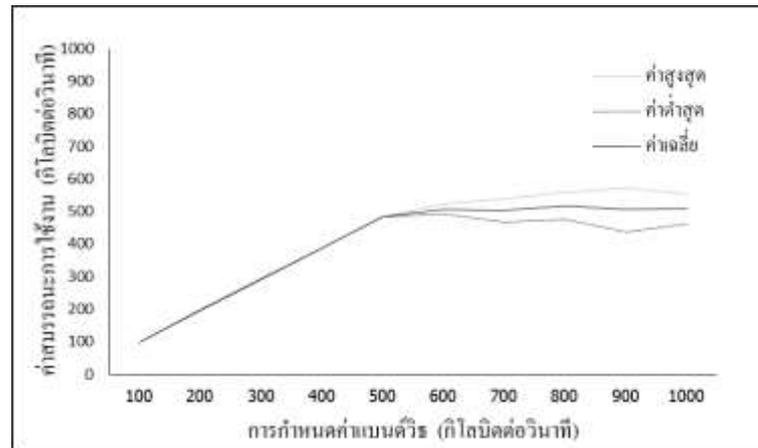
ภาพที่ 3.5 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการทดลองการกำหนดค่าแบนด์วิธในเครือข่ายคอมพิวเตอร์

จากภาพที่ 3.5 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการทดลองการกำหนดค่าแบนด์วิธในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีอัตราความเบี่ยงเบนที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย โดยในการทดลองเครือข่ายคอมพิวเตอร์ลูกข่าย จำนวน 1-5 เครื่อง มีค่าสูงสุดคือ 11.49, 43.80, 39.78, 41.51, 49.62 ตามลำดับ และค่าต่ำสุดคือ 1.03, 1.03, 1.93, 1.99, 2.62 ตามลำดับ



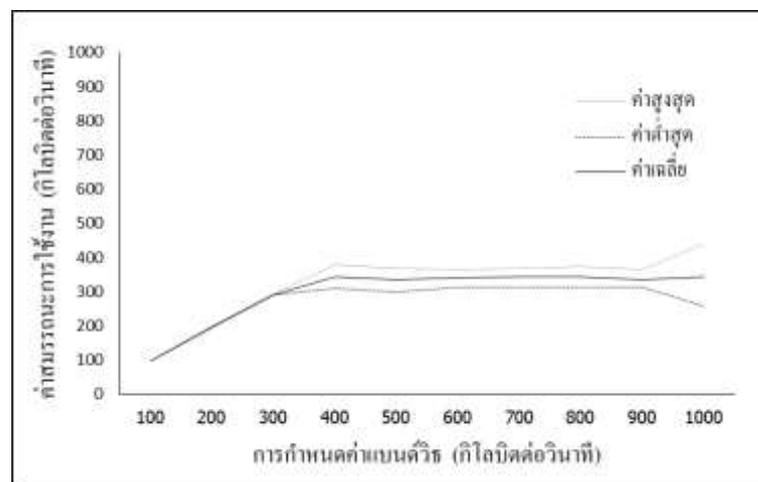
ภาพที่ 3.6 ผลเฉลี่ยค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ยการทดลองการกำหนดค่าแบนด์วิธ 1 เครื่อง

จากภาพที่ 3.6 ผลเฉลี่ยค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ยการทดลองการกำหนดค่าแบนด์วิธ 1 เครื่อง มีอัตราที่เพิ่มขึ้นตามการกำหนดค่า ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกัน



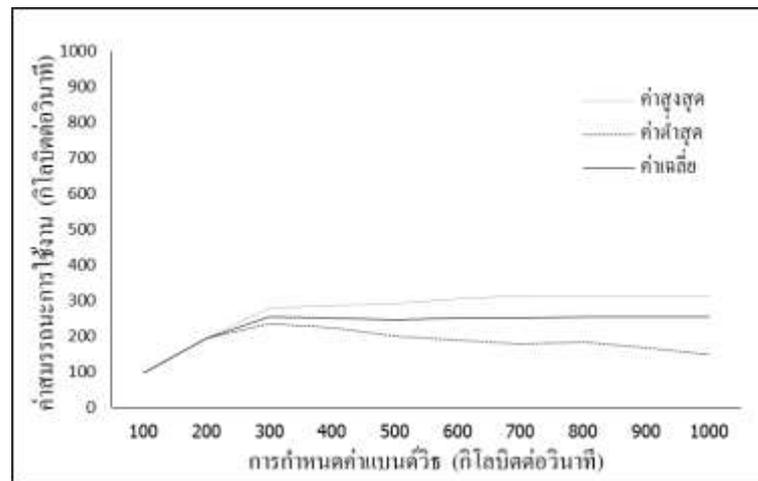
ภาพที่ 3.7 ผลเฉลี่ยค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ยการทดลองการกำหนดค่าแบนด์วิธ 2 เครื่อง

จากภาพที่ 3.7 ผลเฉลี่ยค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ยการทดลองการกำหนดค่าแบนด์วิธ 2 เครื่อง การกำหนดค่าแบนด์วิธที่ 100-500 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ย มีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าที่เพิ่มขึ้น หลังจากนั้นค่าเฉลี่ยมีค่าคงที่ ส่วนค่าสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและค่าต่ำสุดมีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อกำหนดค่าแบนด์วิธเพิ่มขึ้น



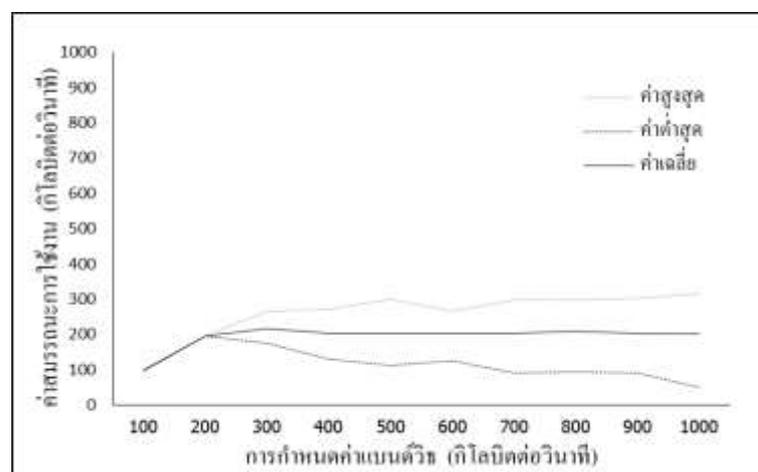
ภาพที่ 3.8 ผลเฉลี่ยค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ยการทดลองการกำหนดค่าแบนด์วิธ 3 เครื่อง

จากภาพที่ 3.8 ผลเฉลี่ยค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ยการทดลองการกำหนดค่าแบนด์วิธ 3 เครื่อง การกำหนดค่าแบนด์วิธที่ 100-400 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ย มีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าที่เพิ่มขึ้น หลังจากนั้นค่าเฉลี่ยมีค่าคงที่ ส่วนค่าสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและค่าต่ำสุดมีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อกำหนดค่าแบนด์วิธเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 3.9 ผลเฉลี่ยค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ยการทดลองการกำหนดค่าเบนดิวซ์ 4 เครื่อง

จากภาพที่ 3.9 ผลเฉลี่ยค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ยการทดลองการกำหนดค่าเบนดิวซ์ 4 เครื่อง การกำหนดค่าเบนดิวซ์ที่ 100-300 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ย มีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าที่เพิ่มขึ้น หลังจากนั้นค่าเฉลี่ยมีค่าคงที่ ส่วนค่าสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและค่าต่ำสุดมีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อกำหนดค่าเบนดิวซ์เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 3.10 ผลเฉลี่ยค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ยการทดลองการกำหนดค่าเบนดิวซ์ 5 เครื่อง

จากภาพที่ 3.10 ผลเฉลี่ยค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ยการทดลองการกำหนดค่าเบนดิวซ์ 5 เครื่อง การกำหนดค่าเบนดิวซ์ที่ 100-200 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดและค่าเฉลี่ย มีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าที่เพิ่มขึ้น หลังจากนั้นค่าเฉลี่ยมีค่าคงที่ ส่วนค่าสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและค่าต่ำสุดมีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อกำหนดค่าเบนดิวซ์เพิ่มขึ้น

การทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตเทคนิคข้อ กำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำ โดยกำหนดตัวอย่างค่าขั้นต่ำไว้ที่ 200 กิโลบิตต่อวินาที ควบคุม ดังสมการที่ (1) และ (2) กำหนดให้  $CL_1 = 1000$ ,  $CL_2 = 900$ ,  $CL_3 = 800$ ,  $CL_4 = 500$ ,  $CL_5 = 200$  และ  $x = 95\%$  ซึ่งสมการสามารถปรับค่าจากผลการทดลองการกำหนดค่าแบนด์วิธ และการทดลองประกอบด้วยการควบคุมแบนด์วิธ 2 วิธี คือ 1) การทดลองการควบคุมแบนด์วิธ แบบคงที่ที่กำหนดค่าที่ 200 กิโลบิตต่อวินาที, 2) การทดลองการควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัตตาม จำนวนผู้ใช้งานวิธีแบ่งตามสัดส่วน การทดลอง เริ่มต้นดาวน์โหลดไฟล์จำนวน 1-5 เครื่อง กำหนด ช่วงเวลาบันทึกผลเก็บค่าข้อมูลทุกๆ 10 วินาที ช่วงละ 2 นาที ทั้งหมดที่ 10 นาที เมื่อมีการเข้าใช้ พร้อมกันเพิ่มขึ้นช่วงละ 1 เครื่อง

จากผลการทดลองทำการหาค่าเฉลี่ยและค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สมการที่ (8) และ (9) และการสรุปผลการทดลองทำการหาค่าร้อยละ ค่าผลต่างค่าสมรรถนะการใช้งาน, ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุดของการทดลองการจัดการแบนด์วิธ โดยใช้สมการที่ (10) และ (11)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (8)$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{(n-1)}} \quad (9)$$

$$B_a = B_w \times \frac{100}{1024} \quad (10)$$

$$D = B_{DBM-MBC} - B_a \quad (11)$$

เมื่อ  $\bar{x}$  คือ ค่าเฉลี่ย,  $\sum x$  คือ ผลบวกของข้อมูลทุกค่า,  $n$  คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด, SD คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน,  $x$  คือ ข้อมูล,  $B_a$  คือ ค่าร้อยละของการทดลองการจัดการแบนด์วิธวิธี  $a$  ใดๆ,  $B_w$  คือ ค่าแบนด์วิธที่ได้,  $D$  คือ ค่าผลต่าง และ  $B_{DBM-MBC}$  คือ ค่าร้อยละของการทดลอง การจัดการแบนด์วิธแบบพลวัตเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิธขั้นต่ำ

**ส่วนที่ 2** การควบคุมแบนด์วิธแบบพลวัต โดยกำหนดนโยบายระดับกั้นสูงสุดและต่ำสุด ซึ่งทำการเชื่อมต่อโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจำนวน 2 เครื่อง แบ่งการใช้งานเป็นสองส่วนคือ ส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายใช้การเชื่อมต่อแบบทวีคูณ (Multiple Internet Connections) ใช้ชื่อย่อ MIC ในการดาวน์โหลดโดยกำหนดค่าการเชื่อมต่อที่ 1, 2, 4, 8 และ 16 เครื่อง และส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายทำการดาวน์โหลดปกติผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (Single Internet Connections) โดยกำหนดช่วงเวลาบันทึกผลทุกๆ 10 วินาที เป็นเวลา 120 วินาที

การทดลองกำหนดนโยบายระดับกั้นค่าสูงสุดต่ำสุดที่ 80% และ 10% การทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดลองการใช้งานแบบไม่กำหนดแบนด์วิธ (Un Allocation Multiple Connections) และการทดลองการกำหนดแบนด์วิธโดยแบ่งการควบคุมอัตราการลด (Allocation Multiple Connections) 3 ส่วนคือ 5%, 10% และ 15% ของนโยบายระดับกั้นค่าสูงสุด ควบคุมดังสมการที่ (6) และ (7)