ระบบการจัดการแบรนด์วิดท์บนเร้าเตอร์

Bandwidth management on router devices

นาย ศุภกิตติ์ ชิวปรีชา

นาย ประสงค์ ชัยตระกูลธนสาร

โครงงานวิจัยระดับปริญญาตรีนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

พ.ศ.2565

ระบบการจัดการแบรนด์วิดท์บนเร้าเตอร์

Bandwidth management on router devices

นาย ศุภกิตติ์ ชิวปรีชา

นาย ประสงค์ ชัยตระกูลธนสาร

โครงงานวิจัยระดับปริญญาตรีนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

พ.ศ.2565

ใบรับรองโครงงานวิจัยระดับปริญญาตรี ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อโครงงานวิจัย	ระบบการจัดการแบรนด์วิดท์บนเร้าเตอร์
	Bandwidth management on router devices
ชื่อนักศึกษา	นาย ศุภกิตติ์ ชิวปรีชา
	นาย ประสงค์ ชัยตระกูลธนสาร
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ สุเทพ เชาว์สนิท

คณะกรรมการสอบโครงงานวิจัย	ลายมือชื่อ
ดร.อนุชา ตุงคัษฐาน อาจารย์ ดร.สันติ พัฒนวิชัย อาจารย์ สุเทพ เชาว์สนิท อาจารย์ วุฒิพล วรรณทรัพย์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ.....

สถานที่สอบ.....คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อโครงงานวิจัย	ระบบการจัดการแบรนด์วิดท์บนเร้าเตอร์
	Bandwidth management on router devices
ชื่อนักศึกษา	นาย ศุภกิตติ์ ชิวปรีชา
	นาย ประสงค์ ชัยตระกูลธนสาร
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ สุเทพ เชาว์สนิท
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2565

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยระดับปริญญาตรีเรื่อง ระบบการจัดการแบรนด์วิดท์บนเร้าเตอร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จัดทำโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งเน้นในด้านการควบคุมปริมาณการรับส่งข้อมูลในการเข้าใช้งานระบบอินเตอร์เน็ตในองค์กร และพัฒนาระบบตรวจสอบการจัดการแบรนด์วิธด้วยเร้าเตอร์และจัดเก็บ Log File เก็บข้อมูลการใช้งานอินเตอร์เน็ตเพื่อนำมาวิเคราะห์การใช้งานรวมทั้งตรวจสอบการใช้งาน

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิจัยระดับปริญญาตรี เรื่อง ระบบการจัดการแบรนด์วิดท์บนเร้าเตอร์ เพื่อการสำเร็จการศึกษาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สามารถดำเนินการจนประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนเป็นอย่างดียิ่งจาก นายสุเทพ เชาว์สนิท ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ความรู้ ข้อคิด ข้อแนะนำ และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนกระทั่งการวิจัยครั้งนี้สำเร็จเรียบร้อยตัวยดี ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ ตร.อนุชา ตุงคัษฐาน ตร.สันติ พัฒนวิชัย นายสุเทพ เชาว์สนิท และนายวุฒิพล วรรณทรัพย์ กรรมการสอบโครงงานวิจัยระดับปริญญาตรี ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและชี้แนะ จนในที่สุดโครงงานวิจัยระดับ ปริญญาตรีนี้สำเร็จลุล่วงลงได้

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกคนที่อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจศึกษาต่อไป

คณะผู้วิจัย

นาย ศุภกิตติ์ ชิวปรีชา

นาย ประสงค์ ชัยตระกูลธนสาร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	**ก**
กิตติกรรมประกาศ	**ข**
สารบัญ	**ค**
สารบัญตาราง	**จ**
สารบัญภาพ	**ฉ**
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขต	2
1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน	2
1.5 วิธีการดำเนินงาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 โครงสร้างและเนื้อหาของวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**4**
2.1 เราเตอร์ (Router)	4
2.2 Switch Cisco 2950	5
2.3 Computer	6
2.4 Network attached Storage (Nas)	7
2.5 สายแลน (Cat 6)	8
2.6 แบรนด์วิดท์ (Bandwidth)	9
2.7 Log (ล็อค) ของ Server (เซิร์ฟเวอร์)	15

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.9 โปรแกรม True Nas	16
2.10 โปรแกรม SecureCRT	17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	**21**
3.1 แผนการดำเนินงาน	21
3.2 แผนผังการทำงานของระบบ	22
3.3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ	23
บทที่ 4 วิธีการดำเนินงาน	**25**
4.1 โปรแกรม Secure CRT	25
4.2 การทำงานของระบบโปรแกรม Resource Monitor	28
4.3 การทดสอบการทำงาน Bandwidth ของโปรแกรม Iperf	30
บทที่ 5 สรุปผลโครงงานและข้อเสนอแนะ	**32**
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	32
5.2 ปัญหาในการดำเนินงาน	32
5.3 ข้อเสนอแนะ	32
บรรณานุกรม	33
ภาคผนวก ก	34
ภาคผนวก ข ประวัติผู้วิจัย	41

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน 21

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 รูปภาพ อุปกรณ์ เราเตอร์ (Router) 5

ภาพที่ 2.2 รูปภาพ Switch Cisco 2950 6

ภาพที่ 2.3 รูปภาพ Computer 7

ภาพที่ 2.4 รูปภาพ Network attached Storage (Nas) 8

ภาพที่ 2.5 รูปภาพ สายแลน (Cat 6) 8

ภาพที่ 2.6 รูปภาพ สาย Console 9

ภาพที่ 2.7 รูปภาพ กราฟความเร็วของแบรนด์วิดท์ 10

ภาพที่ 2.8 รูปภาพ โปรแกรมTrue Nas 11

ภาพที่ 2.8 รูปภาพ โปรแกรมTrue Nas 11

ภาพที่ 2.9 รูปภาพ โปรแกรม SecureCRT 17

ภาพที่ 2.10 รูปภาพ การเน้นคำของโปรแกรม SecureCRT 18

ภาพที่ 2.11 รูปภาพ เซสชันแท็บของโปรแกรม SecureCRT 19

ภาพที่ 3.1 รูปภาพ แผนผังการจำลองของระบบการทำงาน 23

ภาพที่ 3.2 รูปภาพ แสดงโครงสร้างของระบบ 24

ภาพที่ 4.1 รูปภาพ หน้าต่างโปรแกรม Secure CRT 25

ภาพที่ 4.2 รูปภาพ คำสั่งที่ใช้ Config Router 26

ภาพที่ 4.3 รูปภาพ คำสั่งที่ใช้ Config Switch 26

ภาพที่ 4.4 รูปภาพ คำสั่งที่ใช้ Config Core Switch 27

ภาพที่ 4.4 รูปภาพ ทดสอบครั้งที่ 1 Bandwidth 20 MB/s 28

ภาพที่ 4.5 รูปภาพ ทดสอบครั้งที่ 1 Bandwidth 40 MB/s 29

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.6 รูปภาพ หน้าต่างโปรแกรม Iperf 30

ภาพที่ 4.7 รูปภาพ ทดสอบครั้งที่ 2 Bandwidth Vlan10 50MB/s 31

ภาพที่ 4.8 รูปภาพ ทดสอบครั้งที่ 2 Bandwidth Vlan20 100MB/s 31

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันระบบเครือข่ายมีบทบาทสำคัญมากขึ้น เนื่องจากมีการใช้งานคอมพิวเตอร์, มือถือ, แทปเล็ต กันอย่างแพร่หลายเป็นอย่างมาก จึงเกิดความต้องการที่จะเชื่อมต่ออุปกรณ์เหล่านั้นถึงกัน เพื่อเพิ่มความสามารถของระบบให้สูงขึ้น

เร้าเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ซับซ้อนกว่าบริดจ์ ทำหน้าที่เชื่อมต่อ LAN หลายๆ เครือข่ายเข้าด้วยกันคล้ายกับสวิตช์แต่จะมีส่วนเพิ่มเติมขึ้นมาคือ เร้าเตอร์สามารเชื่อมต่อ LAN ที่ใช้โปรโตคอลในการรับส่งข้อมูลเหมือนกันแต่ใช้สื่อส่งข้อมูลหรือสายส่งต่างชนิดกันได้ เช่น เชื่อมต่อ Ethernet LAN ที่ใช้รับส่งข้อมูลแบบ UTP เข้ากับ Ethernet

อัตราการส่งถ่ายข้อมูล (Bandwidth) ในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์อัตราการส่งถ่ายข้อมูล หมายถึงอัตราของข้อมูลสูงสุดที่สามารถส่งถ่ายได้ หรือ อัตราของข้อมูลที่ได้ส่งถ่ายจริงๆในเวลาหนึ่งๆ ผ่านอุปกรณ์เครือข่าย เช่น สายเคเบิลทองแดง การวัดอัตราการส่งถ่ายข้อมูลนั้น สามารถวัดได้ในหน่วย บิตต่อวินาที หรืออาจวัดเป็นเท่าๆของหน่วยนั้น เช่น กิโลบิตต่อวินาที เมกกะบิตต่อวินาที

อุปกรณ์เร้าเตอร์มีความสามารถที่หลากหลาย แต่ยังมีจุดด้อยเรื่องการจัดการผู้ใช้งานที่จัดการ ได้ยุ่งยากและการใช้แพคเกจเสริมเรื่องการจัดการผู้ใช้งานของอุปกรณ์เร้าเตอร์ จะทำให้ประสิทธิภาพของตัวอุปกรณ์ลดลง จึงเกิดแนวคิดว่าจะนำแบนด์วิธมาใช้ร่วมกับอุปกรณ์เร้าเตอร์เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นและเพิ่มประสิทธิ์ภาพของผู้ใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อผู้ควบคุมสามารถจัดการระบบจัดการผู้ใช้งานจากส่วนกลาง

1.2.2 เพื่อพัฒนาระบบตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายแบนด์วิธบนเร้าเตอร์

1.2.3 เพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบและเฝ้าระวังด้านความปลอดภัยในการให้บริการระบบเครือข่าย

1.3 ขอบเขต

1.3.1 ศึกษาทฤษฎี หลักการและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- ศึกษาโครงสร้างการทำงานของอุปกรณ์เร้าเตอร์กับแบรนด์วิดท์

- ศึกษาโครงสร้างเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Server) เพื่อใช้ในการเก็บ Log

1.3.2 ทดสอบทฤษฎี หลักการและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- พัฒนาและทดสอบศึกษาการเก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน

- พัฒนาและทดสอบของอุปกรณ์เร้าเตอร์กับแบรนด์วิดท์มาใช้งาน

- พัฒนาและทดสอบเครื่องเซิร์ฟเวอร์ในการใช้งานร่วมกับเร้าเตอร์และแบรนด์วิดท์

1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน

1.4.1 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในโครงงานวิจัย

- Computer

- Switch Cisco 2950

- Network attached Storage (Nas)

- สาย Console

- สายแลน (Cat 6)

- เร้าเตอร์ (Router)

- อัตราการส่งถ่ายข้อมูล (Bandwidth)

1.4.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในโครงงานวิจัย

- Log Server

- โปรแกรม True Nas

- โปรแกรม SecureCRT

1.5 วิธีการดำเนินงาน

1.5.1 ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลและความเป็นไปได้เกี่ยวกับการพัฒนา ระบบตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์เครือข่าย

1.5.2 จำลองและติดตั้งเครื่องเซิร์ฟเวอร์(Server) เพื่อใช้ในการตั้งค่าทำเซิร์ฟเวอร์และระบบ Log

1.5.3 ออกแบบการวางอุปกรณ์เร้าเตอร์กับแบนด์วิดท์และเซิร์ฟเวอร์

1.5.4 ตั้งค่าอุปกรณ์เร้าเตอร์กับแบนด์วิดท์และเซิร์ฟเวอร์ติดต่อสื่อสารกันได้

1.5.5 จำลองและติดตั้งเครื่องไคลเอนต์ เพื่อใช้ในการทดสอบการเข้าใช้งานระบบการจัดการผู้ใช้งาน

1.5.6 ทดสอบการทำงานของระบบและแก้ไขหากเกิดข้อผิดพลาด

1.5.7 สรุปผลการดำเนินงานและจัดทำเอกสาร

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถแสดงการแจ้งเตือนและส่งข้อมูลได้

1.6.2 ผู้ดูแลสามาถรับรู้ได้ทันทีหากเกิดปัญหาขึ้นกับอุปกรณ์

1.6.3 ผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบควบคุมอุปกรณ์ได้สะดวกและดูแลอุปกรณ์เครือข่าย

1.7 โครงสร้างและเนื้อหาของวิจัย

การพัฒนาสารนิพนธ์ฉบับนี้สามารถแบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บท ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงปัญหาและแรงจูงใจ วัตถุประสงค์และขอบเขตในการทำโครงงาน

บทที่ 2 พื้นฐานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในส่วนต่าง ๆ ที่ได้นำมา ประยุกต์ใช้ในโครงงาน

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาระบบ กล่าวถึงขั้นตอนในการออกแบบ และกระบวนการ ทำงานของระบบว่าทำงานอย่างไร

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง กล่าวถึงการทดลอง และผลที่ได้รับจากการทดลอง

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน กล่าวถึงผลสรุปของโครงงานทั้งหมด รวมทั้งแนวทางในการพัฒนาโครงงานนี้ต่อไปในอนาคต

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงงานวิจัย เรื่อง การจัดการแบรนด์วิธบนเร้าเตอร์ มีการรวบรวมข้อมูล ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 เร้าเตอร์ (Router)

เร้าเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ซับซ้อนกว่าบริดจ์ ทำหน้าที่เชื่อมต่อ LAN หลายๆ เครือข่ายเข้าด้วยกันคล้ายกับสวิตช์แต่จะมีส่วนเพิ่มเติมขึ้นมาคือ เร้าเตอร์สามารเชื่อมต่อ LAN ที่ใช้โปรโตคอลในการรับส่งข้อมูลเหมือนกัน แต่ใช้สื่อส่งข้อมูลหรือสายส่งต่างชนิดกันได้ เช่น เชื่อมต่อ Ethernet LAN ที่ใช้รับส่งข้อมูลแบบ UTP เข้ากับ Ethernet อีกเครือข่ายหนึ่งที่ใช้สายข้อมูลแบบ coaxial cable ได้

เร้าเตอร์ทำงานเสมือนเป็นเครื่องหรือโหนดหนึ่งใน LAN ซึ่งจะทำการรับข้อมูลเข้ามาแล้วส่งต่อไปยังปลายทาง โดยอาจส่งในรูปแบบของ packet ที่ต่างออกไปจากเดิม เพื่อไปผ่านสายสัญญาณแบบอื่น ๆ เช่น สายโทรศัพท์ที่ต่อผ่านโมเด็มก็ได้ ดังนั้นเราจึงอาจใช้เร้าเตอร์เพื่อเชื่อมต่อ LAN หลาย ๆ แบบเข้าด้วยกันได้ด้วย และจากการที่มันทำตัวเสมือนเป็นโหนด ๆ หนึ่งใน LAN ทำให้เร้าเตอร์สามารถทำงานอื่น ๆ อีกมาก เช่น รวบรวมข้อมูลเพื่อหาเส้นทางที่ดีที่สุดในการส่งข้อมูลต่อ หรือตรวจสอบว่าข้อมูลที่เข้ามานั้นมาจากไหน ควรจะให้ผ่านหรือไม่ เพื่อช่วยในเรื่องการรักษาความปลอดภัยด้วยสิ่งที่แตกต่างกันระหว่างบริดจ์กับเร้าเตอร์คือ เร้าเตอร์มีการทำงานที่สูงกว่าคือ ในระดับชั้นที่ 3 ของ โมเดล OSI นั่นคือคือ Network Layer โดยจะใช้ logical address หรือ Network Layer address ซึ่งเป็นที่อยู่ซึ่งตั้งโดยซอฟต์แวร์ที่ผู้ใช้แต่ละเครื่องจะตั้งขึ้นให้โปรโตคอลในระดับ Network Layer รู้จัก

หน้าที่หลักของเร้าเตอร์คือ การหาเส้นทางที่ดีที่สุดในการส่งผ่านข้อมูล และเป็นตัวกลางในการส่งต่อข้อมูลไปยังเครือข่ายอื่น โดยในแต่ละเครือข่ายจะมีรูปแบบของ packet ที่แตกต่างกันตามโปรโตคอลที่ทำงานในระดับบน (ตั้งแต่เลเยอร์ที่ 3 ขึ้นไป) เช่น IP, IPX หรือ AppleTalk

เมื่อมีการส่งข้อมูลก็จะบรรจุข้อมูลนั้นเป็น packet ในรูปแบบของเลเยอร์ที่ 2 เมื่อเร้าเตอร์ได้รับข้อมูลก็จะตรวจดูใน packet นี้เพื่อจะทราบว่าใช้โปรโตคอลแบบใด ซึ่งเร้าเตอร์จะเข้าใจโปรโตคอลต่าง ๆ แล้ว จากนั้นก็จะตรวจดูเส้นทางส่งข้อมูลจากตาราง routing table ว่าจะต้องส่งข้อมูลนี้ไปยังเครือข่ายใดต่อจึงจะถึงปลายทางได้ แล้วจึงบรรจุข้อมูลลงเป็น packet ตามรูปแบบของเลเยอร์ที่ 2 อีกครั้งเพื่อส่งต่อไปยังเครือข่ายถัดไป

ภาพที่ 2.1 รูปภาพ เร้าเตอร์ (Router)

2.2 Switch Cisco 2950

Cisco Catalyst 2950 Series เป็นสวิตช์การกำหนดค่าแบบตายตัว วางซ้อนได้ และแบบสแตนด์อโลนที่ให้การเชื่อมต่อ Fast Ethernet และ Gigabit Ethernet ความเร็วสูง สายผลิตภัณฑ์นี้นำเสนอคุณสมบัติซอฟต์แวร์ที่แตกต่างกันสองชุดและการกำหนดค่าต่างๆ เพื่อให้สำนักงานสาขาขนาดเล็ก ขนาดกลาง และองค์กร และสภาพแวดล้อมทางอุตสาหกรรมสามารถเลือกชุดค่าผสมที่เหมาะสมสำหรับขอบเครือข่ายได้ ซอฟต์แวร์ Standard Image (SI) มีฟังก์ชัน Cisco IOS สำหรับบริการข้อมูล วิดีโอ และเสียงพื้นฐาน สำหรับเครือข่ายที่ต้องการความปลอดภัยเพิ่มเติม คุณภาพการบริการขั้นสูง (QoS) และความพร้อมใช้งานสูง ซอฟต์แวร์ Enhanced Image (EI) จะมอบบริการอัจฉริยะ เช่น การจำกัดอัตราและการกรองความปลอดภัยสำหรับการใช้งานที่ขอบเครือข่าย

ภาพที่ 2.2 รูปภาพ Switch Cisco 2950

2.3 Computer

Computer Network คือระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งหมายถึงการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไปเข้าด้วยกันด้วยสายเคเบิล หรือสื่ออื่นๆ ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรับส่งข้อมูลแก่กันและกันได้ ในกรณีที่เป็นการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์หลายๆ เครื่องเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่เป็นศูนย์กลาง เราเรียกคอมพิวเตอร์ที่เป็นศูนย์กลางนี้ว่า โฮสต์ (Host) และเรียกคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่เข้ามาเชื่อมต่อว่า ไคลเอนต์ (Client/Terminal)

ระบบเครือข่าย (Network) จะเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันเพื่อการติดต่อสื่อสาร เราสามารถส่งข้อมูลภายในอาคาร หรือข้ามระหว่างเมืองไปจนถึงอีกซีกหนึ่งของโลก ซึ่งข้อมูลต่างๆ อาจเป็นทั้งข้อความ รูปภาพ เสียง ก่อให้เกิดความสะดวก รวดเร็วแก่ผู้ใช้ ซึ่งความสามารถเหล่านี้ทำให้เครือข่ายคอมพิวเตอร์มีความสำคัญ และจำเป็นต่อการใช้งานในแวดวงต่างๆ

รูปแบบของเน็ตเวิร์คแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. LAN (Local Area Network)

เป็นกลุ่มของคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกันในพื้นที่จำกัด เช่นภายในตึกสำนักงานหรือภายในโรงงาน ส่วนมากจะใช้สายเคเบิ้ลในการติดต่อสื่อสารกัน

2. MAN (Metropolitan Area Network)

เป็นการนำระบบ LAN หลายๆ LAN ที่มีพื้นที่อยู่ใกล้เคียงกันมาเชื่อมต่อกันให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เช่นเชื่อมต่อกันในเมือง หรือในจังหวัด เป็นต้น

3.WAN (Wide Area Network)

เป็นกลุ่มของคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกันแบบกว้างขวาง อาจจะเป็นภายในประเทศหรือระหว่างประเทศ เป็นการใช้ หลายๆ LAN หรือหลายๆ MAN ซึ่งอยู่คนละพื้นที่

เชื่อมต่อเข้าหากัน เช่น สำนักงานที่ New York เชื่อมต่อกับที่ London การติดต่อสื่อสารกัน อาจจะใช้ตั้งแต่สายโทรศัพท์จนกระทั่งถึงดาวเทียม

อาจจะมีอีกประเภทหนึ่ง คือ SAN (Small Area Network) เป็นกลุ่มของคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกันในพื้นที่ขนาดเล็กมาก อาจจะเป็นในบ้านหรือสำนักงานขนาดเล็กที่มีจำนวนของคอมพิวเตอร์ไม่ควรจะเกิน 10 เครื่อง

ภาพที่ 2.3 รูปภาพ Computer

2.4 Network attached Storage (Nas)

NAS (Network-attached Storage) คือ อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลอัจฉริยะที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตพร้อมทั้งเป็นเซิร์ฟเวอร์ข้อมูลแบบ All-in-One ที่ตอบโจทย์ทุกความต้องการใช้งานด้าน IT ของ SMB ทำงานในรูปแบบของ On-premise private cloud (คลาวด์ส่วนตัว) ช่วยลดความเสี่ยงจากการรั่วไหลของข้อมูลจากการใช้บริการคลาวด์สาธารณะได้ สามารถจัดเก็บข้อมูลไฟล์งานต่าง ๆ ตั้งแต่เอกสารสำคัญ ไปจนถึงรูปภาพ เพลง และวิดีโอ โดยที่ผู้ใช้งานที่ได้รับสิทธิ์การเข้าถึงจะสามารถเข้าใช้งานข้อมูลจากที่ไหนก็ได้ผ่านอินเทอร์เน็ตบนเว็บบราวเซอร์หรือแอปมือถือ ยิ่งไปกว่านั้น NAS ยังมาพร้อมกับโซลูชันการแชร์ไฟล์ การทำงานร่วมกัน การจัดการดูแลระบบแบบรวมศูนย์ และระบบรักษาความปลอดภัยข้อมูลที่มีประสิทธิภาพในตัวอีกด้วย

ภาพที่ 2.4 รูปภาพ Network attached Storage (Nas)

2.5 สายแลน (Cat 6)

สายแลน Cat6คือ สายแลน cat Gen 6 รุ่นแรก และสายLancat6คือรุ่นที่ปรับเปลี่ยนการวางสายทองแดงวางหัวแลนเรียงสลับกันเป็นฟันปลา สายแคท6เป็นรุ่นถูกปรับการประมวลส่งข้อมูลด้วยการพัฒนา Bandwidthภายในสายแลนcat6ความเร็วและความถี่สูงสุดอยู่ที่ 10 Gpbs./BW250 Mhz. เป็นcat6speedที่ขยายการส่งข้อมูลภายในระยะพื้นที่สูงสุด 100 ม. แต่สายแลนcat6สามารถดึงประสิทธิภาพการใช้งานความเร็วสูงสุดภายในระยะรัศมีอยู่ที่ 55 ม.เท่านั้น

ภาพที่ 2.5 รูปภาพ สายแลน (Cat 6)

2.6 สาย Console

สำหรับสาย Serial Cable และ สาย Console Cable นั้นการใช้งานเหมือนกันจะแตกต่างกันที่รูปแบบของสายและหัวทั้งสองฝั่งนั้นจะไม่เหมือนกัน แต่ก็สามารถใช้งานร่วมกันได้ปกติโดยผ่านหัวแปลงต่างๆ ที่เราต้องการจะใช้กับอุปกรณ์นั้นๆ โดยถ้าดูจากภาพแล้วจะเข้าใจว่าทำไมถึงเรียกชื่อต่างกันซึ่งถ้าโดยรวมแล้วเราจะเรียกชื่อใดก็ได้ครับ เพราะเป็นอันเข้าใจกันทาง Network ว่าอุปกรณ์ตัวนี้จะต้องใช้สายนี้นะ และในปัจจุบันสาย Serial Cable หรือ หัว DB9 ตัวผู้ นั้นจะนิยมใช้น้อยลงเนื่องมาจาก Cisco เป็นผู้นำทางด้าน Network และอุปกรณ์ของ Cisco ส่วนใหญ่จะออกแบบมารองรับ Console Port RJ45 จึงทำให้ผู้ผลิตอุปกรณ์ต่างๆ ต้องใช้หัว RJ45 เป็น Port Console

ภาพที่ 2.6 รูปภาพ สาย Console

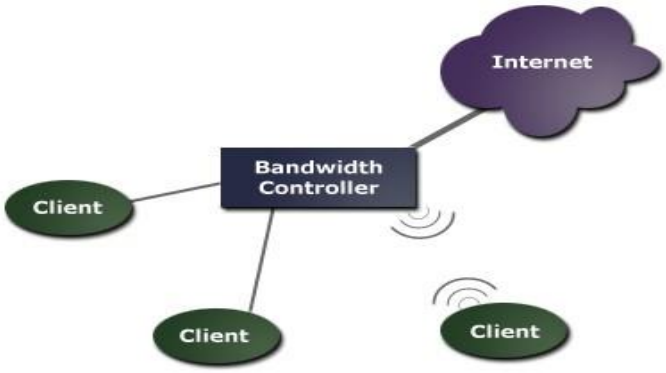
2.7 แบรนด์วิธ (Bandwidth)

แบรนด์วิธวัดเป็นปริมาณข้อมูลที่สามารถถ่ายโอนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งภายในเครือข่ายในระยะเวลาที่กำหนดให้ โดยทั่วไป แบรนด์วิธจะแสดงเป็นบิตเรตและวัดเป็นบิตต่อวินาที (bps)

คำว่าแบรนด์วิธหมายถึงความสามารถในการส่งของการเชื่อมต่อและเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดคุณภาพและความเร็วของเครือข่ายหรือการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตมีหลายวิธีในการวัดแบรนด์วิดท์ การวัดบางอย่างจะใช้ในการคำนวณการไหลของข้อมูลปัจจุบันในขณะที่การวัดการไหลสูงสุดการไหลทั่วไปหรือสิ่งที่ถือว่าเป็นการไหลที่ดีแบรนด์วิธยังเป็นแนวคิดสำคัญในสาขาเทคโนโลยีอื่น ๆ อีกมากมาย ตัวอย่างเช่นในการประมวลผล

สัญญาณจะใช้เพื่ออธิบายความแตกต่างระหว่างความถี่บนและล่างในการส่งสัญญาณเช่นสัญญาณวิทยุและโดยทั่วไปจะวัดเป็นเฮิรตซ์ (Hz)

แบรนด์วิธสามารถเปรียบเทียบกับน้ำที่ไหลผ่านท่อ แบรนด์วิธจะเป็นอัตราที่น้ำ (ข้อมูล) ไหลผ่านท่อ (การเชื่อมต่อ) ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ แทนที่จะเป็นบิตต่อวินาที เราอาจวัดแกลลอนต่อนาที ปริมาณน้ำาที่อาจไหลผ่านท่อแสดงถึงแบรนด์วิธสูงสุดในขณะที่ปริมาณน้ำาที่ไหลผ่านท่อ*ในปัจจุบัน*แสดงถึงแบรนด์วิธปัจจุบัน



ภาพที่ 2.7 รูปภาพ การทำงานของแบรนด์วิธ

2.7.1 การแสดงแบรนด์วิธ

แบรนด์วิธเดิมถูกวัดเป็นบิตต่อวินาทีและแสดงเป็น bps อย่างไรก็ตามเครือข่ายในปัจจุบันมักจะมีแบรนด์วิธสูงกว่าที่สามารถแสดงได้อย่างสะดวกสบายโดยใช้หน่วยขนาดเล็กดังกล่าว ตอนนี้เป็นเรื่องปกติที่จะเห็นตัวเลขที่สูงขึ้นซึ่งแสดงด้วยคำนำหน้าเมตริกเช่น Mbps (เมกะบิตต่อวินาที), Gbps (กิกะบิตต่อวินาที) หรือ Tbps (terabits ต่อวินาที)

K = kilo = 1,000 bits

M = mega = 1,000 kilo = 1,000,000 bits

G = giga = 1,000 mega = 1,000,000,000 bits

T = tera = 1,000 giga = 1,000,000,000,000 bits

หลังจาก terabit มี petabit, exabit, zettabit และ yottabit ซึ่งแต่ละอันแสดงถึงพลังเพิ่มเติม 10 แบรนด์วิธยังสามารถแสดงเป็นไบต์ต่อวินาที โดยทั่วไปจะหมายถึงตัวพิมพ์ใหญ่ B ตัวอย่างเช่น 10 เมกะไบต์ต่อวินาทีจะแสดงเป็น 10 MB/s หรือ 10 MBps

หนึ่งไบต์คือแปดบิต

ดังนั้น 10 MB/s = 80 Mb/s

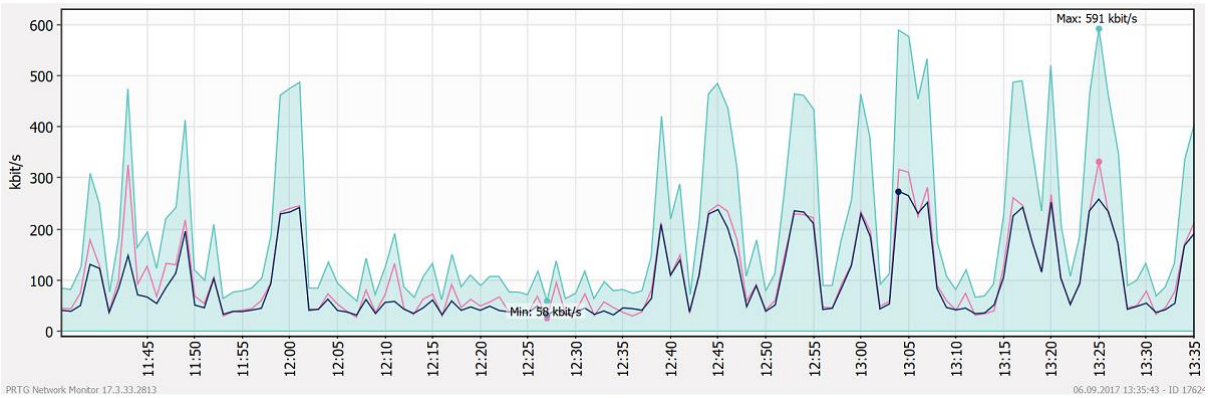
คำนำหน้าเมตริกเดียวกันสามารถใช้กับไบต์เช่นเดียวกับบิต ดังนั้น 1 TB / s เป็นหนึ่งเทราไบต์ต่อวินาที

2.7.2 การวัดแบรนด์วิธ

โดยทั่วไปการวัดแบรนด์วิธจะทำโดยใช้ซอฟต์แวร์หรือเฟิร์มแวร์และอินเทอร์เฟซเครือข่าย ยูทิลิตี้การวัดแบรนด์วิธทั่วไป ได้แก่ ยูทิลิตี้ TCP ทดสอบ (TTCP) และการตรวจสอบเครือข่าย PRTG เป็นต้น

TTCP จะวัดปริมาณงานบนเครือข่าย IP ระหว่างโฮสต์สองโฮสต์ โฮสต์หนึ่งคือผู้รับอีกคนหนึ่งเป็นผู้ส่ง แต่ละด้านจะแสดงจำนวนไบต์ที่ส่งและเวลาสำหรับแต่ละแพ็คเก็ตเพื่อเดินทางเที่ยวเดียวให้เสร็จสมบูรณ์

PRTG มีอินเทอร์เฟซกราฟิกและแผนภูมิสำหรับการวัดแนวโน้มแบรนด์วิดท์ในระยะเวลานานขึ้นและสามารถวัดปริมาณการใช้งานระหว่างอินเทอร์เฟซที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 2.7 รูปภาพ กราฟความเร็วของแบรนด์วิธ

โดยทั่วไปในการวัดแบรนด์วิธปริมาณการเข้าชมทั้งหมดที่ส่งและรับในช่วงเวลาหนึ่งๆ จะถูกนับ การวัดที่ได้จะแสดงเป็นตัวเลขต่อวินาที

อีกวิธีหนึ่งในการวัดแบรนด์วิธคือการถ่ายโอนไฟล์หรือไฟล์หลายไฟล์ที่มีขนาดที่รู้จักและนับระยะเวลาในการถ่ายโอน ผลลัพธ์จะถูกแปลงเป็น bps โดยการแบ่งขนาดของไฟล์ตามระยะเวลาที่ต้องการการถ่ายโอน การทดสอบความเร็วอินเทอร์เน็ตส่วนใหญ่ใช้วิธีนี้เพื่อคำนวณความเร็วในการเชื่อมต่อของคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้กับอินเทอร์เน็ต

แม้ว่าจะไม่มีวิธีวัดแบรนด์วิดท์ที่มีอยู่ทั้งหมด แต่ก็มีหลายวิธีในการกำหนดแบนด์วิธที่วัดได้ขึ้นอยู่กับความต้องการ

สูงสุดทางทฤษฎี - อัตราการส่งสูงสุดภายใต้สถานการณ์ที่เหมาะสม อัตราการถ่ายโอนสูงสุดทางทฤษฎีไม่สามารถทำได้ในการติดตั้งจริง โดยทั่วไปค่าสูงสุดทางทฤษฎีจะใช้สำหรับการเปรียบเทียบเป็นวิธีการกำหนดว่าการเชื่อมต่อทำงานได้ดีเพียงใดเมื่อเทียบกับศักยภาพสูงสุดทางทฤษฎี

แบรนด์วิธที่มีประสิทธิภาพ - อัตราการส่งข้อมูลที่เชื่อถือได้สูงสุด ต่ำกว่าค่าสูงสุดทางทฤษฎีเสมอ บางครั้งถือว่าเป็นแบรนด์วิธที่ใช้งานได้ดีที่สุด จำเป็นสำหรับการทำความเข้าใจปริมาณการรับส่งข้อมูลที่การเชื่อมต่อสามารถรองรับได้

ปริมาณงาน – อัตราเฉลี่ยของการถ่ายโอนข้อมูลที่ประสบความสำเร็จ มีประโยชน์สำหรับการทำความเข้าใจความเร็วทั่วไปหรือปกติของการเชื่อมต่อ ปริมาณที่สามารถประมวลผลได้คือขนาดของการโอนย้ายหารด้วยเวลาที่ใช้ในการโอนย้ายให้เสร็จสมบูรณ์ วัดเป็นไบต์ต่อวินาทีสามารถเปรียบเทียบปริมาณงานกับแบรนด์วิธที่มีประสิทธิภาพและค่าสูงสุดทางทฤษฎีเป็นวิธีการกำหนดประสิทธิภาพการเชื่อมต่อได้ดีเพียงใด

Goodput – วัดปริมาณข้อมูลที่เป็นประโยชน์ที่ถ่ายโอนโดยไม่รวมข้อมูลที่ไม่พึงประสงค์เช่นการส่งข้อมูลแพ็คเก็ตหรือค่าโสหุ้ยโปรโตคอล Goodput คำนวณโดยการหารขนาดของไฟล์ที่ถ่ายโอนตามระยะเวลาที่ถ่ายโอน

วิธีการโอนทั้งหมด - นับการเข้าชมทั้งหมดในช่วงเวลาที่กำหนดโดยทั่วไปคือเดือน สิ่งนี้มีประโยชน์มากที่สุดสำหรับการเรียกเก็บเงินตามจำนวนแบนด์วิธที่ใช้

วิธีการเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 - เพื่อหลีกเลี่ยงการวัดแบรนด์วิธที่บิดเบือนโดยการใช้งานที่เพิ่มขึ้นผู้ให้บริการมักใช้วิธีการเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 แนวคิดคือการวัดการใช้แบรนด์วิดท์อย่างต่อเนื่องเมื่อเวลาผ่านไปจากนั้นลบ 5 เปอร์เซ็นต์การใช้งานสูงสุด สิ่งนี้มีประโยชน์สำหรับการเรียกเก็บเงินตามจำนวนแบนด์วิธที่ใช้ 'ปกติ' ในช่วงเวลาที่กำหนด

ในเครือข่ายในโลกแห่งความเป็นจริงแบรนด์วิธจะแตกต่างกันไปตามเวลาขึ้นอยู่กับการใช้งานและการเชื่อมต่อเครือข่าย เป็นผลให้การวัดแบรนด์วิธเดียวบอกน้อยมากเกี่ยวกับการใช้แบรนด์วิธจริง ชุดของการวัดจะมีประโยชน์มากขึ้นเมื่อกำหนดค่าเฉลี่ยหรือแนวโน้ม

2.7.3 แบรนด์วิธเทียบกับความเร็วเทียบกับปริมาณงาน

มีหลายวิธีในการคิดเกี่ยวกับการไหลของข้อมูลในเครือข่าย ความเร็วของเครือข่ายหมายถึงอัตราบิตของวงจรที่กำหนดโดยความเร็วสัญญาณทางกายภาพของสื่อ

แบรนด์วิดท์คือความจุของวงจรทางกายภาพที่สามารถใช้ในการส่งข้อมูลและกำหนดโดยจำนวนความจุของเครือข่ายที่มีอยู่ตามการเชื่อมต่อ ในขณะที่การเชื่อมต่อเครือข่ายกิกะบิตอีเธอร์เน็ตจะอนุญาตสำหรับ 1 Gbps แบรนด์วิดท์ที่มีให้สำหรับคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อโดยการ์ดอีเทอร์เน็ตที่รวดเร็วจะเป็นเพียง 100 Mbps

ปริมาณงานคืออัตราการส่งข้อมูลที่ประสบความสำเร็จ ในขณะที่แบรนด์วิดท์คือการคำนวณปริมาณข้อมูลที่ผ่านอินเทอร์เฟซเครือข่าย โดยไม่คำนึงว่าข้อมูลจะส่งผลให้การส่งข้อมูลสำเร็จหรือไม่ ดังนั้นปริมาณงานจึงต่ำกว่าแบรนด์วิดท์เสมอ

2.7.4 ทำไมต้องวัดแบรนด์วิธ

มีสาเหตุหลายประการในการวัดแบรนด์วิธ แบรนด์วิธที่ใช้งานได้ต่ำเมื่อเทียบกับแบรนด์วิธสูงสุดทางทฤษฎีอาจบ่งบอกถึงปัญหาเครือข่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งหากมีแบรนด์วิธที่ใช้งานได้อย่างกว้างขวางจากส่วนต่าง ๆ ของเครือข่ายที่ออกแบบมาให้ทำงานเหมือนกัน

นอกจากนี้การวัดแบรนด์วิธเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้แน่ใจว่าการเชื่อมต่อแบบชำระเงินใด ๆ เป็นไปตามสัญญาของพวกเขา ผู้ใช้ทั่วไปอาจทำการทดสอบแบรนด์วิธออนไลน์เช่นการทดสอบความเร็ว

DSLReports เพื่อดูว่าการเชื่อมต่อ "สูงสุด 40 Mb / s" ที่ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (ISP) ของพวกเขาเรียกเก็บเงินจากพวกเขามากน้อยเพียงใด การเชื่อมต่อขององค์กรอาจให้บริการได้ดีขึ้นโดยการวัดปริมาณงานระหว่างสำนักงานที่เชื่อมต่อกันด้วยการเชื่อมต่อสายที่เช่าโดยผู้ให้บริการ

2.7.5 มาตรฐานแบรนด์วิธแบบมีสายสำหรับการเชื่อมต่อ

โมเด็มผ่านสายโทรศัพท์	56 kbps
T1 (การเชื่อมต่อโทรศัพท์พื้นฐานที่เช่าแบบดิจิทัล)	1.544 Mbps
E1 (การเชื่อมต่อโทรศัพท์พื้นฐานแบบดิจิทัลที่เช่าในยุโรป)	2.048 Mbps
DSL แบบอะซิงโครนัส	4 Mbps
อีเทอร์เน็ต	10 Mbps
T3 (การเชื่อมต่อโทรศัพท์บ้านเช่าแบบดิจิตอล)	44.763 Mbps
วีดีเอสแอล	55 Mbps
วีดีเอสแอล 2	100 Mbps
อีเทอร์เน็ตเร็ว	100 Mbps
OC3 (การเชื่อมต่อโทรศัพท์บ้านเช่าออปติก Ficer optic)	155 Mbps
OC 12 (การเชื่อมต่อโทรศัพท์บ้านเช่าออปติก Ficer)	622 Mbps
กิกะบิตอีเทอร์เน็ต	1000 Mbps หรือ 1 Gbps
VSDL 2 Vplus	300 Mbps
อีเทอร์เน็ต 10 กิกะบิต	10 Gbps
อีเธอร์เน็ต 100 กิกะบิต	100 Gbps

2.7.6 ความเร็วในการดาวน์โหลดสูงสุดมาตรฐานเครือข่ายไร้สาย

ความเร็วในการเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายจะแตกต่างกันไปตามเงื่อนไขของการเชื่อมต่อ ตัวเลขด้านล่างคือความเร็วแบรนด์วิธสูงสุดตามมาตรฐานหรือข้อกำหนด

802.11ข	11 Mbps
802.11 ก.	54 Mbps
802.11น	600 Mbps
802.11ac	600 Mbps
3G - HSPA	7.2 Mbps
3G - HSPA+	21 Mbps
3G - DC-HSPA+	42 Mbps
4G - LTE	100 Mbps
5G (เสนอ)	1 Gpbs (หรือสูงกว่า)

WiFi 802.11bf: แอปพลิเคชันใหม่สำหรับอุปกรณ์ไร้สาย

มาตรฐาน WiFi 802.11bf จะไม่เพียง แต่ใช้สำหรับการสื่อสาร แต่ยังเป็นกระบวนทัศน์การตรวจจับที่สมบูรณ์ สิ่งนี้จะขยายความเป็นไปได้ของ WiFi และเช่นตรวจจับว่าบุคคลหรือวัตถุใดกำลังเคลื่อนที่อยู่ในช่วงการเคลื่อนไหว

รุ่นที่จะเกิดขึ้นสามารถใช้ในสภาพแวดล้อมอุตสาหกรรมและเชิงพาณิชย์ในระบบการผลิตเครือข่ายองค์กรและอุปกรณ์ทดสอบและวัด

2.8 Log (ล็อค) ของ Server (เซิร์ฟเวอร์)

Log Server นั่นคืออะไร สำหรับ Log Server เป็นการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน Internet (อินเตอร์เน็ต) ทั้งหมดของบุคคลในองค์กรซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับการติดต่อสื่อสารของระบบคอมพิวเตอร์ แสดงถึงแหล่งกำเนิด, ต้นทาง, ปลายทาง, เส้นทาง, เวลา, วันที่, ปริมาณ หรืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการติดต่อสื่อสารของระบบคอมพิวเตอร์ ลักษณะของการ Log file ของ Server จะเป็นตัวหนังสือและเครื่องหมายต่างๆ แต่สามารถนำมาถอดรหัสได้ว่ามีสิ่งใดเกิดขึ้นบ้างในช่วงที่ผ่านมา หากต้องเปรียบเทียบ อาจคล้ายซากฟอสซิลที่บ่งบอกถึงเรื่องราวในอดีตได้

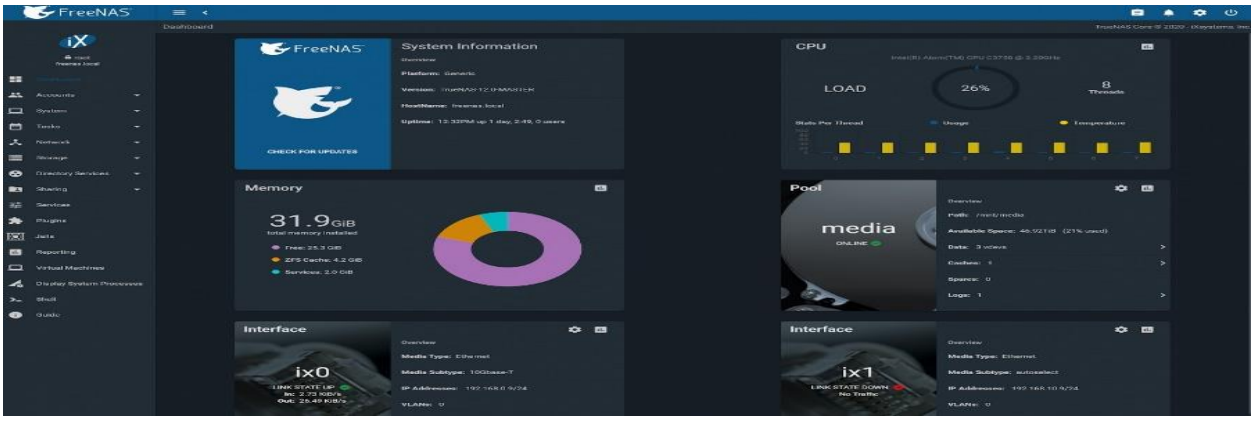
สาเหตุที่จะต้องทำการเก็บ Log ของการทำงานของ Server นั้น เนื่องด้วย พรบ. คอมพิวเตอร์ ปี 2550 มาตรา ๒๖ ผู้ให้บริการต้องเก็บรักษาข้อมูลจราจรทางคอมพิวเตอร์ไว้ไม่น้อยกว่าเก้าสิบวันนับแต่วันที่ข้อมูลนั้นเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ แต่ในกรณีจำเป็นพนักงานเจ้าหน้าที่จะสั่งให้ผู้ให้บริการผู้ใดเก็บรักษาข้อมูลจราจรทางคอมพิวเตอร์ไว้เกินเก้าสิบวันแต่ไม่เกินหนึ่งปีเป็นกรณีพิเศษเฉพาะรายและเฉพาะคราวก็ได้ ผู้ให้บริการจะต้องเก็บรักษาข้อมูลของผู้ใช้บริการเท่าที่จำเป็นเพื่อให้สามารถระบุตัวผู้ใช้บริการนับตั้งแต่เริ่มใช้บริการและต้องเก็บรักษาไว้เป็นเวลาไม่น้อยกว่าเก้าสิบวันนับตั้งแต่การใช้บริการสิ้นสุดลง ความในวรรคหนึ่งจะใช้กับผู้ให้บริการประเภทใดอย่างไร และเมื่อใด ให้เป็นไปตามที่รัฐมนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษา ผู้ให้บริการผู้ใดไม่ปฏิบัติตามมาตรานี้ต้องระวางโทษปรับไม่เกินห้าแสนบาท

2.9 โปรแกรม True Nas

TrueNAS CORE เป็นชื่อใหม่สำหรับระบบปฏิบัติการ FreeNAS NAS ยอดนิยมซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่ออกแบบมาเพื่อทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ NAS ระดับมืออาชีพที่มีประสิทธิภาพสูงโดยเฉพาะ ระบบปฏิบัติการนี้สามารถติดตั้งบนแพลตฟอร์ม x64 ใดก็ได้เนื่องจากระบบปฏิบัติการพื้นฐานเป็น FreeBSD เวอร์ชัน 12 TrueNAS รวมความเข้ากันได้กับฮาร์ดแวร์จำนวนมากไม่ว่าจะเป็นเมนบอร์ดและการ์ดเครือข่ายซึ่งเป็นอุปกรณ์สองตัวที่มีปัญหามากขึ้น . คำย่อ NAS ย่อมาจาก "Network attached storage" และ TrueNAS ช่วยอำนวยความสะดวกอย่างมากในการใช้งานและการกำหนดค่าบริการทั้งหมดที่เซิร์ฟเวอร์ NAS ควรมีเช่นเซิร์ฟเวอร์ Samba, FTP, NFS, ที่เก็บข้อมูลด้วย RAID, การเข้าถึงระยะไกลผ่าน OpenVPN และอื่น ๆ

คุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของ TrueNAS CORE คือการรวมระบบไฟล์ ZFS (OpenZFS) ซึ่งเป็นหนึ่งในระบบไฟล์ที่ทันสมัยสมบูรณ์และรวดเร็วที่สุดที่มีอยู่ในปัจจุบันด้วย ZFS เราจะมีความสมบูรณ์ที่ดีที่สุดในข้อมูลของเราใน นอกจากนี้เราสามารถกำหนดค่าระดับต่างๆของ RAID-Z เพื่อป้องกันข้อมูลจากปัญหาฮาร์ดแวร์ที่อาจ

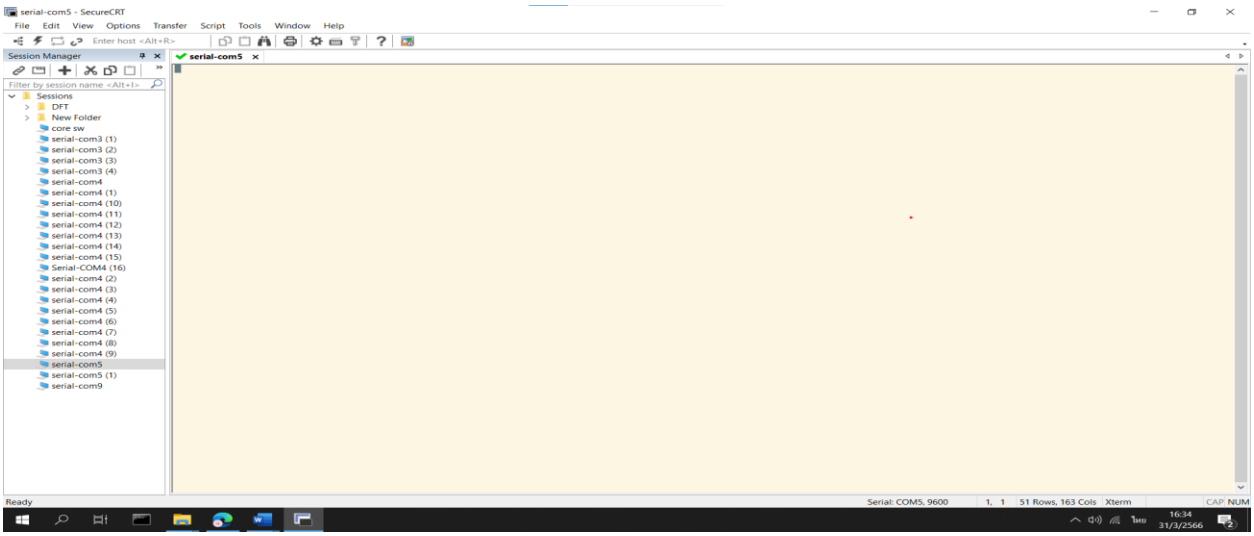
เกิดขึ้นบนดิสก์ แน่นอนเราสามารถกำหนดค่าดิสก์ที่เข้ารหัสด้วย AES-XTS กำหนดค่า SMART เพื่อดูและตรวจจับข้อผิดพลาดบนดิสก์และได้รับการเตือนว่ามีปัญหาและเรายังสามารถกำหนดค่ารายงานโดย อีเมล ตามความต้องการหรือเมื่อมีเหตุการณ์เกิดขึ้น



ภาพที่ 2.8 รูปภาพ โปรแกรมTrue Nas

2.10 โปรแกรม SecureCRT

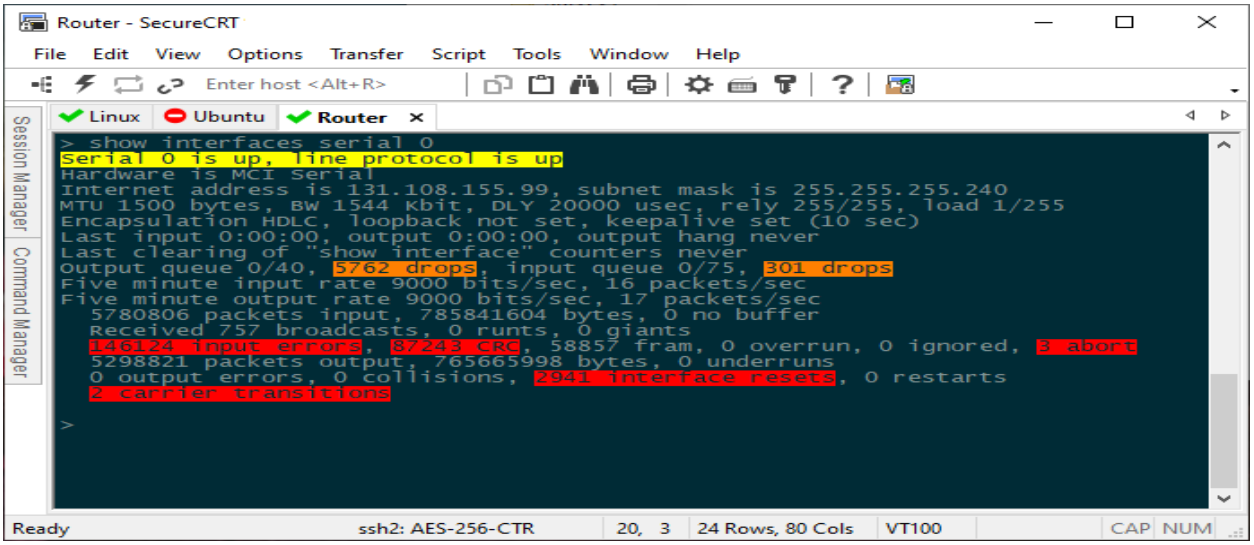
SecureCRT เป็นการผสานเทคโนโลยีการจำลองการสร้าง Terminal ที่มีความเสถียรและมีประสิทธิภาพในการเข้ารหัส ข้อมูลที่มีความแม่นยำ มีการตรวจสอบ User Authenticationก่อนการสร้าง Secure Shell โปรโตคอล โดย SecureCRT จะสร้างโปรโตคอลที่มีการเข้ารหัสเพื่อรับส่งข้อมูล รีโมท และการสร้างท่อที่เข้ารหัสเพื่อใช้งานในองค์กรของคุณ ทำให้ข้อมูลที่เชื่อมต่อมีความปลอดภัยและหากมีการเชื่อมต่อหลายที่ สามารถสร้าง Profile ในการเชื่อมต่อแต่ละที่ทำให้การทำงานสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้นไม่ว่าจะเปลี่ยน Telnet หรือ Terminal หรือต้องการเครื่องมือการเข้าถึงระยะไกล SecureCRT เป็นแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้ตลอดเวลาอย่างปลอดภัยด้วย SSH ที่จะช่วยครอบคลุมการจัดการเซสชันและการเขียนสคริปต์ขั้นสูง โดย SecureCRT จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้อย่างยอดเยี่ยม



ภาพที่ 2.9 รูปภาพ โปรแกรม SecureCRT

2.10.1 การเน้นคำ

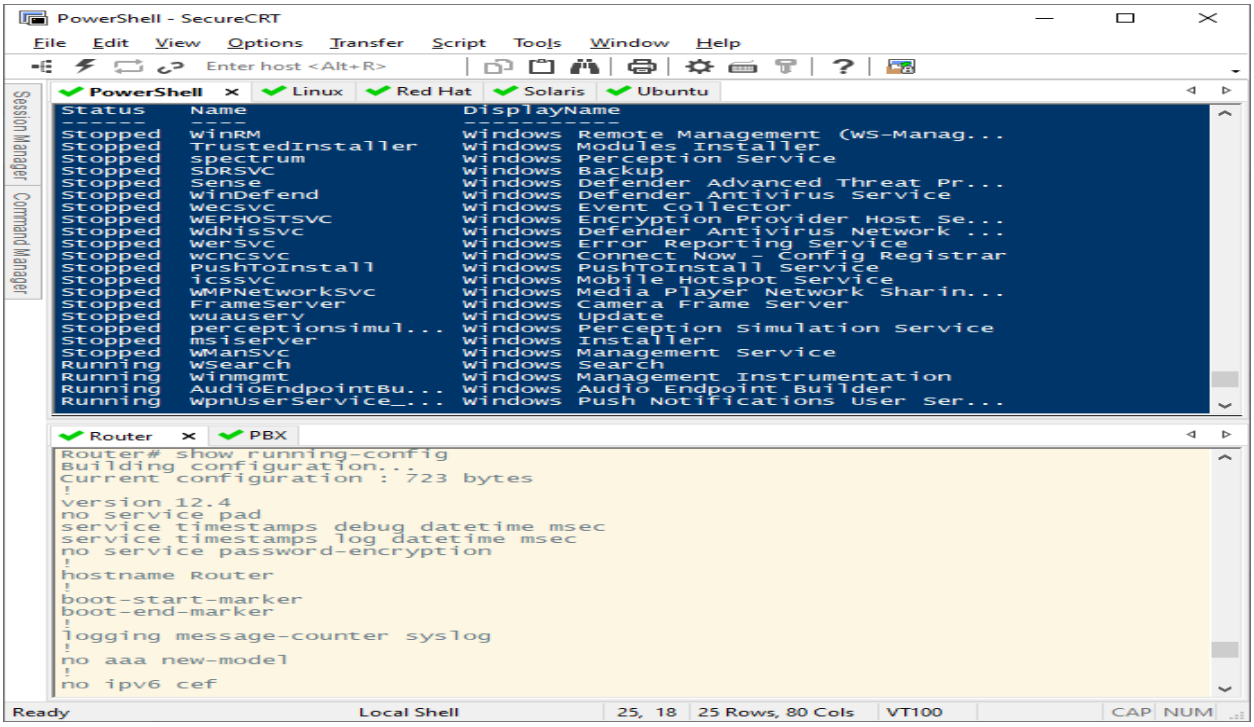
การเน้นคำ ข้อความหรือสตริงย่อยแต่ละรายการในหน้าต่างเซสชัน เพื่อระบุข้อผิดพลาดในไฟล์ที่บันทึกหรือสตรีมเอาต์พุต นอกจากนี้ยังรองรับรูปแบบกลุ่มคำ (Regular Expressions หรือ RegEx) ทำให้ง่ายต่อการเน้นสตริง เช่น ที่อยู่ IP และสามารถรวมแอตทริบิวต์การแสดงคำหลัก (ตัวหนา วิดีโอย้อนกลับ และสี) ได้



ภาพที่ 2.10 รูปภาพ การเน้นคำของโปรแกรม SecureCRT

2.10.2 เซสชันแท็บ

แท็บและกลุ่มแท็บช่วยให้จัดระเบียบเซสชันได้หลากหลายวิธี เพื่อให้สามารถทำสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้นโดยใช้เวลาน้อยลง แท็บสามารถจัดกลุ่มในแนวตั้งหรือแนวนอน ทำให้สามารถเปรียบเทียบผลลัพธ์ของสองเซสชันได้, จัดกลุ่มเซสชันที่เกี่ยวข้องกัน หรือทำงานในแท็บเดียวในขณะที่ตรวจสอบผลลัพธ์จากคำสั่งในแท็บอื่นแล้วกลับไปที่กลุ่มแท็บเดียวเมื่อคำสั่งเรียบร้อย



ภาพที่ 2.11 รูปภาพ เซสชันแท็บของโปรแกรม SecureCRT

2.10.3 ตัวจัดการคำสั่ง

ปรับปรุงการทำงานซ้ำ ๆ ด้วย Command Manager ที่เชื่อมต่อได้ ทำให้ง่ายต่อการจัดระเบียบคำสั่งในโฟลเดอร์ที่มีชื่อ, กรองคำสั่งตามชื่อ และเปิดทำงานด้วยการดับเบิลคลิกหรือกด Enter ในทางกลับกันคำสั่งหรือโฟลเดอร์คำสั่งก็ยังสามารถใช้งานร่วมกับแถบปุ่มได้

2.10.4 การเขียนสคริปต์

ใช้สคริปต์ Python และ ActiveX เพื่อประหยัดเวลาและทำงานอัตโนมัติ Python 3 รองรับระบบปฏิบัติการ Windows, macOS, Ubuntu Linux และ RHEL 8 โดยบน Windows สามารถแก้ไขสคริปต์ในแท็บโดยไม่ต้องออกจาก SecureCRT

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

ในการศึกษาโครงงานเทคโนโลยีสารสนเทศในหัวข้อเรื่อง การออกแบบและพัฒนา การจัดการแบรนด์วิดท์บนเร้าเตอร์ ผู้ศึกษาจะนำเสนอรายละเอียดของขั้นตอนการออกแบบระบบ ซึ่งได้นำทฤษฎีและแนวคิดต่างๆ จากการที่ได้ศึกษามาแล้วในบทที่ 2 มาประยุกต์ใช้งานโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน ในการจัดทำการจัดการแบรนด์วิดท์บนเร้าเตอร์ ผู้จัดทำมีวิธีการดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้

ลำดับที่	แผนการดำเนินการ	ปีการศึกษา 2565-2566					
		กำหนดหัวข้อโครงงาน					
		ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม
1	กำหนดหัวข้อโครงงาน	↔					
2	ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	↔					
3	วิเคราะห์ระบบ		↔				
4	ออกแบบระบบ			↔	↔		
5	พัฒนาระบบ				↔	↔	
6	ทดสอบ				↔	↔	↔
7	สรุปผลนำเสนอ						↔

ตาราง 3.1 ตาราง แผนดำเนินการ

3.1.1 กำหนดปัญหา

ทำการประชุมกันในกลุ่มและปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา ถึงปัญหาและความต้องการของผู้ดูแลระบบเพื่อคิดสิ่งที่จะนำมาพัฒนาหรือจัดการแบรนด์วิธด้วยเร้าเตอร์ว่าต้องทำอย่างไรเพื่อให้เกิดความสะดวกต่อผู้ดูแลระบบและผู้ใช้งาน

3.1.2 ศึกษาความเป็นไปได้

หลังจากรวบรวมข้อมูลความต้องการของระบบได้แล้ว ก็ทำการศึกษาถึงวิธีการจัดการแบรนด์วิดท์นั้นต้องทำอย่างไรมีการทำงานรูปแบบไหนเก็บ Log File ได้อย่างไร ต้องมีเครื่องมืออะไรบ้าง

3.1.3 วิเคราะห์ระบบ

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษารวบรวมมาทำการวิเคราะห์การทำงานของเครื่องมือที่จะนำมาใช้งานและการทำงานของระบบเพื่อนำไปสู่การออกแบบระบบ

3.1.4 ออกแบบระบบ

ทำการออกแบบระบบการจัดการแบรนด์วิธด้วยเร้าเตอร์ ตัวระบบมีรูปแบบการทำงานอย่าง และสามารถทำอะไรได้บ้าง โดยออกแบบภาพ Flowchart เป็นการอธิบายถึงการทำงานของระบบ

3.1.5 พัฒนาระบบ

เริ่มลงมือพัฒนาระบบการจัดการแบรนด์วิธด้วยเร้าเตอร์ โดยการนำอุปกรณ์ที่ได้ศึกษาไว้มาทำการลงมือปฏิบัติให้ทำงานตรงตามที่ออกแบบไว้

3.1.6 ทดสอบระบบ

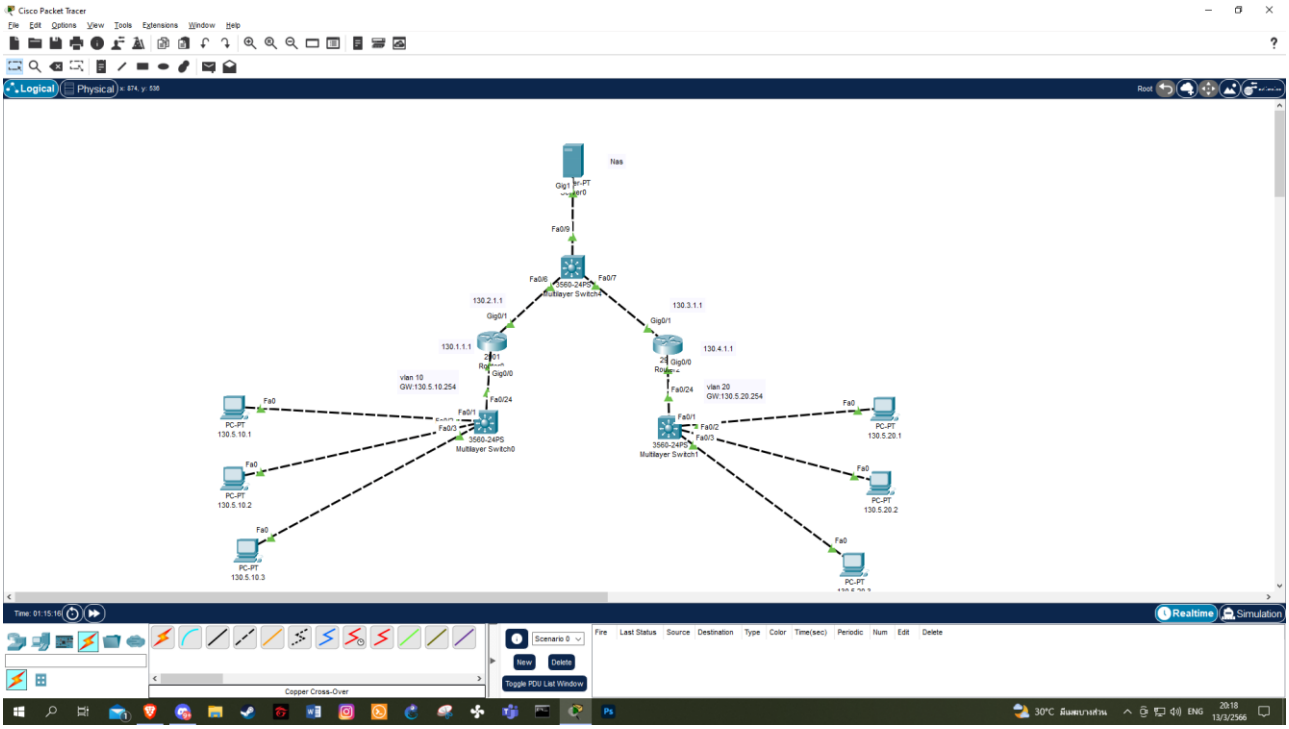
ทดสอบระบบในการใช้งานจริง ดูว่ามีส่วนไหนที่ยังผิดพลาดหรือส่วนไหนที่ต้องการเพิ่มเติมหากมีก็ทำงานแก้ไขเพิ่มเติมจนสำเร็จ

3.1.7 สรุปผลและนำเสนอ

เมื่อทำกระบวนการก่อนหน้านี้สำเร็จทั้งหมดแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดมาจัดทำเอกการเพื่อใช้ในการนำเสนอต่อไป

3.2 แผนผังการทำงานของระบบ

แผนผังการทำงานของระบบการจัดการแบรนด์วิธด้วยเร้าเตอร์

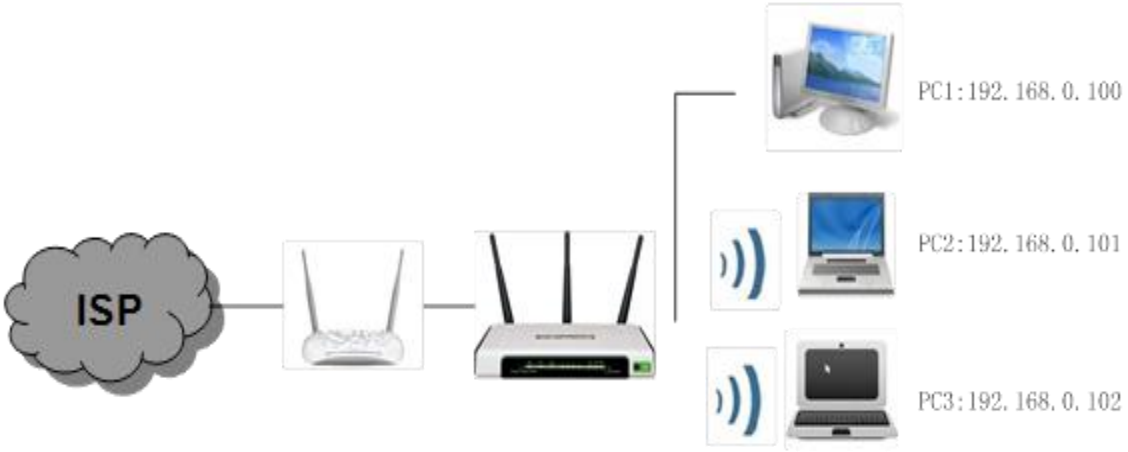


ภาพที่ 3.1 รูปภาพ แผนผังการจำลองของระบบการทำงาน

3.3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ภายในเครือข่ายภายในบ้านทั่วไปแบรนด์วิธจะถูกแชร์โดยคอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง ซึ่งหมายความว่าคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ตามที่ใช้แอพพลิเคชั่นที่มีแบรนด์วิธสูงเช่นโปรแกรมฝนตกหนักหรือซอฟต์แวร์ P2P อื่น ๆ จะมีผลกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น นี่อาจรวมถึงอิทธิพลด้านลบต่อประสิทธิภาพของเครือข่ายทั้งหมด เราจะหลีกเลี่ยงสิ่งนี้ได้อย่างไร

การควบคุมแบรนด์วิธ์ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้นเมื่อการเชื่อมต่ออยู่ภายใต้ภาระหนัก การใช้การควบคุมแบรนด์วิธเราสามารถกำหนดแบรนด์วิธขั้นต่ำหรือสูงสุดเฉพาะสำหรับคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง ซึ่งหมายความว่าพวกเขามีการรบกวนกันน้อยลง โปรดทำตามขั้นตอนด้านล่างเพื่อกำหนดค่าคุณสมบัตินี้



ภาพที่ 3.2 รูปภาพ แสดงโครงสร้างของระบบ

ตัวอย่าง: 1. PC1 มักจะเล่นเกมออนไลน์และดาวน์โหลดไฟล์ซึ่งใช้แบรนด์วิธเป็นส่วนใหญ่

2. PC2 ใช้สำหรับดูภาพยนตร์บนอินเทอร์เน็ตซึ่งต้องการแบรนด์วิธมาก

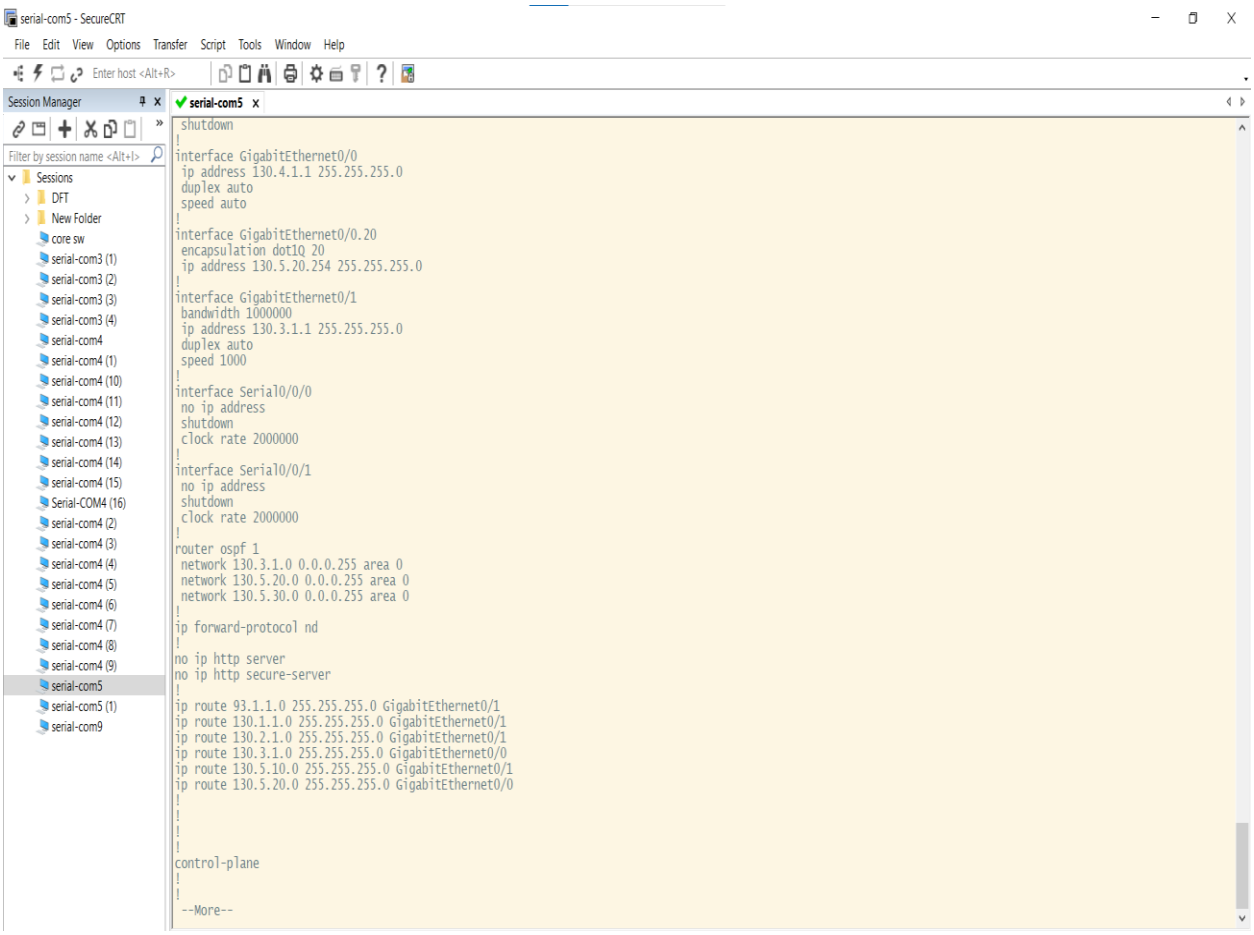
3. PC3 ใช้สำหรับเรียกดูเว็บไซต์ตามปกติดังนั้นจึงต้องการแบรนด์วิธเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

บทที่ 4

วิธีการดำเนินงาน

4.1 โปรแกรม Secure CRT

4.1.1 หน้าต่างโปรแกรมที่ใช้ในการ Config Route และ Switch



ภาพที่ 4.1 รูปภาพ หน้าต่างโปรแกรม Secure CRT

4.1.2 คำสั่งที่ใช้ Config Router ให้อุปกรณ์แต่ละตัว

```
interface GigabitEthernet0/0
 ip address 130.1.1.1 255.255.255.0
 ex

interface GigabitEthernet0/0.10
 encapsulation dot1Q 10
 ip address 130.5.10.254 255.255.255.0
 ex
interface GigabitEthernet0/1
 ip address 130.2.1.1 255.255.255.0
 ex

ip route 93.1.1.0 255.255.255.0 GigabitEthernet0/1
ip route 130.4.1.0 255.255.255.0 GigabitEthernet0/1
ip route 130.5.20.0 255.255.255.0 GigabitEthernet0/1
ip route 130.5.10.0 255.255.255.0 GigabitEthernet0/0
ip route 130.2.1.0 255.255.255.0 GigabitEthernet0/1
ip route 130.3.1.0 255.255.255.0 GigabitEthernet0/1
ex
 router ospf 1

network 130.5.10.0 0.0.0.255 area 0
network 130.3.1.0 0.0.0.255 area 0
network 130.5.30.0 0.0.0.255 area 0
ex
```

ภาพที่ 4.2 รูปภาพ คำสั่งที่ใช้ Config Router

4.1.3 คำสั่งที่ใช้ Config Switch ให้อุปกรณ์แต่ละตัว

```
ena
conf t

int ra gi0/1-3
 switchport mode access
 switchport access vlan 10
 ex

int gi 0/9
switchport trunk encapsulation dot1q (เฉพาะ L3)
switchport mode trunk
switchport allowed vlan 10,20
```

ภาพที่ 4.3 รูปภาพ คำสั่งที่ใช้ Config Switch

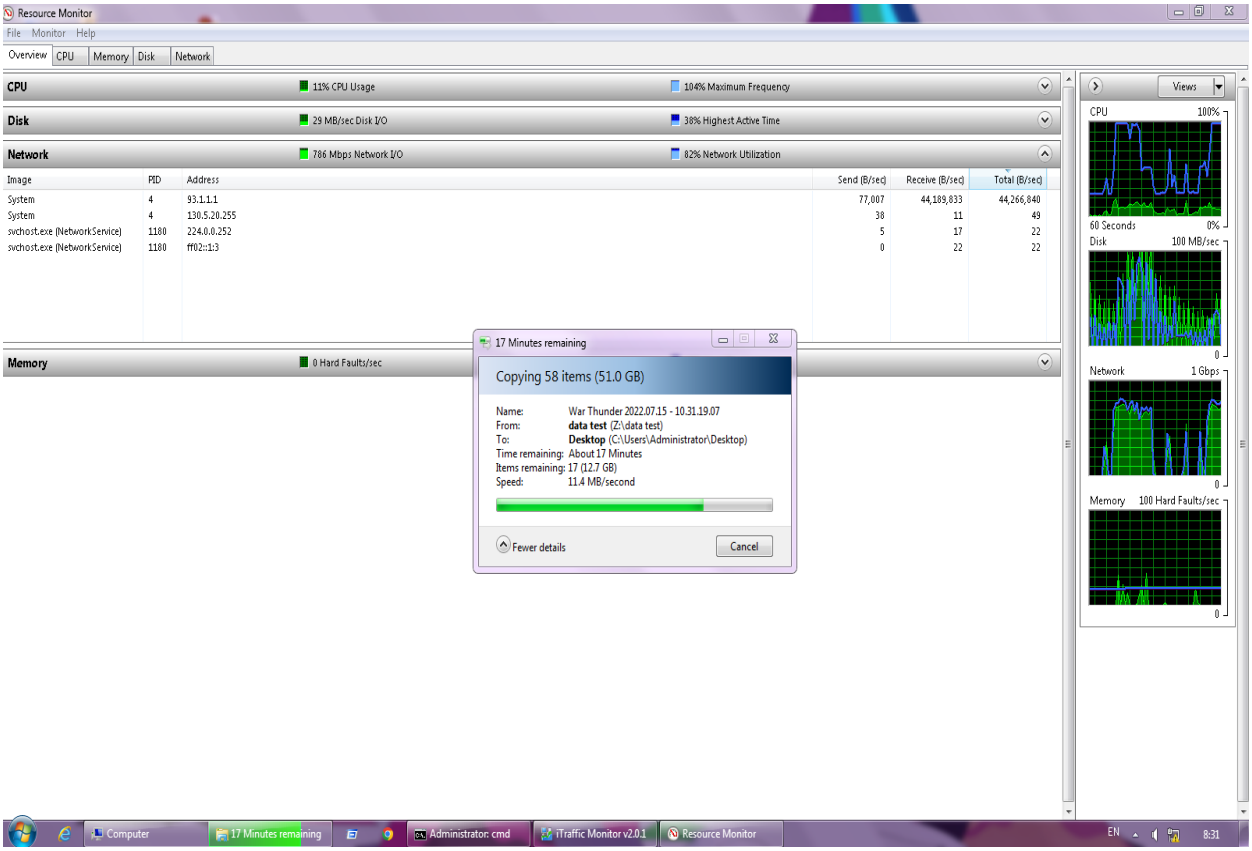
4.1.3 คำสั่งที่ใช้ Config Core Switch ให้อุปกรณ์แต่ละตัว

```
interface FastEthernet0/9
 no switchport
 ip address 130.2.1.2 255.255.255.0
 ex

interface FastEthernet0/10
 no switchport
 ip address 130.3.1.2 255.255.255.0
 ex

ip route 130.5.10.0 255.255.255.0 FastEthernet0/9
ip route 130.5.20.0 255.255.255.0 FastEthernet0/10
ip route 130.1.1.0 255.255.255.0 FastEthernet0/9
ip route 130.4.1.0 255.255.255.0 FastEthernet0/10

ex
```

ภาพที่ 4.4 รูปภาพ คำสั่งที่ใช้ Config Core Switch

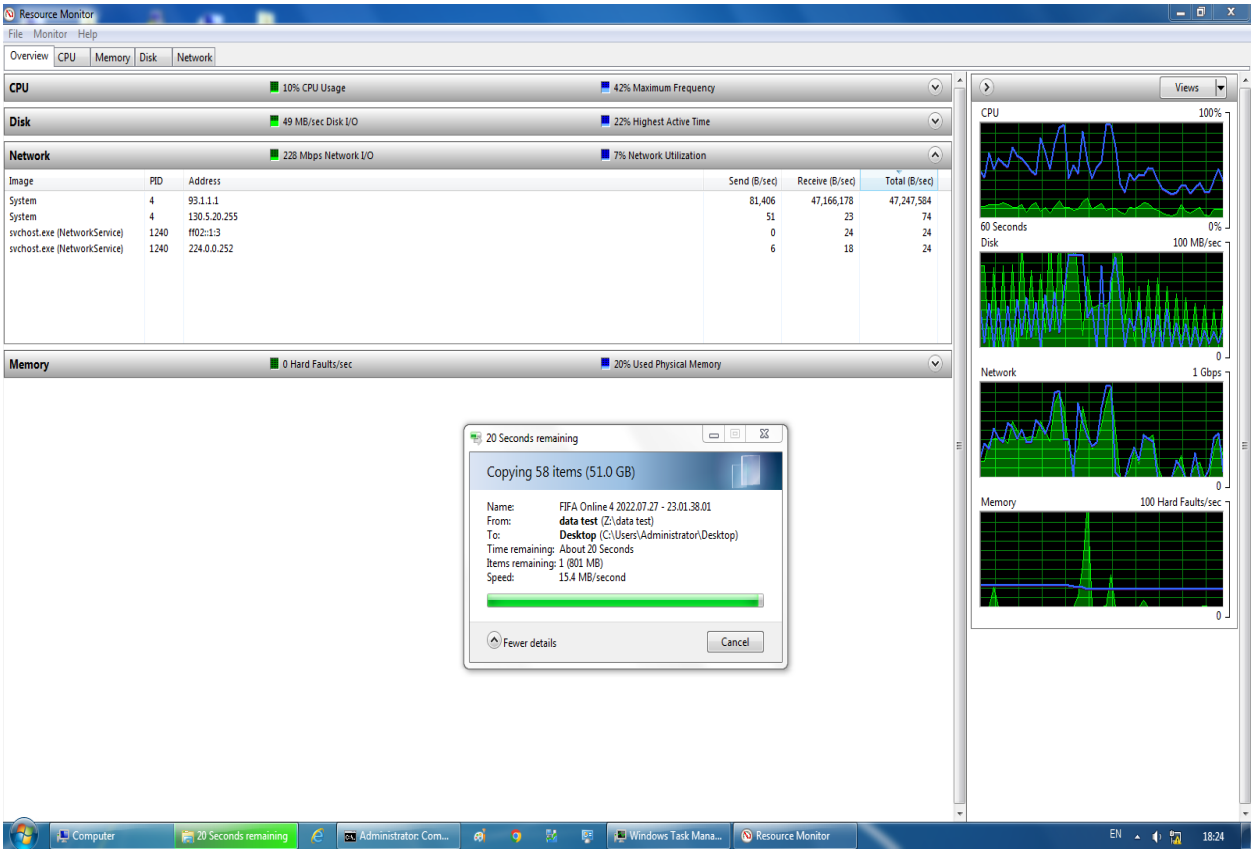
4.2 การทำงานของระบบโปรแกรม Resource Monitor

4.2.1 หน้าต่างโปรแกรมหลังจากการทดสอบวัด Bandwidth 20 MB/s รอบที่ 1 Mb ของเครื่องลูกข่าย



ภาพที่ 4.5 รูปภาพ ทดสอบครั้งที่ 1 Bandwidth 20 MB/s

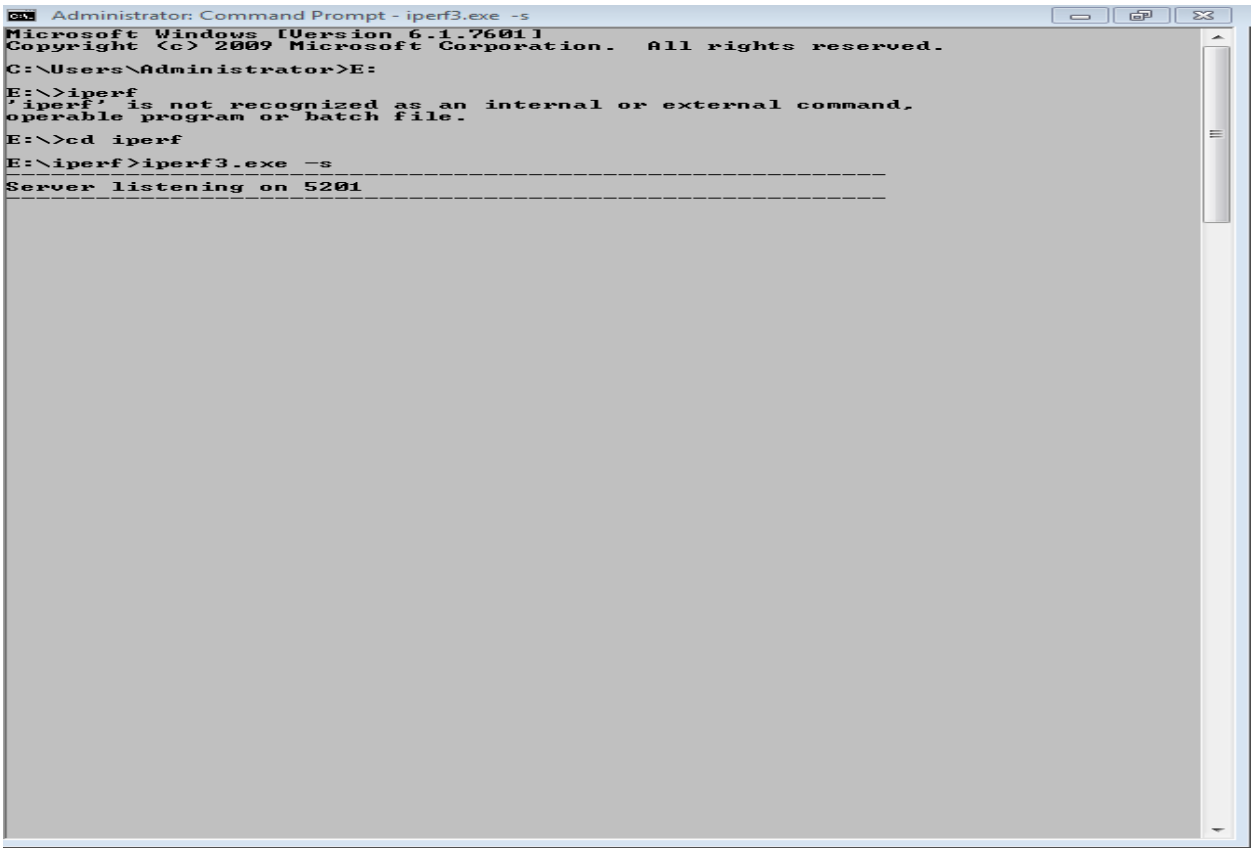
4.2.1 หน้าต่างโปรแกรมหลังจากการทดสอบวัด Bandwidth 40 MB/s Mbรอบที่ 1 ของเครื่องลูกข่าย



ภาพที่ 4.6 รูปภาพ ทดสอบครั้งที่ 1 Bandwidth 40 MB/s

4.3 การทดสอบการทำงาน Bandwidth ของโปรแกรม Iperf

4.3.1 หน้าต่างโปรแกรมที่จะดำเนินการวัดค่า Bandwidth



ภาพที่ 4.7 รูปภาพ หน้าต่างโปรแกรม Iperf

4.3.2 หน้าต่างโปรแกรมหลังจากการทดสอบวัด Bandwidth Vlan10 50MB/s รอบที่ 2

ของเครื่องลูกข่าย

```
-----------------------------------------------------------
Accepted connection from 130.5.10.2, port 49264
[  5] local 130.5.10.1 port 5201 connected to 130.5.10.2 port 49265
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth
[  5]   0.00-1.01   sec  11.4 MBytes  94.3 Mbits/sec
[  5]   1.01-2.01   sec  11.3 MBytes  94.9 Mbits/sec
[  5]   2.01-3.01   sec  11.3 MBytes  95.0 Mbits/sec
[  5]   3.01-4.01   sec  11.3 MBytes  94.9 Mbits/sec
[  5]   4.01-5.01   sec  11.3 MBytes  94.9 Mbits/sec
[  5]   5.01-6.01   sec  11.3 MBytes  94.9 Mbits/sec
[  5]   6.01-7.00   sec  11.3 MBytes  94.9 Mbits/sec
[  5]   7.00-8.00   sec  11.3 MBytes  94.9 Mbits/sec
[  5]   8.00-9.00   sec  11.3 MBytes  94.9 Mbits/sec
[  5]   9.00-10.02  sec  11.5 MBytes  94.9 Mbits/sec
[  5]  10.02-10.02  sec  78.1 KBytes   nan Bytes/sec
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth
[  5]   0.00-10.02  sec  0.00 Bytes  0.00 bits/sec                  sender
[  5]   0.00-10.02  sec   113 MBytes  94.9 Mbits/sec                  receiver
-----------------------------------------------------------
Server listening on 5201
-----------------------------------------------------------
```

ภาพที่ 4.8 ทดสอบครั้งที่ 2 Bandwidth Vlan10 50MB/s

4.3.3 หน้าต่างโปรแกรมหลังจากการทดสอบวัด Bandwidth Vlan20 100MB/s รอบที่ 2

ของเครื่องลูกข่าย

```
Accepted connection from 130.5.20.2, port 54468
[  5] local 130.5.10.1 port 5201 connected to 130.5.20.2 port 54469
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth
[  5]   0.00-1.01   sec  11.3 MBytes  93.4 Mbits/sec
[  5]   1.01-2.01   sec  11.3 MBytes  94.9 Mbits/sec
[  5]   2.01-3.01   sec  11.3 MBytes  94.9 Mbits/sec
[  5]   3.01-4.01   sec  11.3 MBytes  94.9 Mbits/sec
[  5]   4.01-5.01   sec  11.3 MBytes  94.9 Mbits/sec
[  5]   5.01-6.01   sec  11.3 MBytes  94.9 Mbits/sec
[  5]   6.01-7.00   sec  11.3 MBytes  94.9 Mbits/sec
[  5]   7.00-8.00   sec  11.3 MBytes  94.8 Mbits/sec
[  5]   8.00-9.00   sec  11.3 MBytes  94.9 Mbits/sec
[  5]   9.00-10.02  sec  11.5 MBytes  94.9 Mbits/sec
[  5]  10.02-10.02  sec   124 KBytes   nan Bytes/sec
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
[ ID] Interval           Transfer     Bandwidth
[  5]   0.00-10.02  sec  0.00 Bytes  0.00 bits/sec                  sender
[  5]   0.00-10.02  sec   113 MBytes  94.9 Mbits/sec                  receiver
-----------------------------------------------------------
Server listening on 5201
-----------------------------------------------------------
```

ภาพที่ 4.9 ทดสอบครั้งที่ 2 Bandwidth Vlan20 100MB/s

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานแลข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงบทสรุปและข้อเสนอแนะของการจัดการแบรนด์วิธบนเร้าเตอร์เพื่อนำไปสู่การพัฒนาต่อไป

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

กระบวนการทดสอบการจัดการแบรนด์วิธ บนอุปกรณ์เร้าเตอร์ จากการที่ได้ทำการทดสอบมาปริมาณแบรนด์ที่ได้จัดการแบ่งให้แต่ละ Vlan นั้นมีอัตราการส่งข้อมูลที่ไม่เท่ากันในการทดลองรอบที่ 1 ในการทดลองรอบที่ 2 นั้นผลออกมามีอัตราการส่งข้อมูลที่ใกล้เคียงกันทั้ง 2 Vlan จึงได้มีการเปลี่ยน Switch ของเครื่องลูกข่ายทั้ง 2 Vlan เป็นของ Layer 3 แต่ผลที่ออกมานั้นในรอบแรกที่ Bandwidth ต่างกันผลออกมามีความต่างกันพอสมควร แต่ในรอบที่ 2 นั้นผลออกมาใกล้เคียงกันเหมือนกับก่อนที่จะเปลี่ยน อุปกรณ์ Switch นี้อาจจะเป็นเพราะที่ตัวอุปกรณ์เองที่มีการใช้งานมาเป็นเวลานานมากอาจจะทำให้การทดลองคลาดเคลื่อนได้

5.2 ปัญหาในการดำเนินงาน

จาก การจัดการแบรนด์วิธบนเร้าเตอร์ สรุปข้อปัญหาได้ดังนี้

5.2.1 ในขั้นตอนที่เริ่มทำการถ่ายโอนข้อมูล ฮาร์ดดิสที่ใช้ในการทำ NAS มีแจ้งเตือนหยุดการทำงาน

5.2.2 หลังจากเริ่มทำการทดลองถ่ายโอนข้อมูล Speed ที่ในทำการตั้งค่าไว้นั้นมาไม่เต็มตามที่ตั้งไว้

5.2.3 Config ที่ได้เซ็ทไว้ในแต่ละเร้าเตอร์นั้นหายอยู่เป็นประจำจึงต้องทำการเปลี่ยนใหม่เพื่อให้ได้ทำการทดลองต่อ

5.3 ข้อเสนอแนะ

จาก การจัดการแบรนด์วิธบนเร้าเตอร์ ผู้ดำเนินโครงการได้สรุปข้อเสนอะแนะดังนี้

5.3.1 ในอนาคตถ้ามีการเปลี่ยนอุปกรณ์ Router และ Switch ที่ดีขึ้นกว่านี้จะทำให้ Bandwidth ที่ได้ทำการทดลองนั้นมีค่าที่ เสถียรมากกว่านี้

5.3.2 ในอนาคตอาจมีการเพิ่มตัวโปรแกรมเข้ามาจัดการแบรนด์วิธโดยตรง โดยที่ไม่ต้องมีการสลับสายในการ Config ที่ตัวอุปกรณ์เร้าเตอร์

บรรณานุกรม

[1] Bandwidth คืออะไร มีความสำคัญอย่างไร [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก

https://www.vpshispeed.com/blogs/what-is-bandwidth-th/ สืบค้นเมื่อ [6 มีนาคม 2565].

[2] Log คืออะไร [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://nontawattalk.sran.org/2008/03/log.html

สืบค้นเมื่อ [6 มีนาคม 2565].

[3] เร้าเตอร์ (Router) คืออะไร ทำหน้าที่อย่างไร การทำงาน [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก

https://personet.co.th/router/ สืบค้นเมื่อ [6 มีนาคม 2565].

[4] TrueNas คืออะไร เข้าถึงได้จาก https://www.overclockzone.com/MINIPCtoTrueNAS

สืบค้นเมื่อ [2 เมษายน 2566]

[5] สายConsole คืออะไร ทำหน้าที่อย่างไร เข้าถึงได้จาก https://itbolt.blogspot.com/2017/12/serial-console-port.html สืบค้นเมื่อ [2 เมษายน 2566]

[6] สาย LAN Cat 6 คืออะไร ทำหน้าที่อย่างไร เข้าถึงได้จาก http://www.sakolgroup.com/UTPCat6.html

สืบค้นเมื่อ [2 เมษายน 2566]

[7] การจัดการแบรนด์วิธ คืออะไร เข้าถึงได้จาก https://www.nvk.co.th/blog/view

สืบค้นเมื่อ [1 เมษายน 2566]

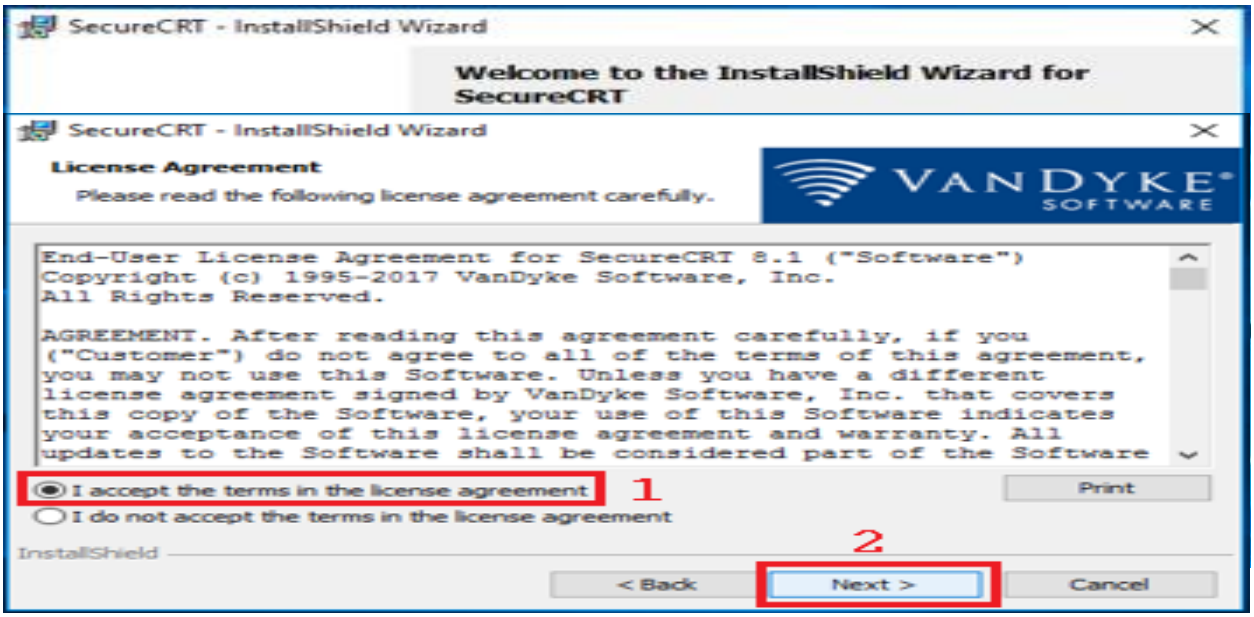
ภาคผนวก ก

ภาคผนวกวิธีการติดตั้ง Software

1. ดาวน์โหลด SecureCRT

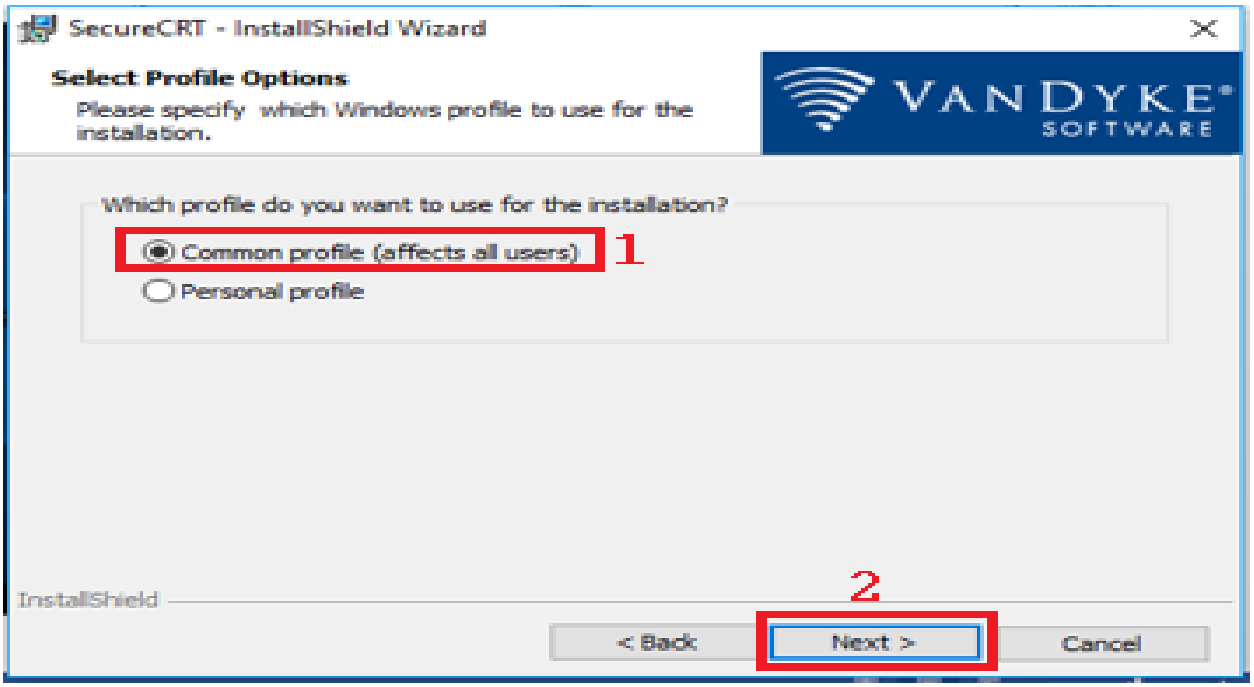
2. Login เข้า CentOS7 สร้าง directory โดยคำสั่ง mkdir และ cd เพื่อเข้าไปยัง directory นั้น แล้วใช้คำสั่ง pwd แสดงที่ตั้งของ directory ปัจจุบัน

3. คลิก Next

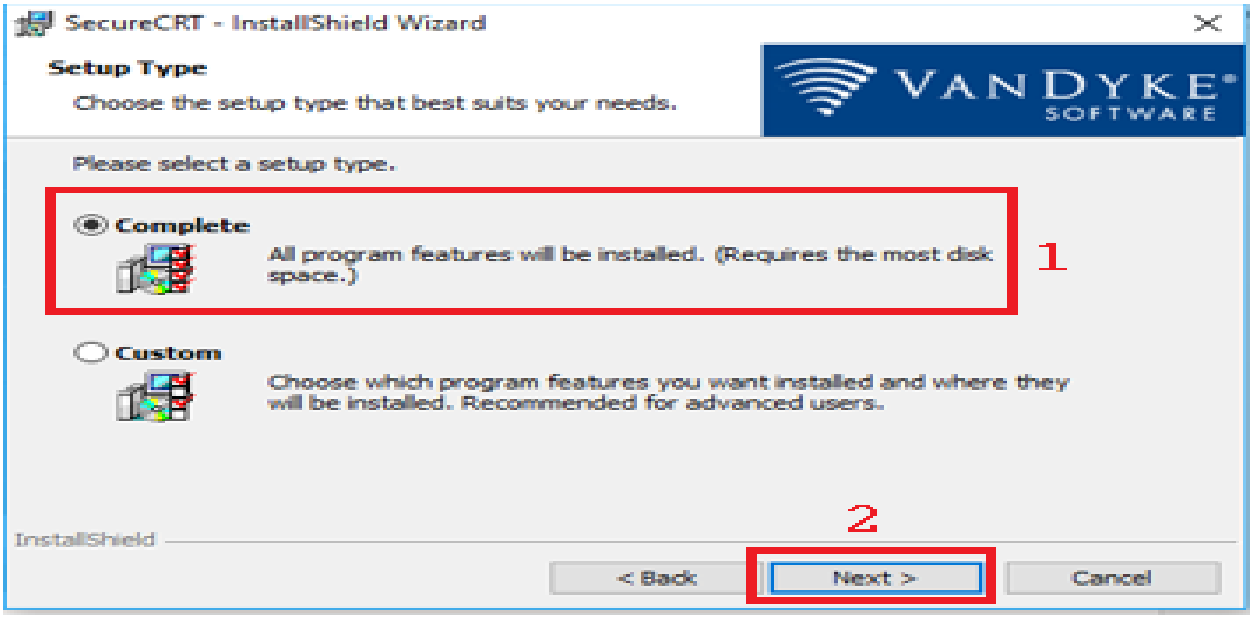


4. เลือก I accept the terms in the license agreement แล้วคลิก Next

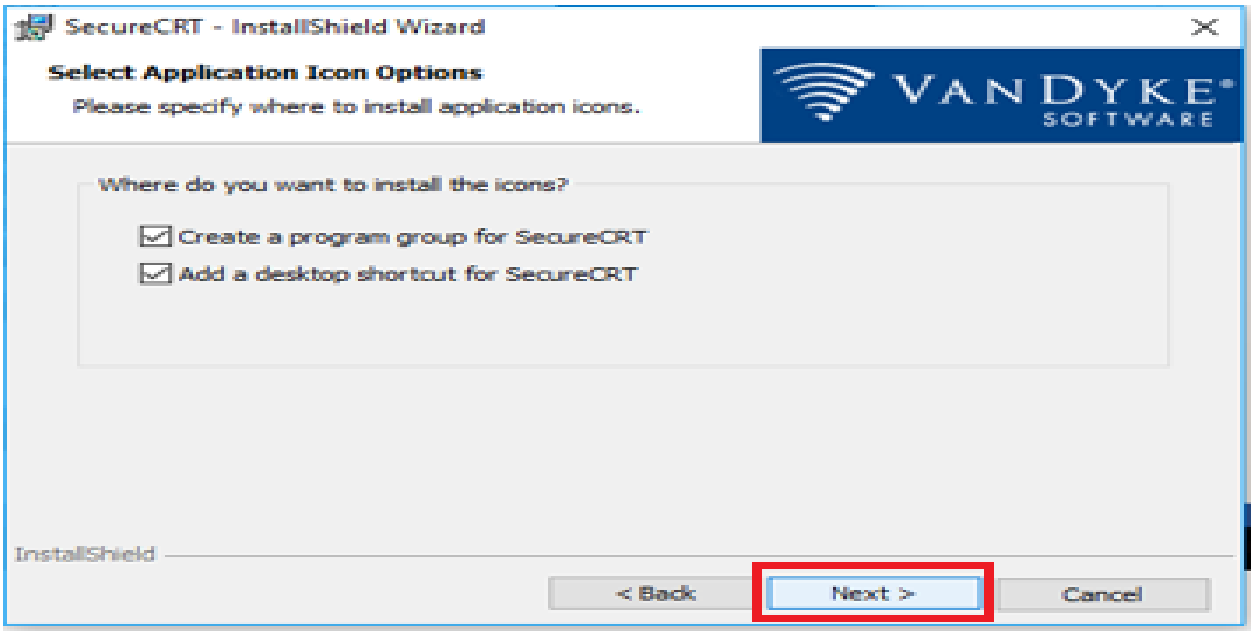
5. เลือก Common profile (affects all users) แล้วคลิก Next



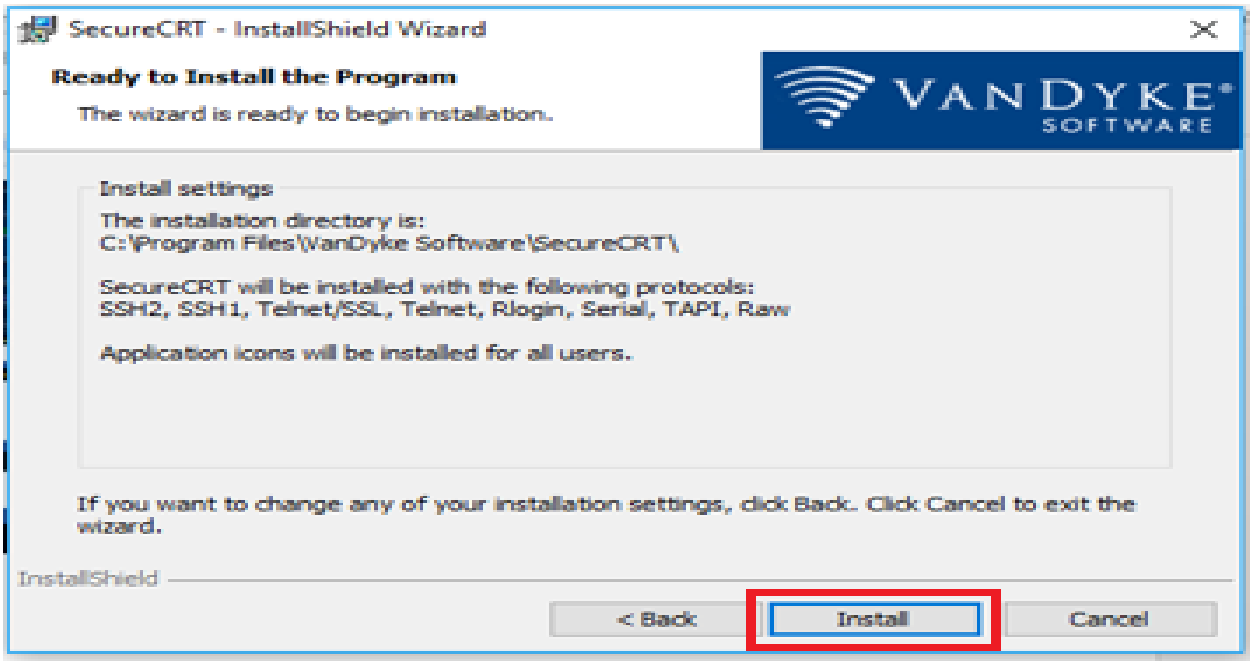
6. เลือก Complete แล้วคลิก Next



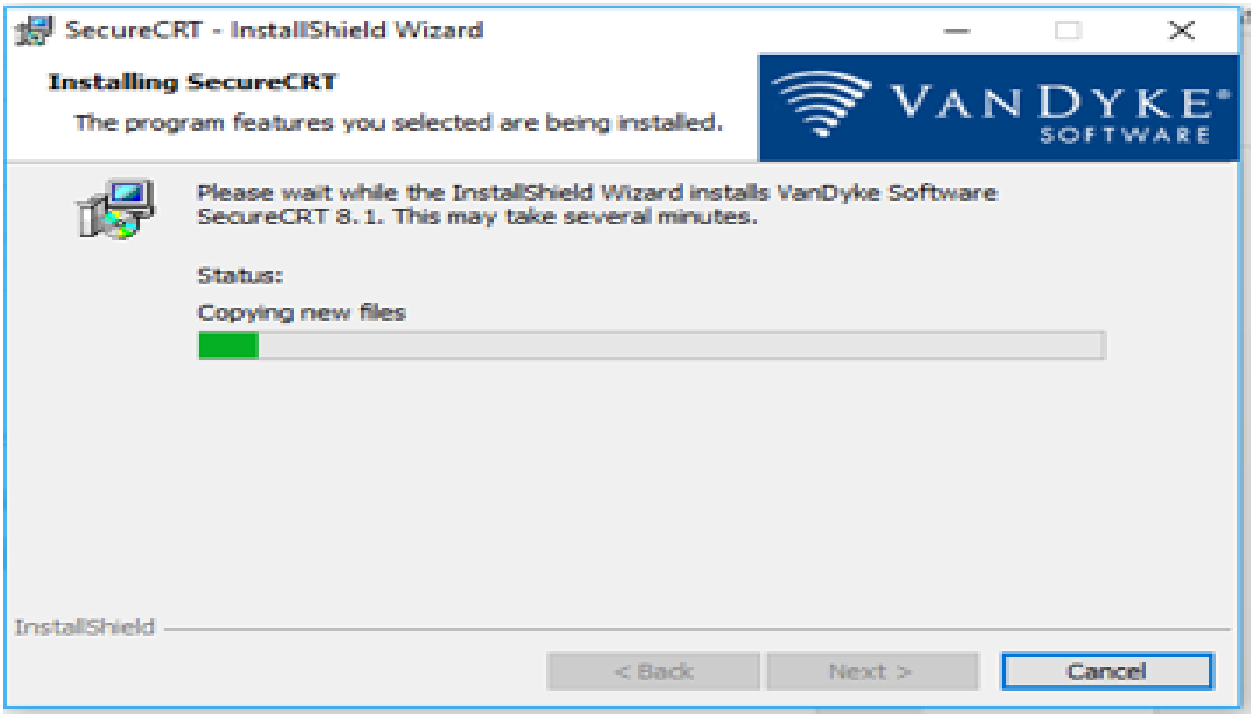
7.คลิก Next



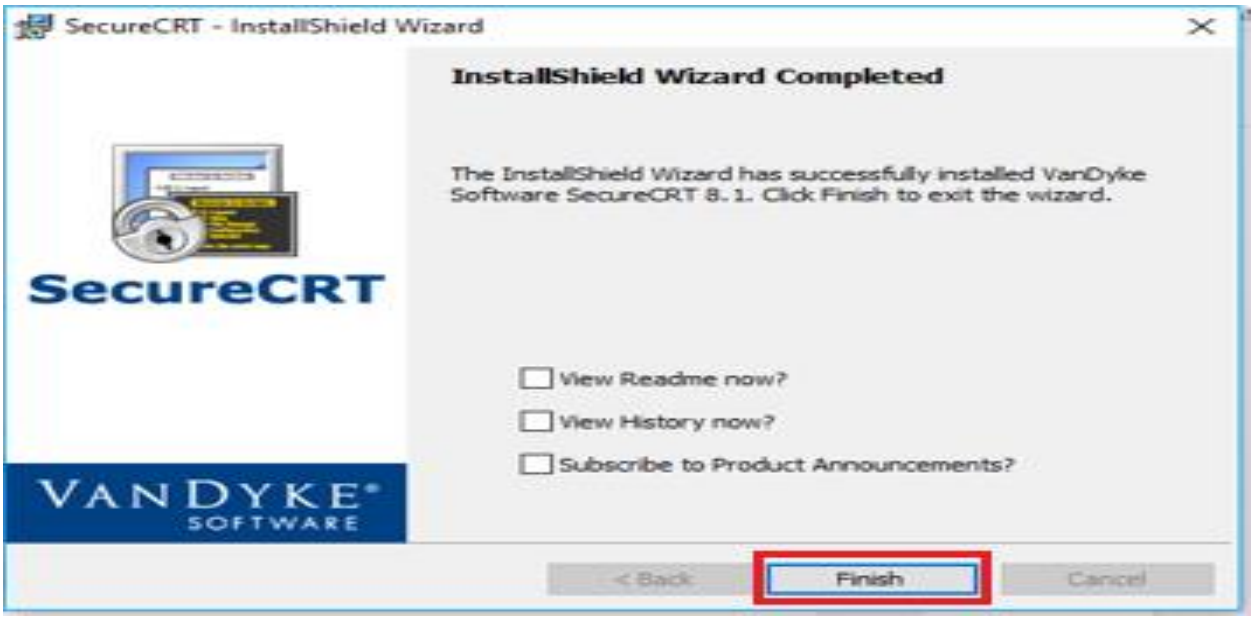
8. คลิก Install



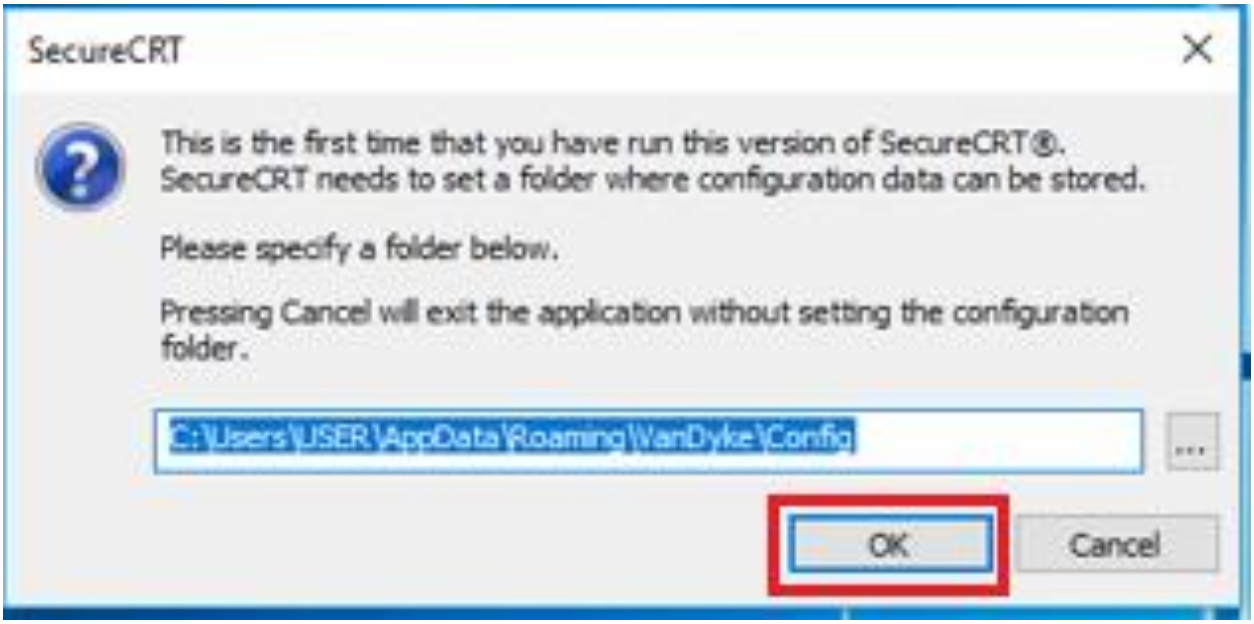
9. รอการติดตั้ง



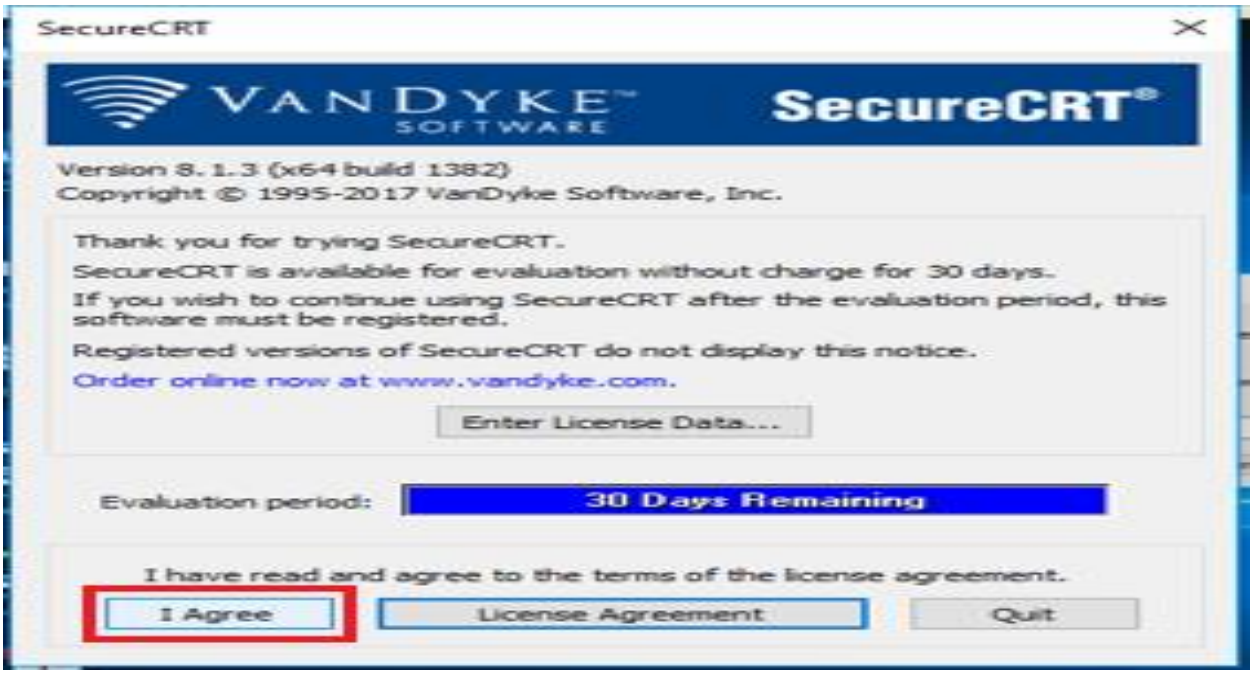
10. คลิก Finish



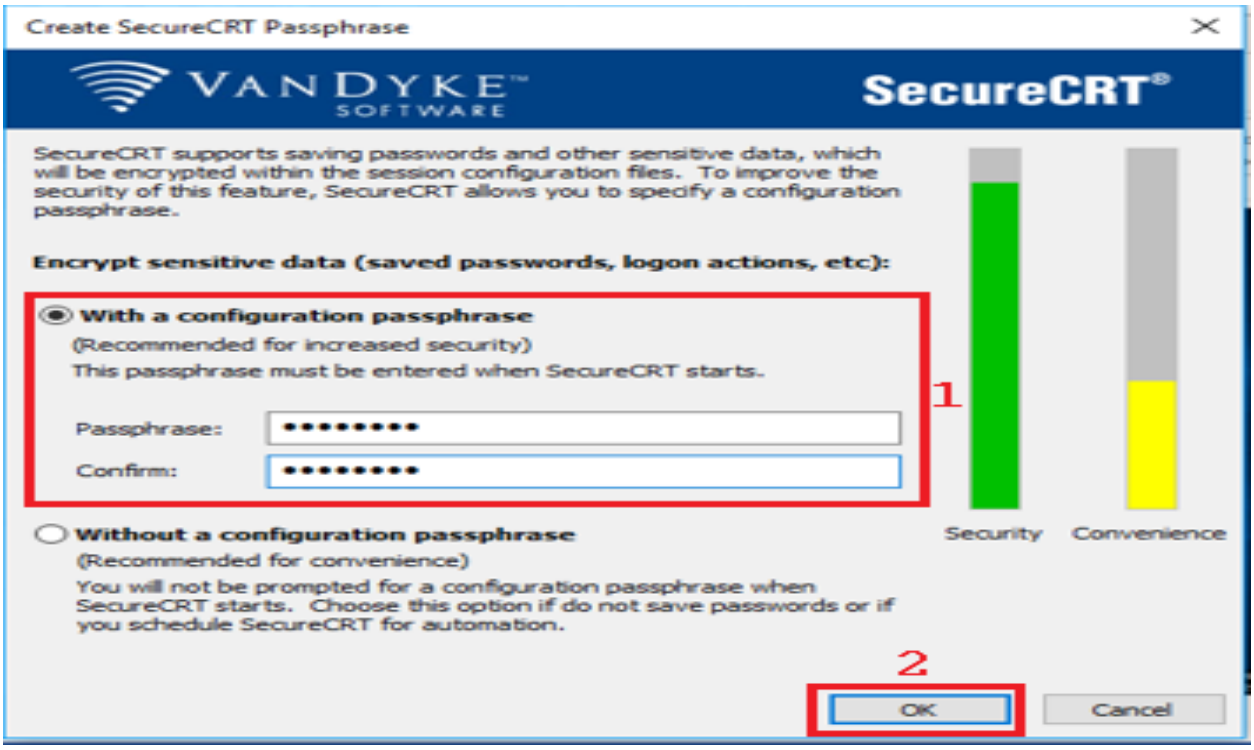
11. เลือก path แล้วคลิก OK



12. คลิก I Agree



13. เลือก With a configuration passphrase และพิมพ์รหัสผ่าน แล้วคลิก OK



ภาคผนวก ข

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้ทำวิจัย

ชื่อ-นามสกุล นายประสงค์ ชัยตระกูลธนสาร

วัน เดือน ปีเกิด 8 มิถุนายน 2538

ที่อยู่ บ้านเลขที่ 35 หมู่1 ต.ดอนขมิ้น อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี 71120

E-mail prasong0071@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2551 - 2554 มัธยมตอนต้น

โรงเรียนธรีศาสตร์

พ.ศ. 2559 - 2561 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสาสน์บริหารธุรกิจกาญจนบุรี

พ.ศ. 2562 - 2566 สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.บ)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประวัติผู้ทำวิจัย

ชื่อ-นามสกุล นายศุภกิตติ์ ชิวปรีชา

วัน เดือน ปีเกิด 18 สิงหาคม 2543

ที่อยู่ บ้านเลขที่ 65/1 ม.2 ต.วังศาลา อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี

E-mail earthsuppakit8@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2556-2558 มัธยมศึกษาตอนต้น

โรงเรียนวีรศิลป์

พ.ศ. 2559-2561 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

วิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี

พ.ศ. 2562-2566 สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วท.บ)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี