PBRU SCIENCE JOURNAL
2026.23(1) : 93-107

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไพรเวทบล็อกเชน สำหรับบันทึกเอกสารควบคุมในองค์กร

Application of Private Blockchain Technology for Recording Controlled Documents in Organizations

อรทัย ใบศิลา, ปริญญา นาโท และ แสงทอง บุญยิ่ง*

Oratai Baisila, Parinya Natho and Sangtong Boonying*

สาขาวิทยาการจัดการนวัตกรรมดิจิทัล คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

Digital Innovation Management, Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

***Corresponding author; E-mail:** sangtong.b@rmutsb.ac.th

Received: 20 May 2026 /Revised: 2 June 2026 /Accepted: 4 June 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบบันทึกเอกสารควบคุมโดยใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน 2) ศึกษาประสิทธิภาพของระบบ และ 3) ศึกษาการยอมรับการใช้งานของผู้ใช้ตามแบบจำลอง Technology Acceptance Model (TAM) กลุ่มตัวอย่างคือพนักงานของบริษัทผู้ผลิต และจำหน่ายโครงสร้างเหล็กขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 250 คน จากประชากร 650 คน โดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัยประกอบด้วยแบบประเมินประสิทธิภาพระบบ และแบบสอบถามการยอมรับการใช้งาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการวิจัยพบว่า ระบบบันทึกเอกสารควบคุมโดยใช้เทคโนโลยีไพรเวทบล็อกเชนที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยรองรับการบันทึกเอกสาร การกำหนดสิทธิ์การเข้าถึง และการตรวจสอบย้อนหลังผ่านค่าแฮช (Hash) และข้อมูลเวลา (Timestamp) ซึ่งช่วยเพิ่มความปลอดภัย ความโปร่งใส และประสิทธิภาพในการจัดการเอกสารภายในองค์กร นอกจากนี้ ผลประสิทธิภาพของระบบโดยรวมอยู่ในระดับมาก (Mean = 4.01, S.D. = 0.52) โดยเฉพาะด้านความปลอดภัย และความสามารถในการตรวจสอบย้อนหลัง และผลการยอมรับการใช้งานของผู้ใช้โดยรวมอยู่ในระดับมาก (Mean = 4.06, S.D. = 0.86) โดยด้านที่ได้รับการประเมินสูงสุดคือการรับรู้ประโยชน์ของระบบ แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถเพิ่มความปลอดภัย ความโปร่งใส และประสิทธิภาพในการจัดการเอกสารภายในองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เอกสารควบคุม เทคโนโลยีบล็อกเชน ความปลอดภัย ความโปร่งใส

Abstract

This study aimed to (1) develop a controlled document recording system using blockchain technology, (2) evaluate the efficiency of the system, and (3) examine user acceptance based on the Technology Acceptance Model (TAM). The sample consisted of 250 employees selected through purposive sampling from a population of 650 employees of a large steel structure manufacturing and distribution company located in Phra Nakhon Si Ayutthaya Province. The research instruments consisted of a system efficiency evaluation form and a user acceptance questionnaire. Data were analyzed using mean (Mean) and standard deviation (S.D.).

The research findings revealed that the developed private blockchain-based controlled document recording system successfully achieved its intended objectives. The system supports document registration, access control management, and audit trail verification through the use of hash values and timestamps, thereby enhancing security, transparency, and efficiency in organizational document management. Furthermore, the overall system efficiency was evaluated at a high level (Mean = 4.01, S.D. = 0.52), particularly in terms of security and traceability. User acceptance of the system was also rated at a high level (Mean = 4.06, S.D. = 0.86). Among the evaluated dimensions, Perceived Usefulness received the highest mean score, indicating that users recognized the practical benefits of the system in supporting their work processes. These findings demonstrate that the proposed private blockchain-based controlled document recording system can effectively enhance security, transparency, and operational efficiency in managing controlled documents within organizations.

Keywords: Controlled Documents, Blockchain Technology, Security, Transparency

บทนำ

การบริหารจัดการเอกสารควบคุม (Controlled Documents) เป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบบริหารคุณภาพในองค์กร โดยเฉพาะองค์กรที่ได้รับการรับรองมาตรฐานสากล เช่น ISO 9001 ด้านระบบบริหารคุณภาพ ISO 14001 ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม และ ISO 45001 ด้านอาชีวอนามัย และความปลอดภัย ซึ่งมาตรฐานดังกล่าวกำหนดให้องค์กรต้องมีระบบควบคุมเอกสารที่สามารถจัดเก็บ ค้นหา ติดตาม และตรวจสอบประวัติการเปลี่ยนแปลงของเอกสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้มั่นใจว่ามีการใช้งานเอกสารฉบับที่ถูกต้อง และเป็นปัจจุบัน อันจะช่วยลดข้อผิดพลาดในการดำเนินงาน เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการ และสร้างความน่าเชื่อถือให้แก่องค์กร

ในปัจจุบันองค์กรภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตโครงสร้างเหล็ก มีการใช้เอกสารจำนวนมากตลอดกระบวนการดำเนินงาน ไม่ว่าจะเป็นเอกสารทางวิศวกรรม แบบก่อสร้าง เอกสารการตรวจสอบคุณภาพ เอกสารการผลิต และเอกสารการอนุมัติงาน ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลายหน่วยงานภายในองค์กร การจัดเก็บและบริหารจัดการเอกสารในรูปแบบดั้งเดิมยังคงประสบปัญหาหลายประการ เช่น การสูญหายของเอกสาร การแก้ไขข้อมูลโดยไม่ได้รับอนุญาต การใช้เอกสารที่ล้าสมัย และความยากลำบากในการตรวจสอบประวัติการเปลี่ยนแปลงย้อนหลัง ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินงาน ลดความโปร่งใสในการบริหารจัดการ และเพิ่มความเสี่ยงต่อข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงาน

เทคโนโลยีบล็อกเชน (Blockchain Technology) เป็นเทคโนโลยีบัญชีแยกประเภทแบบกระจายศูนย์ (Distributed Ledger Technology: DLT) ที่ได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในการประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศที่ต้องการความปลอดภัย ความโปร่งใส และความสามารถในการตรวจสอบย้อนหลัง เนื่องจากข้อมูลที่ถูกบันทึกในแต่ละบล็อกจะเชื่อมโยงกันด้วยค่าแฮช (Hash Value) ทำให้ไม่สามารถแก้ไขข้อมูลย้อนหลังได้โดยง่าย และสามารถตรวจสอบที่มาของข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ[1-3]

งานวิจัยที่ผ่านมาได้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเทคโนโลยีบล็อกเชนในการจัดการข้อมูล และเอกสารดิจิทัล โดย Das และคณะ[4] ได้พัฒนาระบบจัดการเอกสารแบบบูรณาการโดยใช้ Smart Contract บนเทคโนโลยีบล็อกเชน ซึ่งช่วยเพิ่มความปลอดภัย และลดความเสี่ยงจากการปลอมแปลงข้อมูล ขณะที่ Kothari และคณะ[5] ศึกษาการประยุกต์ใช้บล็อกเชนสำหรับระบบจัดการเอกสารในสถาบันการศึกษา และพบว่าสามารถเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล และประสิทธิภาพในการจัดเก็บเอกสารได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ Qardashov & Ahmedli[6] ยังรายงาน

ว่าการประยุกต์ใช้บล็อกเชนในสภาพแวดล้อมดิจิทัลช่วยเพิ่มความปลอดภัย ความโปร่งใส และความสามารถในการตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เจษฎา สรณวิช[7] ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในกระบวนการจัดการเอกสารของศาลยุติธรรมไทย และพบว่าบล็อกเชนสามารถลดความเสี่ยงจากการปลอมแปลงเอกสาร เพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล และสนับสนุนการตรวจสอบย้อนหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้บล็อกเชนในระบบจัดการเอกสารทั่วไป ระบบการศึกษา หรือภาครัฐ ขณะที่ยังมีงานวิจัยจำกัดที่ศึกษาการประยุกต์ใช้ไพรเวทบล็อกเชน (Private Blockchain) สำหรับระบบเอกสารควบคุมภายในองค์กรอุตสาหกรรมการผลิตที่มีขั้นตอนการอนุมัติหลายระดับ และต้องการความสามารถในการตรวจสอบย้อนหลังอย่างเข้มงวด ซึ่งถือเป็นช่องว่างของงานวิจัย (Research Gap) ที่ควรได้รับการศึกษาเพิ่มเติม

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษา และพัฒนาระบบบันทึกเอกสารควบคุมโดยใช้เทคโนโลยีไพรเวทบล็อกเชน เพื่อเพิ่มความปลอดภัย ความโปร่งใส และความสามารถในการตรวจสอบย้อนหลังของข้อมูล พร้อมทั้งประเมินประสิทธิภาพของระบบ และศึกษาการยอมรับการใช้งานของผู้ใช้ตามแบบจำลอง Technology Acceptance Model (TAM) เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนสำหรับการบริหารจัดการเอกสารภายในองค์กรอุตสาหกรรมในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบบันทึกเอกสารควบคุมโดยใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน เพื่อเพิ่มความปลอดภัย และความโปร่งใสในองค์กร

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบบันทึกเอกสารควบคุมโดยใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน เพื่อเพิ่มความปลอดภัย และความโปร่งใสในองค์กร

3. เพื่อศึกษาการยอมรับการใช้งานระบบบันทึกเอกสารควบคุมโดยใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน เพื่อเพิ่มความปลอดภัย และความโปร่งใสในองค์กร

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา: การวิจัยนี้มีขอบเขตในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไพรเวทบล็อกเชน สำหรับบันทึกเอกสารควบคุมในองค์กร สามารถตรวจสอบสถานะของข้อมูลเอกสารภายในองค์กรที่ถูกบันทึก

ซึ่งระบบถูกพัฒนาด้วยกระบวนการของวงจร System Development Lifecycle: SDLC[8] และรองรับผู้ใช้งานหลายระดับ ได้แก่ เจ้าหน้าที่ควบคุมเอกสาร ผู้อนุมัติ และพนักงานแต่ละฝ่าย ภายหลังการพัฒนา จะมีการประเมินประสิทธิภาพของระบบ และการยอมรับการใช้งานระบบของบุคลากรภายในองค์กร โดยจะครอบคลุมถึงองค์ประกอบหลัก ๆ ดังต่อไปนี้ 1) ฟังก์ชันการอัปโหลด และบันทึกเอกสาร 2) การค้นหา และการตรวจสอบเอกสาร 3) การจัดการสิทธิ์การเข้าถึง 4) การอนุมัติ และการตรวจสอบเอกสาร 5) การเข้ารหัส และการป้องกันข้อมูล 6) การสำรองข้อมูล และการกู้คืนข้อมูล 7) การวิเคราะห์ และการรายงาน

2. ขอบเขตด้านกลุ่มเป้าหมายที่ใช้: กลุ่มเป้าหมายที่ใช้สำหรับประเมินการยอมรับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไพรเวทบล็อกเชน สำหรับบันทึกเอกสารควบคุมในองค์กร คือ พนักงานของบริษัทผู้ผลิต และจำหน่ายโครงสร้างเหล็กขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาจำนวน 650 คน กำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 250 คน ได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้ได้ผู้ที่มีประสบการณ์ใช้งานระบบเอกสาร

3. ขอบเขตด้านการประเมินผล: ประเมินประสิทธิภาพของระบบในด้านการใช้งาน ฟังก์ชันการทำงาน ความปลอดภัย การตอบสนอง และความเสถียร และผลลัพธ์การใช้งาน รวมถึงศึกษาการยอมรับของผู้ใช้ตามแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยครั้งนี้พัฒนาขึ้นจากการศึกษาแนวคิดการจัดการเอกสารควบคุมภายในองค์กร วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) เทคโนโลยีไพรเวทบล็อกเชน และแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) โดยมุ่งประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไพรเวทบล็อกเชนร่วมกับระบบ Web Application เพื่อพัฒนาระบบบันทึกเอกสารควบคุมภายในองค์กรให้มีความปลอดภัย ความโปร่งใส และสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การวิจัยดำเนินการตามกระบวนการพัฒนาระบบ ประกอบด้วย การวิเคราะห์ความต้องการ การออกแบบระบบ การพัฒนา และเขียนโปรแกรม การทดสอบระบบ และการติดตั้งใช้งานจริง โดยนำเทคโนโลยี MultiChain ซึ่งเป็นไพรเวทบล็อกเชนแบบกำหนดสิทธิ์ (Permissioned Blockchain) มาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลธุรกรรม การสร้างค่าแฮช (Hash Value) และการตรวจสอบประวัติการเปลี่ยนแปลงข้อมูล เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล และป้องกันการแก้ไขข้อมูลโดยมิชอบ

ผลลัพธ์ของการวิจัยพิจารณาใน 2 มิติ ได้แก่ ประสิทธิภาพของระบบบันทึกเอกสารควบคุม และการยอมรับการใช้งานของผู้ใช้ โดยประเมินการยอมรับตามแบบจำลอง TAM ซึ่งประกอบด้วย การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน การรับรู้ประโยชน์ของระบบ ทัศนคติต่อการใช้งาน และความตั้งใจใช้งาน ทั้งนี้กรอบแนวคิดการวิจัยแสดงดัง Figure 1.

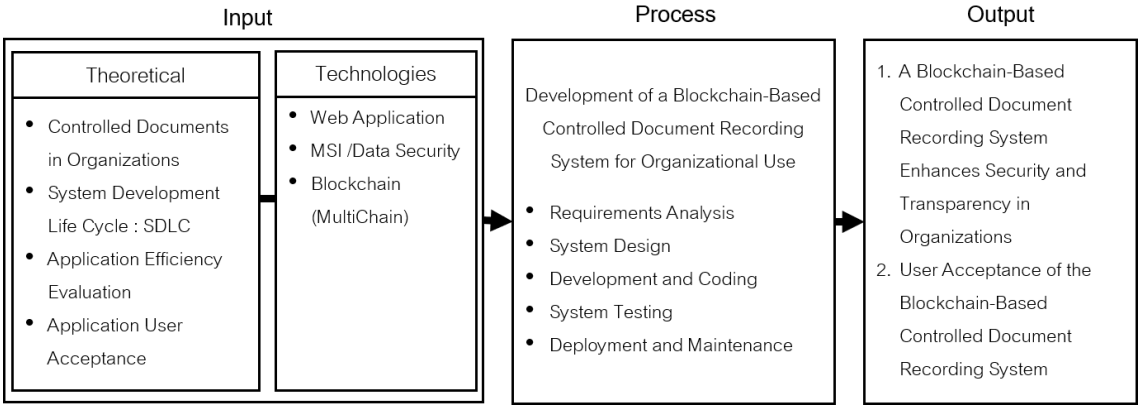


Figure 1. Research framework

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่พนักงานของบริษัทผู้ผลิต และจำหน่ายโครงสร้างเหล็กขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการเอกสารควบคุม และการใช้งานระบบสารสนเทศภายในองค์กร โดยมีประชากรทั้งหมดจำนวน 650 คน กำหนดขนาด กลุ่มตัวอย่างจำนวน 250 คน ได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อให้ได้ กลุ่มตัวอย่างที่มีประสบการณ์ใช้งานระบบ และสามารถให้ข้อมูลที่ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้อย่างเหมาะสม โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง (Inclusion Criteria) ประกอบด้วย

1) เป็นพนักงานในบริษัทผู้ผลิต และจำหน่ายโครงสร้างเหล็กขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2) มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการเอกสารควบคุมภายในองค์กร

3) ยินยอมเข้าร่วมการวิจัย และตอบแบบสอบถามด้วยความสมัครใจ

ขั้นตอนการพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาระบบตามวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Lifecycle: SDLC) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1) การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ (Requirement Analysis) ศึกษากระบวนการจัดการเอกสารควบคุมภายในองค์กร วิเคราะห์ข้อจำกัดของระบบเดิม รวมถึงรวบรวมความต้องการของผู้ใช้งานในแต่ละฝ่าย เพื่อกำหนดขอบเขตการทำงาน เงื่อนไขการอนุมัติเอกสาร และสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล

2) การออกแบบระบบ (System Design) ออกแบบระบบในลักษณะ Web Application บนเครือข่ายภายในองค์กร (Intranet Environment) โดยกำหนดโครงสร้างฐานข้อมูล กลไกการอนุมัติเอกสาร การจัดการสิทธิ์ผู้ใช้งาน และกระบวนการตรวจสอบข้อมูลด้วยเทคโนโลยีไพรเวทบล็อกเชน เพื่อรองรับการควบคุมเอกสารภายในองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบไพรเวทบล็อกเชนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ พัฒนาบนแพลตฟอร์ม MultiChain ซึ่งเป็นบล็อกเชนแบบกำหนดสิทธิ์ (Permissioned Blockchain) ที่สามารถควบคุมสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล และบริหารจัดการเครือข่ายได้อย่างเหมาะสมสำหรับการใช้งานภายในองค์กร โดยรองรับการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลผ่านกลไกการสร้างค่าแฮช (Hash Value) การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างบล็อก และการตรวจสอบประวัติการเปลี่ยนแปลงข้อมูลย้อนหลัง (Traceability) เพื่อป้องกันการแก้ไขข้อมูลโดยมิชอบและเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล[9]

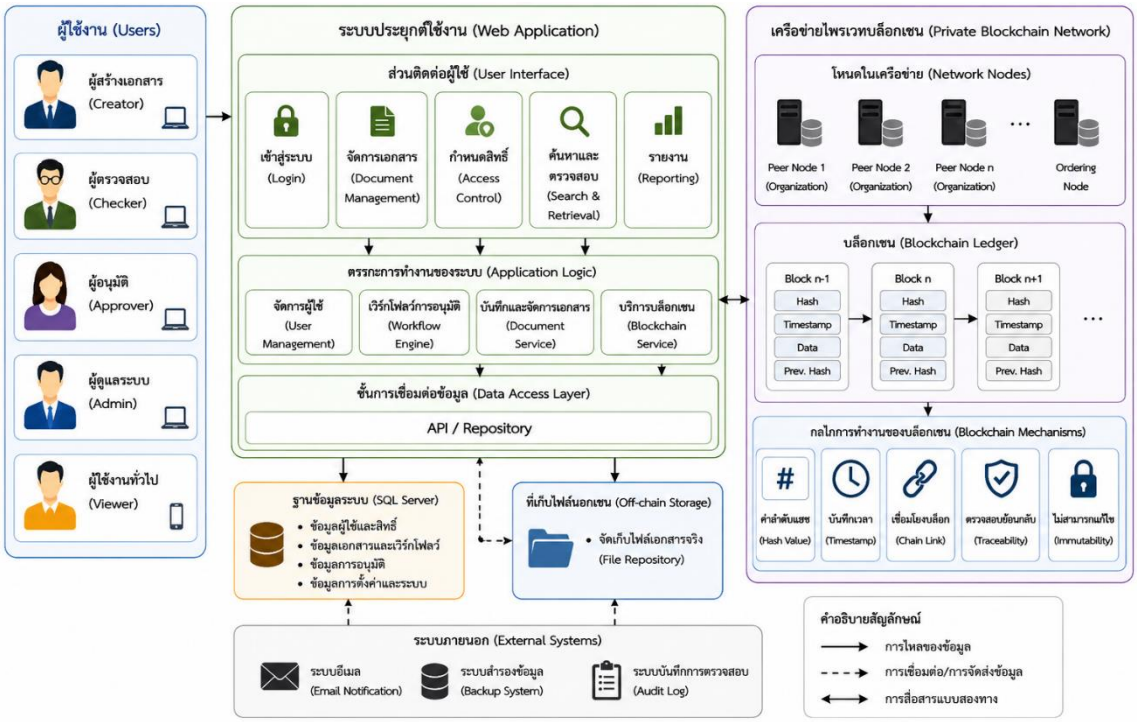


Figure 2. Block diagram of the private blockchain-based controlled document recording system

Figure 2 แสดงสถาปัตยกรรมของระบบ โดยผู้ใช้งานสามารถดำเนินการผ่าน Web Application ขณะที่ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ ค่าแฮช ข้อมูลเวลา และข้อมูลธุรกรรม ถูกจัดเก็บบนไพรเวทบล็อกเชนเพื่อรองรับการตรวจสอบย้อนหลัง และลดความเสี่ยงจากการแก้ไขข้อมูลโดยมิชอบ โครงสร้างดังกล่าวมีการแยกส่วนการจัดเก็บข้อมูลเอกสาร (Off-chain Storage) และข้อมูลตรวจสอบความถูกต้อง (On-chain Verification) ออกจากกันอย่างเป็นระบบ

โครงสร้างฐานข้อมูลของระบบถูกออกแบบในรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี (Entity Relationship

Diagram: ER-Diagram) เพื่อรองรับการจัดเก็บข้อมูลเอกสาร ข้อมูลการตรวจสอบ และการเชื่อมโยงข้อมูลบนระบบไพรเวทบล็อกเชน ดัง Figure 3.

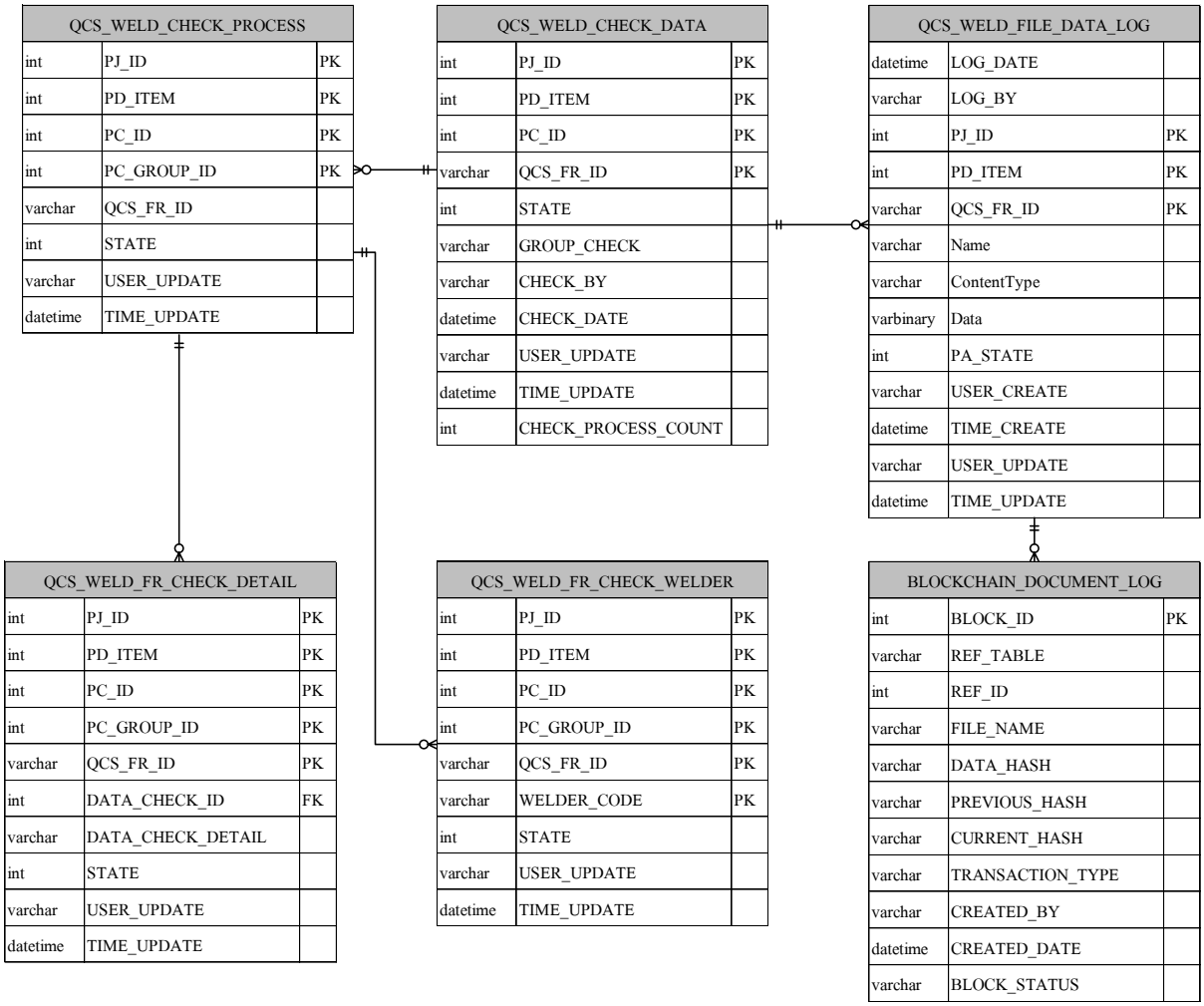


Figure 3. Entity relationship diagram of the system

Figure 3 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ฐานข้อมูล (Entity Relationship Diagram: ER-Diagram) ของระบบบันทึกเอกสารควบคุมที่พัฒนาขึ้น โดยออกแบบให้รองรับกระบวนการจัดการเอกสาร การตรวจสอบสถานะ การติดตามประวัติการดำเนินงาน และการบันทึกข้อมูลบนระบบไพรเวทบล็อกเชน โครงสร้างข้อมูลถูกแบ่งออกเป็นส่วนของข้อมูลหลักของเอกสาร (Core Document Data) ข้อมูลกระบวนการตรวจสอบ (Process Data) ข้อมูลผู้ปฏิบัติงาน (User and Welder Data) และข้อมูลไฟล์เอกสาร (File Data) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันผ่านรหัสเอกสาร และข้อมูลอ้างอิง (Reference ID) เพื่อรองรับการเชื่อมโยงข้อมูลอย่างเป็นระบบ ตาราง QCS_WELD_CHECK_DATA เป็นตารางหลักในการจัดเก็บข้อมูลเอกสารควบคุม และสถานะการตรวจสอบ ขณะที่ตาราง QCS_WELD_CHECK_PROCESS, QCS_WELD_FR_CHECK_DETAIL และ QCS_WELD_FR_CHECK_WELDER ใช้สำหรับจัดเก็บรายละเอียดของกระบวนการตรวจสอบ และข้อมูลผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง ตาราง QCS_WELD_FILE_DATA_LOG ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลไฟล์เอกสารที่อัปโหลดเข้าสู่ระบบ และเชื่อมโยงไปยัง BLOCKCHAIN_DOCUMENT_LOG ซึ่งทำหน้าที่บันทึกค่าแฮช (Hash Value) ได้แก่ ค่าแฮชก่อนหน้า

(Previous Hash) ค่าแฮชปัจจุบัน (Current Hash) ประเภทของธุรกรรม และข้อมูลเวลา เพื่อรองรับการตรวจสอบย้อนหลัง (Traceability) และป้องกันการแก้ไขข้อมูลย้อนหลังโดยมิชอบ

กลไกของระบบบล็อกเชนทำงานโดยการสร้างค่าแฮช (Hash Value) ของเอกสารแต่ละรายการเพื่อใช้เป็นลายนิ้วมือดิจิทัล (Digital Fingerprint) สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล โดยค่าแฮชดังกล่าวจะถูกบันทึกพร้อมข้อมูลเวลา (Timestamp) และข้อมูลกำกับเอกสาร (Metadata) ลงในระบบไพรเวทบล็อกเชน ขณะที่เอกสารต้นฉบับจะถูกจัดเก็บไว้ภายในฐานข้อมูลขององค์กร (Off-chain Storage) หากมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเอกสาร ค่าแฮชใหม่จะไม่สอดคล้องกับข้อมูลเดิมที่ถูกบันทึกไว้ ทำให้สามารถตรวจสอบความผิดปกติของข้อมูลย้อนหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ[1,3,9]

ผู้วิจัยมีการเลือกใช้ไพรเวทบล็อกเชน (Private Blockchain) เนื่องจากเป็นระบบที่สามารถกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลได้อย่างชัดเจน เหมาะสมกับบริบทขององค์กร ที่มีข้อจำกัดด้านความปลอดภัย และความลับของข้อมูลภายใน อีกทั้งยังสามารถรองรับการประมวลผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับบล็อกเชนสาธารณะ[1,9]

3) การพัฒนาระบบ (System Development) ดำเนินการพัฒนาระบบในรูปแบบ Web Application บนสถาปัตยกรรมแบบ Client-Server โดยใช้ ASP.NET Web Application ร่วมกับ JavaScript พัฒนาด้วย Microsoft Visual Studio 2010 และจัดเก็บข้อมูลด้วย Microsoft SQL Server เพื่อรองรับการอัปโหลดเอกสาร การค้นหา การกำหนดสิทธิ์การเข้าถึง การตรวจสอบย้อนหลัง (Audit Trail) และการจัดทำรายงานผล

4) การทดสอบระบบ (Testing) ดำเนินการทดสอบระบบด้านการทำงาน (Functional Testing) การทำงานร่วมกันของโมดูล (Integration Testing) ความปลอดภัย (Security Testing) และสมรรถนะของระบบ (Performance Testing) โดยใช้เครื่องมือ Apache JMeter เพื่อประเมินเวลาตอบสนองของระบบ (Response Time) ความสามารถในการรองรับธุรกรรม (Throughput) และเสถียรภาพของระบบภายใต้สถานการณ์จำลองการใช้งานหลายผู้ใช้พร้อมกัน

5) การติดตั้งและประเมินผล (Deployment and Evaluation) หลังจากการพัฒนาระบบเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยนำระบบไปทดลองใช้งานในสภาพแวดล้อมขององค์กร พร้อมเก็บข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน และศึกษาการยอมรับการใช้งานจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 250 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ 1) แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ซึ่งมีวิธีการคัดเลือกแบบเจาะจงคุณสมบัติสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาเอกในสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีดิจิทัล นวัตกรรมดิจิทัล หรือสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และมีตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่าผู้ช่วยศาสตราจารย์ ในสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และต้องมีประสบการณ์การสอน ในระดับอุดมศึกษาในสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาเทคโนโลยีดิจิทัล หรือสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องไม่ต่ำกว่า 5 ปี โดยทำการประเมินครอบคลุม 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการใช้งาน ด้านฟังก์ชันการทำงาน ด้านความปลอดภัย ด้านการตอบสนอง และความเสถียร และด้านผลลัพธ์การใช้งาน 2) แบบสอบถามการยอมรับการใช้งานระบบ โดยอ้างอิงตามแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM)[10,11] ครอบคลุม 4 ด้าน ได้แก่ การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน การรับรู้ประโยชน์ ทัศนคติต่อการใช้งาน และความตั้งใจใช้งาน เครื่องมือทั้งสองส่วนใช้มาตราส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) 5 ระดับ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือ โดยศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำมาสร้างข้อคำถามให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย การตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ซึ่งมีวิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง คุณสมบัติเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัล พัฒนา

นวัตกรรมดิจิทัล หรือด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาเอกในสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีดิจิทัล นวัตกรรมดิจิทัล หรือสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง หรือมีตำแหน่งทางวิชาการไม่ต่ำกว่าผู้ช่วยศาสตราจารย์ ในสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือ สาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และมีประสบการณ์การสอนในระดับอุดมศึกษา ในสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาเทคโนโลยีดิจิทัล หรือสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องไม่ต่ำกว่า 3 ปี เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ซึ่งผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา พบว่าค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 0.50

นอกจากนี้ ได้มีการทดสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือ (Reliability) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) ซึ่งพบว่ามีค่ามากกว่า 0.70 ในทุกด้าน แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือมีความเชื่อมั่นในระดับที่ยอมรับได้

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 250 คน โดยใช้แบบสอบถามการยอมรับการใช้งานระบบ และเก็บข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อประเมินระดับความคิดเห็นและสรุปผลการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สำหรับวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง

2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) ใช้สำหรับวิเคราะห์การกระจายของข้อมูล โดยกำหนดเกณฑ์การแปลผลตามระดับมาตราส่วนลิเคิร์ต 5 ระดับ

คะแนนค่าเฉลี่ย 4.21-5.00 หมายถึง มากที่สุด
คะแนนค่าเฉลี่ย 3.41-4.20 หมายถึง มาก
คะแนนค่าเฉลี่ย 2.61-3.40 หมายถึง ปานกลาง
คะแนนค่าเฉลี่ย 1.81-2.60 หมายถึง น้อย
คะแนนค่าเฉลี่ย 1.00-1.80 หมายถึง น้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ (1) ผลการพัฒนาระบบ (2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ และ (3) ผลการศึกษาการยอมรับการใช้งานของผู้ใช้

1) ผลการพัฒนาระบบ: ระบบบันทึกเอกสารควบคุมที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบ Web Application สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยมีฟังก์ชันหลัก ได้แก่ (1) การบันทึกและอัปโหลดเอกสาร (Document Upload) (2) การสร้างค่าแฮชของเอกสารและบันทึกลงบล็อกเชน (Hashing & Blockchain Record) (3) การกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล (Access Control) (4) การค้นหา และเรียกดูเอกสาร (Search & Retrieval) (5) การตรวจสอบประวัติเอกสารย้อนหลัง (Audit Trail) (6) การสำรองข้อมูล (Backup) และ (7) การวิเคราะห์ และรายงานผล (Reporting) ระบบรองรับการตรวจสอบย้อนหลังผ่านค่าแฮช และข้อมูลเวลา (Timestamp) ทำให้ข้อมูลไม่สามารถแก้ไขย้อนหลังได้โดยมิชอบ

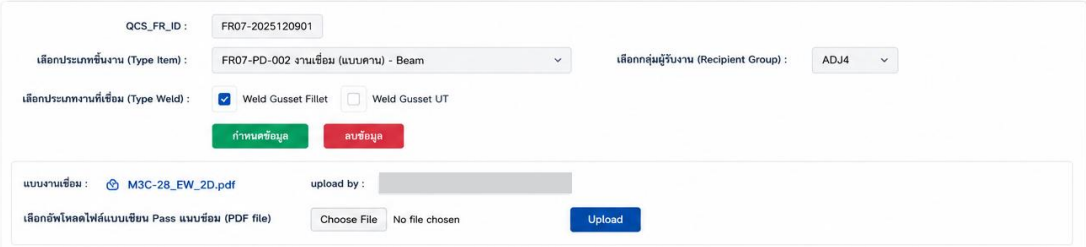


Figure 4. Document upload interface

Figure 4 แสดงหน้าจอการอัปโหลดเอกสารเข้าสู่ระบบบันทึกเอกสารควบคุม โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกประเภทเอกสาร กำหนดข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และอัปโหลดไฟล์เอกสารเข้าสู่ระบบผ่าน Web Application ภายใต้สิทธิ์การ

เข้าถึงที่กำหนดไว้ในระบบ หลังจากผู้ใช้งานบันทึกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ระบบจะดำเนินการจัดเก็บข้อมูลเอกสารลงในฐานข้อมูล พร้อมทั้งสร้างค่าแฮช (Hash Value) สำหรับใช้ตรวจสอบความถูกต้องของเอกสาร และบันทึกข้อมูลธุรกรรมที่เกี่ยวข้องลงในเครือข่ายไพรเวทบล็อกเชน เพื่อรองรับการตรวจสอบย้อนหลัง (Audit Trail) และป้องกันการแก้ไขข้อมูลโดยมิชอบ

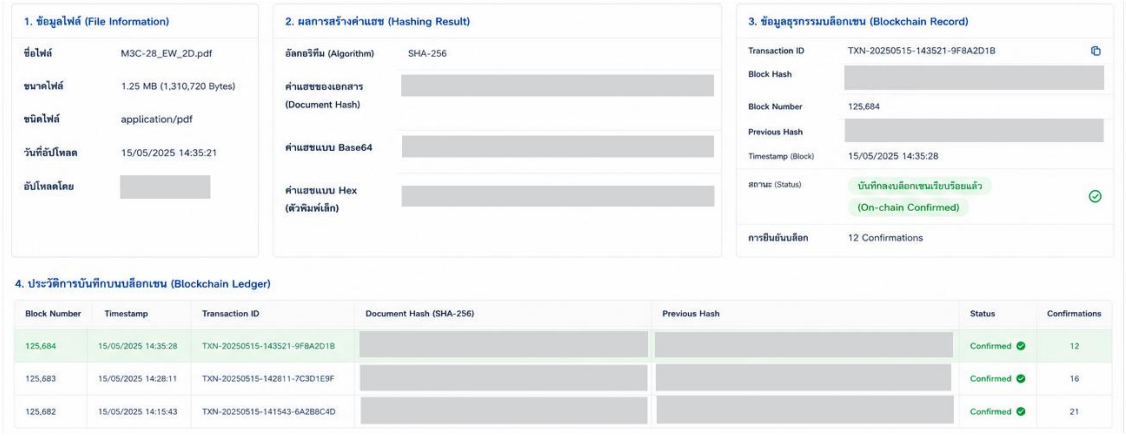


Figure 5. Results of SHA-256 hash generation and blockchain record storage

Figure 5 แสดงผลการสร้างค่าแฮช (SHA-256) และการบันทึกข้อมูลลงในระบบ หลังจากผู้ใช้งานอัปโหลดเอกสารเข้าสู่ระบบ ระบบจะดำเนินการสร้างค่าแฮชของเอกสารด้วยอัลกอริทึม SHA-256 เพื่อใช้เป็นลายนิ้วมือดิจิทัล (Digital Fingerprint) สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของเอกสาร โดยจะแสดงผลค่าแฮชในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ Document Hash, Base64 Hash และ Hex Hash จากนั้นระบบจะบันทึกข้อมูลธุรกรรมลงในเครือข่ายไพรเวทบล็อกเชน พร้อมกำหนดหมายเลขธุรกรรม (Transaction ID) หมายเลขบล็อก (Block Number) ค่า Block Hash ค่า Previous Hash และข้อมูลเวลา (Timestamp) เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างบล็อก และรองรับการตรวจสอบย้อนหลังได้อย่างโปร่งใส นอกจากนี้ ระบบยังแสดงประวัติการบันทึกข้อมูลบนบล็อกเชน (Blockchain Ledger) เพื่อให้สามารถตรวจสอบสถานะการยืนยันธุรกรรม (Confirmation Status) และความถูกต้องของข้อมูลได้ตลอดเวลา

Figure 6 แสดงฟังก์ชันค้นหาและเรียกดูเอกสารของระบบบันทึกเอกสารควบคุม โดยผู้ใช้งานสามารถค้นหาเอกสารจากรหัสเอกสาร FR07-20251209001 รวมถึงเงื่อนไขอื่น ๆ เช่น ชื่อเอกสาร ประเภทเอกสาร สถานะเอกสาร และช่วงวันที่จัดเก็บข้อมูล ระบบจะแสดงผลรายการเอกสารที่ตรงกับเงื่อนไขการค้นหา พร้อมรายละเอียดของเอกสาร เวอร์ชัน วันที่บันทึก และสถานะการใช้งาน นอกจากนี้ ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูรายละเอียดของเอกสาร ข้อมูลการสร้างค่าแฮช (SHA-256) และข้อมูลธุรกรรมที่ถูกบันทึกไว้บนเครือข่ายไพรเวทบล็อกเชน เช่น Transaction ID, Block Number, Block Hash และ Timestamp ได้จากหน้าจอเดียวกัน ซึ่งช่วยเพิ่มความสะดวกในการค้นหาข้อมูล ลดระยะเวลาในการตรวจสอบเอกสาร และเพิ่มความสามารถในการตรวจสอบย้อนหลังของข้อมูลภายในองค์กร

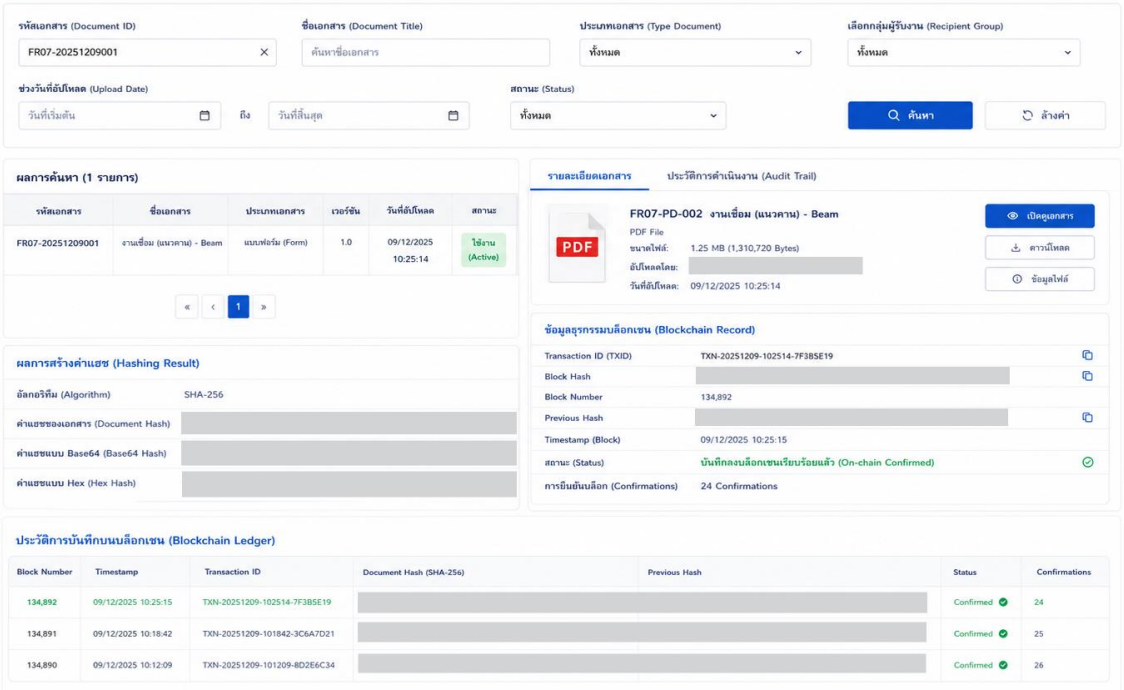


Figure 6. Document search and retrieval interface

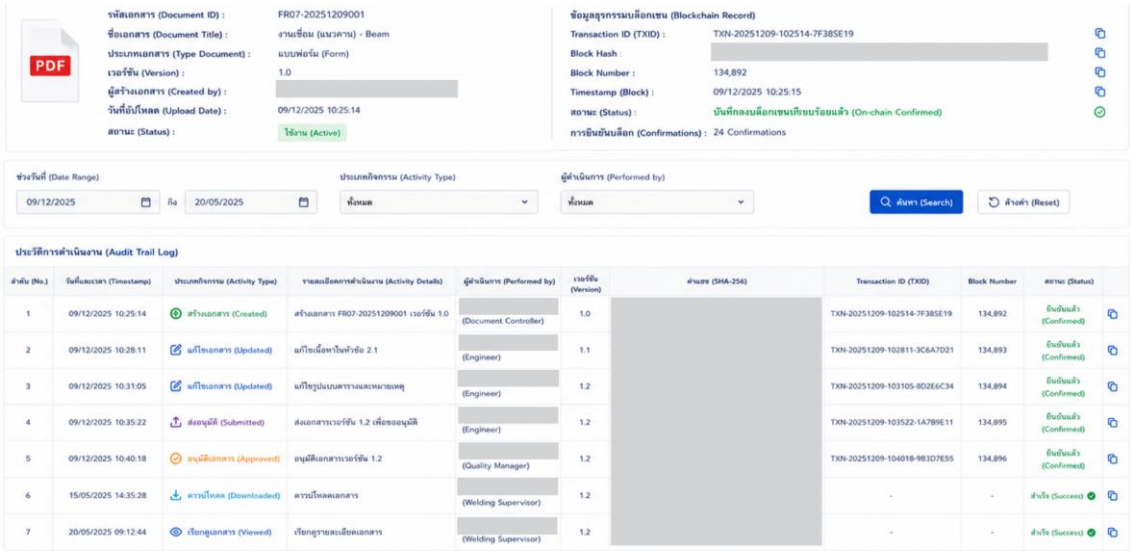


Figure 7. Document audit trail and blockchain transaction history interface

Figure 7 แสดงฟังก์ชันตรวจสอบประวัติการดำเนินงานของเอกสาร สำหรับติดตาม และตรวจสอบกิจกรรมที่เกิดขึ้นกับเอกสารตลอดการใช้งาน โดยผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบข้อมูล การสร้างเอกสาร การแก้ไข การส่งอนุมัติ การอนุมัติ การดาวน์โหลด และการเรียกดูเอกสารได้อย่างละเอียด ระบบจะแสดงข้อมูลวัน และเวลาที่ดำเนินการ ผู้ดำเนินการ ประเภทกิจกรรม เวอร์ชันของเอกสาร และสถานะของเอกสารในแต่ละช่วงเวลา นอกจากนี้ ระบบยังเชื่อมโยงข้อมูลกิจกรรมกับข้อมูลธุรกรรมบนเครือข่ายไพรเวทบล็อกเชน เช่น Transaction ID, Block Number,

Document Hash และ Timestamp ทำให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลย้อนหลังได้อย่างโปร่งใส และลดความเสี่ยงจากการแก้ไขข้อมูลโดยไม่ได้รับอนุญาต ฟังก์ชันดังกล่าวช่วยสนับสนุนการควบคุมเอกสาร การตรวจสอบภายใน และการปฏิบัติตามมาตรฐานระบบบริหารคุณภาพขององค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ: ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบสมรรถนะของระบบด้วยเครื่องมือ Apache JMeter ภายใต้สถานการณ์จำลองการใช้งานหลายผู้ใช้พร้อมกัน โดยทดสอบฟังก์ชันหลักของระบบ ได้แก่ การเข้าสู่ระบบ (Login) การเรียกดูข้อมูล (About) การจัดการเอกสาร (Main Receive Sheet) และการตรวจสอบเอกสาร (View Document) ผลการทดสอบพบว่า ระบบมีค่าการตอบสนองเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4-5 มิลลิวินาที และมีอัตราความผิดพลาดเท่ากับร้อยละ 0.00 โดยมีค่า Throughput เฉลี่ย 198.2 requests per second แสดงให้เห็นว่าระบบมีความพร้อมต่อการใช้งานจริงภายในองค์กร โดยสามารถรองรับกระบวนการจัดการเอกสารที่มีการเข้าถึงพร้อมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และไม่ส่งผลกระทบต่อความเร็วในการตอบสนองของระบบ ดัง Table 1

Table 1. Results of system performance testing using Apache Jmeter

Function	# Samples	Average (ms)	Max (ms)	Error (%)	Throughput
Login	200	5	12	0	199.4/sec
About	200	4	6	0	200.2/sec
MainReceiveSheet	200	4	6	0	199.4/sec
View_FR07-PD-002	200	4	9	0	200.4/sec
Total	**800**	**4**	**12**	**0**	**198.2/sec**

ผลการทดสอบดังกล่าวเป็นการวัดเวลาตอบสนองของระบบ Web Application ในระดับ HTTP Request โดยใช้ Apache JMeter ซึ่งมุ่งประเมินประสิทธิภาพการให้บริการของระบบในส่วนติดต่อผู้ใช้งาน และการประมวลผลตามคำขอของแอปพลิเคชัน ทั้งนี้ การทดสอบไม่ได้รวมระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการทำธุรกรรมบนบล็อกเชน (Blockchain Transaction) การตรวจสอบความถูกต้องของบล็อก (Block Validation) หรือกระบวนการฉันทามติ (Consensus Process) ดังนั้น ค่าระยะเวลาตอบสนองที่ได้จึงสะท้อนประสิทธิภาพของระบบ Web Application เป็นหลัก

ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีรายละเอียด ดัง Table 2

Table 2. Results of system efficiency evaluation

Efficiency Evaluation Aspect	(Mean)	(S.D.)	Level
1. Usability Efficiency	3.95	0.39	High
2. Functional Efficiency	4.05	0.51	High
3. Security Efficiency	4.10	0.72	High
4. Responsiveness and Stability Efficiency	3.85	0.37	High
5. Outcome Efficiency	4.10	0.55	High
Overall	**4.01**	**0.52**	**High**

จาก Table 2 พบว่า ประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก (Mean = 4.01, S.D. = 0.52) ด้านที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด คือ ด้านความปลอดภัย และด้านผลลัพธ์การใช้งานตามลำดับ รองลงมาคือ ด้านฟังก์ชันการใช้งาน ประสิทธิภาพการใช้งาน และการตอบสนองและความเสถียร แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไพรเวทบล็อกเชน สำหรับบันทึกเอกสารควบคุมในองค์กร ระบบมีความมั่นคง ปลอดภัย และให้ผลลัพธ์ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

3) ผลการศึกษาการยอมรับการใช้งานระบบ: ผลการศึกษาการยอมรับ จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 250 คน พบว่า ผู้ใช้งานมีการยอมรับระบบโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีรายละเอียด ดัง Table 3

Table 3. Results of user acceptance evaluation

User Acceptance Evaluation Aspect	(Mean)	(S.D.)	Level
1. Perceived Ease of Use of the Controlled Document Recording System	3.88	0.87	High
2. Perceived Usefulness of the Controlled Document Recording System	4.16	0.87	High
3. Attitude Toward Using the Controlled Document Recording System	4.04	0.86	High
4. Behavioral Intention to Use the Controlled Document Recording System	4.15	0.82	High
Overall	**4.06**	**0.86**	**High**

จาก Table 3 พบว่า ผลการประเมินโดยรวมอยู่ในระดับมาก (Mean = 4.06, S.D. = 0.86) ด้านที่มีการประเมินการยอมรับสูงสุด คือ การรับรู้ว่าระบบบันทึกเอกสารควบคุมมีประโยชน์ รองลงมาคือ พฤติกรรมตั้งใจใช้งานระบบบันทึกเอกสารควบคุม ทัศนคติต่อการใช้งานระบบบันทึกเอกสารควบคุม และการรับรู้ว่าระบบบันทึกเอกสารควบคุมใช้งานง่าย แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานรับรู้ถึงประโยชน์ของระบบ มีทัศนคติที่ดี และมีความตั้งใจในการนำระบบไปใช้งานจริง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่สนับสนุนการยอมรับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไพรเวทบล็อกเชนในการจัดการเอกสารควบคุมภายในองค์กรอย่างยั่งยืน

ผลลัพธ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล ลดความเสี่ยงจากการปลอมแปลงเอกสาร และสนับสนุนการทำงานขององค์กร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบบันทึกเอกสารควบคุมโดยใช้เทคโนโลยีไพรเวทบล็อกเชน และประเมินทั้งประสิทธิภาพของระบบ และการยอมรับการใช้งานของผู้ใช้ภายในองค์กร ผลการวิจัยพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ และมีประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก (Mean = 4.01, S.D. = 0.52) โดยเฉพาะด้านความปลอดภัย และความสามารถในการตรวจสอบย้อนหลัง

ในเชิงอภิปรายผล การที่ระบบมีคะแนนด้านความปลอดภัยสูง สอดคล้องกับคุณลักษณะสำคัญของเทคโนโลยีบล็อกเชน ได้แก่ ความไม่สามารถแก้ไขข้อมูลย้อนหลัง (Immutability) และการตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability) ซึ่งช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล และลดความเสี่ยงจากการปลอมแปลง[1-3] อีกทั้งการใช้ไพรเวทบล็อกเชนยังเอื้อต่อการควบคุมสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลภายในองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ[1]

ผลการศึกษาการยอมรับการใช้งาน พบว่า ผู้ใช้งานมีการยอมรับระบบโดยรวมอยู่ในระดับมาก (Mean = 4.06, S.D. = 0.86) โดยปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือการรับรู้ประโยชน์ของระบบ รองลงมาคือทัศนคติ และความตั้งใจใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM)[10,11] ที่ระบุว่าการ

รับรู้ประโยชน์ และความง่ายในการใช้งานเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการใช้งานจริง

ถึงแม้ว่าผลการยอมรับการใช้งานโดยรวมจะอยู่ในระดับมาก แต่ด้านการรับรู้ว่าระบบบันทึกเอกสารควบคุมใช้งานง่าย มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด (Mean = 3.88) เมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยด้านอื่น เนื่องจากผู้ใช้งานส่วนใหญ่ยังไม่คุ้นเคยกับแนวคิดของเทคโนโลยีบล็อกเชน รวมถึงขั้นตอนการตรวจสอบค่าแฮช (Hash Value) และการตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังผ่านระบบ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการเรียนรู้ และปรับตัว ส่งผลให้ผู้ใช้งานรับรู้ว่าระบบมีความซับซ้อนมากกว่าระบบจัดการเอกสารแบบเดิม อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยดังกล่าวยังคงอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานสามารถปรับตัว และยอมรับการใช้งานระบบได้เป็นอย่างดี

ผลการวิจัยครั้งนี้มีความสอดคล้องกับ Das และคณะ[4] ซึ่งพบว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนร่วมกับระบบจัดการเอกสารสามารถช่วยลดความเสี่ยงจากการปลอมแปลงเอกสาร และเพิ่มความปลอดภัยของข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Kothari และคณะ[5] ที่รายงานว่าการนำบล็อกเชนมาใช้ในระบบจัดการเอกสารช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล และประสิทธิภาพในการจัดเก็บเอกสารภายในองค์กร สอดคล้องกับ Qardashov และ Ahmedli[6] ที่พบว่าเทคโนโลยีบล็อกเชนสามารถเพิ่มความปลอดภัย ความโปร่งใส และความสามารถในการตรวจสอบย้อนหลังของเอกสารดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในกระบวนการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์และการจัดเก็บเอกสารดิจิทัลภายในองค์กร

โดยงานวิจัยนี้มีความแตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมา เนื่องจากมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ไพรเวทบล็อกเชน (Private Blockchain) สำหรับระบบเอกสารควบคุมภายในองค์กรอุตสาหกรรมการผลิตโครงสร้างเหล็ก ซึ่งมีข้อกำหนดด้านการอนุมัติเอกสาร การกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล และการตรวจสอบย้อนหลังที่เข้มงวด ส่งผลให้ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองต่อบริบทการใช้งานจริงภายในองค์กรได้อย่างเหมาะสม

นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังพบว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในระบบเอกสารช่วยเพิ่มความโปร่งใสของข้อมูล ลดความซ้ำซ้อนของกระบวนการ และเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานขององค์กร

โดยสรุป ระบบบันทึกเอกสารควบคุมโดยใช้เทคโนโลยีไพรเวทบล็อกเชนที่พัฒนาขึ้นมีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง โดยช่วยเพิ่มความปลอดภัย ความโปร่งใส และประสิทธิภาพในการจัดการเอกสารภายในองค์กร ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไพรเวทบล็อกเชนร่วมกับระบบเอกสารควบคุมภายในองค์กรอุตสาหกรรมการผลิตโครงสร้างเหล็ก สามารถสนับสนุนการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลผ่านกลไกการสร้างค่าแฮช (SHA-256) และการบันทึกข้อมูลบนเครือข่าย MultiChain ทำให้ข้อมูลเอกสารมีความน่าเชื่อถือ สามารถตรวจสอบย้อนหลังได้ และลดความเสี่ยงจากการแก้ไขข้อมูลโดยไม่ได้รับอนุญาต

นอกจากนี้ งานวิจัยยังแสดงให้เห็นแนวทางการประยุกต์ใช้ไพรเวทบล็อกเชนสำหรับระบบเอกสารควบคุมภายในองค์กรอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งเป็นบริบทที่ยังมีการศึกษาในจำนวนจำกัด โดยผลการศึกษาสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับการออกแบบ และพัฒนาระบบเอกสารควบคุมที่ต้องการความปลอดภัย ความโปร่งใส และความสามารถในการตรวจสอบย้อนหลังในองค์กรอุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่มีลักษณะการดำเนินงานใกล้เคียงกัน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1) องค์กรสามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ ใช้ในการพัฒนาระบบบันทึกเอกสารควบคุมโดยใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนเพื่อเพิ่มความปลอดภัย ความถูกต้อง และความโปร่งใสของข้อมูลเอกสารภายในองค์กร

2) ผู้บริหารสามารถใช้ผลการประเมินประสิทธิภาพและการยอมรับการใช้งานระบบเป็นข้อมูลประกอบการ

ตัดสินใจในการวางแผน และลงทุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศให้สอดคล้องกับบริบทขององค์กร

3) หน่วยงานที่มีลักษณะการดำเนินงานใกล้เคียงกัน สามารถนำรูปแบบ และแนวทางจากงานวิจัยนี้ไปปรับใช้เป็นต้นแบบ เพื่อยกระดับการจัดการเอกสาร และลดความเสี่ยงจากการแก้ไข หรือปลอมแปลงข้อมูล

ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรมีการศึกษาวิจัยระบบบันทึกเอกสารควบคุมโดยใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในกลุ่มอุตสาหกรรมอื่น ๆ หรือองค์กรที่มีลักษณะที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์และความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง

2) ควรมีการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบบันทึกเอกสารควบคุมโดยใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน เพิ่มเติมในด้านความสามารถในการรองรับผู้ใช้งานจำนวนมาก ความเร็วในการประมวลผล และต้นทุนในการดูแลรักษาระบบในระยะยาว เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพ

ข้อจำกัดงานวิจัย

1) การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการศึกษาในองค์กรเพียงแห่งเดียว ซึ่งเป็นองค์กรในอุตสาหกรรมการผลิตโครงสร้างเหล็ก ดังนั้นผลการวิจัยอาจมีข้อจำกัดในการอ้างอิงไปยังองค์กรหรืออุตสาหกรรมประเภทอื่น ๆ ที่มีลักษณะการดำเนินงานแตกต่างกัน

2) ระบบที่พัฒนาขึ้นใช้แพลตฟอร์มไพรเวทบล็อกเชน MultiChain เพียงแพลตฟอร์มเดียว จึงยังไม่ได้มีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับแพลตฟอร์มบล็อกเชนประเภทอื่น เช่น Hyperledger Fabric หรือ Ethereum

3) การประเมินประสิทธิภาพของระบบดำเนินการภายใต้สภาพแวดล้อมการใช้งานภายในองค์กรเท่านั้น และจำนวนผู้ใช้งานอยู่ในขอบเขตที่กำหนด จึงยังไม่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของระบบภายใต้ปริมาณเอกสาร หรือจำนวนผู้ใช้งานในระดับองค์กรขนาดใหญ่

4) การประเมินผลการยอมรับการใช้งานระบบ ยังต้องอาศัยข้อมูลจากแบบสอบถามของผู้ใช้งานภายในองค์กร ซึ่งเป็นการสะท้อนความคิดเห็นในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา และอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามประสบการณ์การใช้งานในระยะยาว

5) การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นการบันทึก และตรวจสอบเอกสารควบคุมโดยใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน แต่ยังไม่ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอื่นร่วมกัน เช่น Digital Signature ซึ่งอาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการอนุมัติ และตรวจสอบเอกสารได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Casino F, Dasaklis TK, Patsakis C. A systematic literature review of blockchain-based applications. Telemat Inform 2019;36:55-81.
2. Nakamoto S. Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system [Internet]. 2008 [cited 2024 Oct 10]. Available from: https://bitcoin.org/bitcoin.pdf
3. Zheng Z, Xie S, Dai H, Chen X, Wang H. An overview of blockchain technology: architecture, consensus, and future trends. In: Proceedings of the IEEE International Congress on Big Data; 2017. p. 557-64.
4. Das M, Tao X, Liu Y, Cheng JCP. A blockchain-based integrated document management framework for construction applications. Autom Constr 2022;133:104001.
5. Kothari A, Sharma R, Gupta V. Implementation of blockchain-based document management system for higher education organizations. Int J Inf Manag Data Insights 2024;4:100231.
6. Qardashov R, Ahmedli J. The blockchain technologies and document management in library environment. Akademik Tarih ve DüŞünce Dergisi 2025;12:966-82.
7. เจษฎา สรณวิช. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในศาลยุติธรรมไทย [วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสยาม; 2564.
8. Kendall KE, Kendall JE. Systems analysis and design. 10th Global ed. Harlow: Pearson; 2020.

9. Greenspan G. MultiChain private blockchain white paper [Internet]. 2019 [cited 2024 Oct 10]. Available from: https://www.multichain.com/download/MultiChain-White-Paper.pdf
10. Davis FD. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology MIS Q 1989;13:319-40.
11. Venkatesh V, Davis FD. A theoretical extension of the technology acceptance model: four longitudinal field studies. Manage Sci 2000;46:186-204.