ปฏิวัติประสิทธิภาพของศูนย์ข้อมูล

เผยประสิทธิภาพการทำงานต่อวัตต์ที่เหนือกว่าของ DC600M SSD จาก Kingston ในระบบ VMware vSAN

เทคโนโลยีศูนย์ข้อมูลพัฒนาไปอย่างไม่หยุดยั้ง ดังนั้นประสิทธิภาพด้านการทำงานและการใช้พลังงานจึงยิ่งทวีความสำคัญเหนือสิ่งอื่นใด

เอกสารทางเทคนิคนี้นำเสนอข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการวิเคราะห์ไดรฟ์โซลิดสเตต (SSD) DC600M ของ Kingston ในระบบ VMware vSAN โดยเน้นกล่าวถึงตัวชี้วัดสำคัญ นั่นคือ ประสิทธิภาพการทำงานต่อวัตต์ เราเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของ DC600M SSD ในคลังข้อมูลแบบไฮบริด vSAN แบบเก่าและคลังข้อมูล vSAN แบบ All Flash โดยอาศัยการทดสอบที่มีการควบคุมอย่างเข้มงวดโดยอาศัย HCIBench และเกณฑ์เปรียบเทียบ SQL TPCC เพื่อเน้นให้เห็นสมรรถนะด้านประสิทธิภาพการทำงานของคลังข้อมูล vSAN แบบ All Flash ที่ใช้ไดรฟ์ DC600M

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า DC600M SSD จาก Kingston Technology ไม่เพียงมีประสิทธิภาพการทำงานเหนือชั้นในระบบที่ใช้ทรัพยากรสูง แต่ยังช่วยลดการใช้พลังงานได้อย่างมาก จึงให้ประโยชน์ทั้งสองทางไม่ว่าจะเป็นการประหยัดต้นทุนและการสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม เอกสารนี้จัดทำขึ้นมาเพื่อช่วยให้ผู้ดูแลศูนย์ข้อมูล ผู้ประกอบอาชีพในอุตสาหกรรมไอที และผู้มีอำนาจตัดสินใจได้รับข้อมูลเชิงลึกแบบครอบคลุมรอบด้านที่แสดงให้เห็นว่าเพราะเหตุใด **DC600M SSD จึงเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมกับศูนย์ข้อมูลสมัยใหม่** ที่มองหาโซลูชันที่มีประสิทธิภาพการทำงานและการใช้พลังงานสมดุลกัน

เขียนโดย: Hazem Awadallah, วิศวกรระบบระดับสูง, Kingston Technology
พิจารณาโดย: Chris Selden, ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรมผลิตภัณฑ์ SSD, Kingston Technology

#KingstonIsWithYou

ข้อมูลเบื้องต้น

ศูนย์ข้อมูลยังคงถือเป็นหัวใจสำคัญในโครงสร้างพื้นฐานด้านไอทีขององค์กร โซลูชันพื้นที่จัดเก็บข้อมูลที่มีประสิทธิภาพด้านการทำงานและการใช้พลังงานสูงขึ้นจึงกลายเป็นสิ่งที่องค์กรให้ความสำคัญมากเป็นพิเศษ การมาถึงของเทคโนโลยี Hyper-Converged อย่างเช่น VMware vSAN พลิกโฉมการจัดการพื้นที่จัดเก็บข้อมูลไปอย่างสิ้นเชิง และมอบโซลูชันที่ทั้งจัดการได้อย่างง่ายดาย ยืดหยุ่น และขยายขีดความสามารถได้ตามต้องการ อย่างไรก็ตาม การเลือกพื้นที่จัดเก็บข้อมูล (SSD หรือฮาร์ดไดรฟ์แบบเก่า) มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง และเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพด้านการทำงานและการใช้พลังงานโดยรวมของระบบเหล่านี้ได้เลย

ในบริบทนี้ ตัวชี้วัดใหม่ล่าสุดที่กำลังได้รับความสนใจก็คือประสิทธิภาพการทำงานต่อวัตต์ ที่วัดว่าโซลูชันจัดเก็บข้อมูลให้ประสิทธิภาพมากแค่ไหนต่อการใช้พลังงานแต่ละวัตต์ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งในการประเมินโซลูชันจัดเก็บข้อมูลประเภทต่างๆ ตัวชี้วัดนี้ไม่เพียงบอกเราว่าสื่อจัดเก็บข้อมูลสามารถรองรับเวิร์กโหลดจำนวนมากได้แค่ไหน แต่ยังแสดงให้เห็นถึงผลกระทบจากการใช้พลังงานโดยรวมของศูนย์ข้อมูล

เนื้อหาในเอกสารนี้จะกล่าวถึงระบบ VMware vSANและเจาะลึกการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพ DC600M SSD กับคลังข้อมูลแบบไฮบริด vSAN **Kingston DC600M SSD ไดรฟ์ระดับองค์กรที่มีประสิทธิภาพและความเสถียรสูง จะถูกนำมาทดสอบเปรียบเทียบด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งจำลองเวิร์กโหลดของศูนย์ข้อมูลในการใช้งานจริง** โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ข้อมูลและเห็นภาพอย่างชัดเจนว่า DC600M SSD ไม่เพียงโดดเด่นในแง่ของประสิทธิภาพการทำงานของไดรฟ์เองเท่านั้น แต่ยังรวมถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานด้วย ซึ่งเป็นข้อมูลสนับสนุนที่น่าสนใจไม่น้อยสำหรับการนำมาใช้งานในศูนย์ข้อมูลสมัยใหม่

ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ Kingston DC600M

DC600M SSD ของ Kingston Technology ออกแบบมาเพื่อศูนย์ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้พื้นที่เก็บข้อมูลประสิทธิภาพสูงและทำงานได้เสถียร

DC600M คือ SATA SSD ระดับองค์กรรุ่นที่ 4 จาก Kingston ที่ต่อยอดมาจากความสำเร็จของ DC500M เฟิร์มแวร์ระดับองค์กรของ DC600M ออกแบบมาเพื่อมอบประสิทธิภาพการทำงานที่สูง ค่าหน่วงเวลาที่ต่ำ และความสม่ำเสมอที่คาดการณ์ได้ให้กับเวิร์กโหลดองค์กรตามมาตรฐานตามข้อกำหนดด้านคุณภาพการบริการ (Quality of Service, QoS) ที่เข้มงวด ทั้งยังใช้อัลกอริทึม ECC อันซับซ้อนมาช่วยสร้างความเสถียรให้กับเวิร์กโหลดขององค์กรตลอดอายุการใช้งานของไดรฟ์

นอกจากนี้ยังออกแบบให้ทนต่อไฟดับ โดยปกป้องความสมบูรณ์ของข้อมูลด้วยระบบป้องกันการสูญเสียพลังงาน (PLP) ในตัว DC600M มีความจุหลากหลาย สูงสุดถึง 7.68TB ทั้งยังให้ค่าหน่วงเวลาและ IOPS ที่สม่ำเสมอ จึงเหมาะกับเซิร์ฟเวอร์แบบติดตั้งในตู้แร็คที่ต้องรองรับเครื่องไคลเอนท์จำนวนมากหรือระบบข้อมูลที่ใช้ทรัพยากรสูง ไดรฟ์นี้เหมาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ให้บริการผสานรวมระบบ ศูนย์ข้อมูลขนาดใหญ่ และผู้ให้บริการคลาวด์ที่ต้องการทั้งประสิทธิภาพการทำงานและความทนทานอย่างสมดุลกัน

DC600M SSD จาก Kingston อยู่ในบัญชีรายชื่อผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานร่วมกันได้ของ VMware ESXi อย่างภาคภูมิจนถึง vSAN 8.0 Update 2 ที่เป็นเวอร์ชันล่าสุด นี่คือสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความทุ่มเทของ Kingston ในการมอบโซลูชัน SSD ระดับองค์กรที่สามารถตอบโจทย์ความต้องการอันเข้มงวดของระบบเสมือนชั้นนำ

องค์ประกอบแวดล้อมในการทดสอบ

องค์ประกอบแวดล้อมในการทดสอบ SATA/SAS/HYBRID (ฮาร์ดแวร์)	องค์ประกอบแวดล้อมในการทดสอบ SATA (OS และซอฟต์แวร์)
PowerEdge Dell R740xD 3 Node Cluster ที่รองรับช่องติดตั้งไดรฟ์/เซิร์ฟเวอร์ NVMe 2.5 นิ้ว 8 ตัว และ SATA/SAS 2.5 นิ้ว 16 ตัว	ไฮเปอร์ไวเซอร์: VMware ESXi, 7.0.3, 20036589
Intel(R) Xeon(R) Silver 4114 CPU (10c/20t) @ 2.20GHz x8	vSAN 7U3f (VMware ESXi, 7.0.3, 20036589 + VMware VirtualCenter 7.0.3 build-20150588)
768 GB 24x32GB Kingston DDR4 Dual Rank ECC Memory @ 2400MHz/Node, 2304GB/cluster	Guest OS: Windows Server 2019 Datacenter, v1809
สวิตช์ควบคุมสำหรับศูนย์ข้อมูล Cisco nexus N5K-C5010 20 พอร์ต 2 ชุดสำหรับการสื่อสารผ่านเครือข่าย vSAN	Microsoft SQL Server 2017 (RTM) - 14.0.1000.169 (X64)
PERC H740P กำหนดค่าในโหมด HBA passthru	HammerDB-v3.2
	HCIBench 2.5.3

รูปภาพ 1.1 องค์ประกอบแวดล้อมฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ระหว่างการทดสอบ

รูปภาพ 1.1 คือฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ตลอดการทดสอบที่ระบุในเอกสารนี้ **เราดำเนินการทดสอบบนระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่กำหนดค่าอย่างละเอียด และพัฒนาขึ้นมาโดยเฉพาะเพื่อท้าทายและประเมินประสิทธิภาพการทำงานของ Kingston DC600M SSD** ฮาร์ดแวร์พื้นฐานคือคลัสเตอร์ Dell PowerEdge R740xD แบบ 3 โหนด แต่ละโหนดใช้ Intel® Xeon® Silver 4114 CPU และหน่วยความจำ Kingston Dual Rank ECC ความจุ 768GB รวมกันแล้วคลัสเตอร์ทดสอบจะมีหน่วยความจำรวมทั้งสิ้น 2304GB

การเชื่อมต่อเครือข่ายจัดการผ่านสวิตช์ Cisco Nexus N5K-C5010 สองตัว เพื่อให้รับส่งข้อมูลในเครือข่าย vSAN ได้อย่างราบรื่น การทดสอบดำเนินการบน vSAN 7U3f (VMware ESXi, 7.0.3, 20036589 + VMware VirtualCenter 7.0.3 build-20150588) ในส่วนของ Guest OS นั้น Windows Server 2019 Datacenter ทำหน้าที่เป็นแพลตฟอร์มปฏิบัติการ และใช้ Microsoft SQL Server 2017 จัดการการทำงานของฐานข้อมูล การทดสอบชี้วัดประสิทธิภาพมีการดำเนินการโดยใช้ HammerDB และ HCIBench เพื่อให้การประเมิน SSD มีความครอบคลุมและเข้มงวดเพียงพอในการทดสอบ

มีการใช้ไดรฟ์ 3 ตัวที่มีความจุเท่ากันต่อดิสก์แต่ละกลุ่ม ทั้งในการทดสอบ SATA SSD และไฮบริด ในการทดสอบระดับไฮบริด มีการใช้ไดรฟ์ Seagate Exos 10k RPM 1.2 TB SAS จาก Dell 2 ตัว (ST1200MM0099) ต่อเซิร์ฟเวอร์สำหรับระดับ vSAN capacity tier และไดรฟ์ DC600M 960GB 1 ตัวสำหรับระดับ vSAN cache tier

สำหรับการทดสอบ SATA SSD All flash vSAN มีการใช้ Kingston DC600M 960GB 3 ตัว (การทดสอบ 2) และไดรฟ์ Kingston DC600M 3840GB 3 ตัว (การทดสอบ 1 โดยใช้ไดรฟ์ 1 ตัวสำหรับ vSAN cache tier และใช้ไดรฟ์ 2 ตัวสำหรับ capacity tier

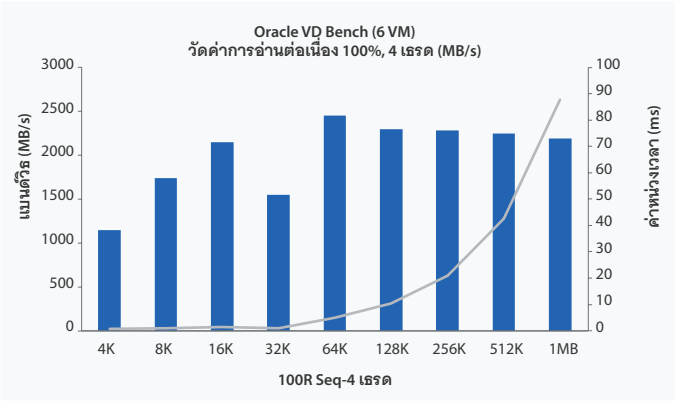
นโยบายการจัดเก็บข้อมูลเริ่มต้นของ vSAN ถูกนำมาใช้ตลอดการทดสอบในเอกสารนี้ นโยบายการจัดเก็บข้อมูลเริ่มต้นของ vSAN คือนโยบายมาตรฐานสำหรับ VM ที่มาจากคลังข้อมูล vSAN ซึ่งช่วยให้ข้อมูลมีความทนทานตลอดการจัดเก็บข้อมูลแบบ RAID-1 (Mirroring) โดยทนทานต่อความล้มเหลว (ของโฮสต์ ดิสก์ หรือเครือข่าย) ได้หนึ่งครั้ง นอกจากนี้ยังใช้เทคโนโลยี Thin provisioning เพื่อใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และไม่กำหนดขีดจำกัด IOPS ให้กับออบเจ็กต์ เพื่อให้ประสิทธิภาพมีความยืดหยุ่น นโยบายนี้จะไม่กันแคชการอ่านแฟลชหรือ Flash read cache (ซึ่งทำแบบนี้ไม่ได้ในระดับ Hybrid Tier) เพื่อให้ข้อมูลทั้งหมดสามารถใช้ประสิทธิภาพแบบ All Flash ได้ตามต้องการ และคงความสมบูรณ์ของข้อมูลโดยใช้ผลรวมตรวจสอบ (Checksum) พร้อมทั้งป้องกันการบังคับจัดสรรเพื่อให้ระบบจัดสรรพื้นที่จัดเก็บข้อมูลเฉพาะในกรณีที่มีทรัพยากรเพียงพอเท่านั้น

สำหรับการทดสอบอื่นๆ ในเอกสารนี้ มีการใช้เครื่องมือ racadm ที่อยู่ในแพ็กเกจ srvadmin v11.0.0 ของ Dell (srvadmin-idracadm8) เพื่อรวบรวมข้อมูลเทเลเมตรีจากโหนด vSAN แต่ละโหนดผ่านการเชื่อมต่อแบบ IPMI Out-of-band SSH

ในการทดสอบฐานข้อมูลเหล่านี้ เราเลือกใช้ Server 2019 Guest VM กับ SQL server 2017 และ VMDK แยกเฉพาะที่จัดสรรจากคลังข้อมูล vSAN สำหรับรองรับข้อมูล บันทึกประวัติและชุดข้อมูลสำรอง เราใช้ Hammer DB แอปพลิเคชันทดสอบโหลดฐานข้อมูลแบบเปิดสาธารณะที่ใช้งานได้ฟรีมาเรียกใช้งานเกณฑ์ชี้วัดเชิงประสิทธิภาพ TPCC สำหรับแอปพลิเคชัน OLTP และเกณฑ์ชี้วัด TPC-H สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ระหว่างการทดสอบต่าง ๆ ที่ระบุในเอกสารชุดนี้ รายละเอียดทางเทคนิคสำหรับเกณฑ์ชี้วัด TPCC ถูกเลือกไว้เพื่อจำลองรูปแบบการทำรายการของ OLTP และเพื่อให้แน่ใจว่ามีความสอดคล้อง สามารถทำซ้ำได้ และผลการทดสอบจะเชื่อถือได้

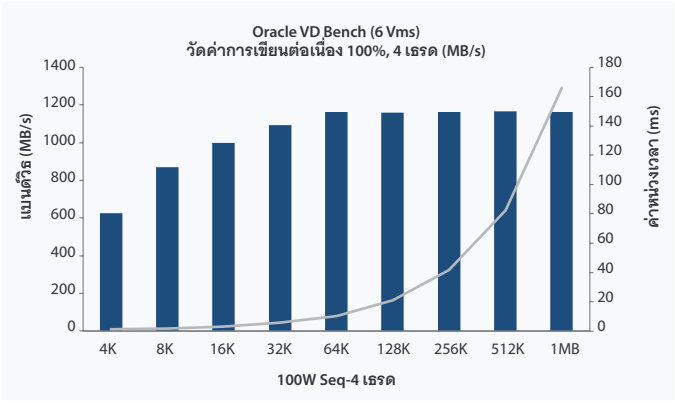
การทดสอบที่ 1: การประเมินประสิทธิภาพดิบของระบบจัดเก็บข้อมูลย่อย-HCIBench

ในการประเมินประสิทธิภาพดิบของระบบรับและแสดงผลย่อย (I/O subsystem) เราได้ใช้เครื่องมือแนะนำของ Vmware ในการทดสอบเปรียบเทียบคลังข้อมูล vSAN อย่างHCIBench v2.5.3 ชุดเครื่องมืออัตโนมัตินี้ใช้งาน VM จำนวนมากโดยกระจายไปยังอุปกรณ์โฮสต์ (Host) ทั้งหมดในคลัสเตอร์ vSAN พร้อมทั้งเรียกใช้เวิร์กโหลดตามที่กำหนดโดยใช้ vdbench บนระบบ VM จำลอง (Guest) ทั้งหมดควบคู่กันไป จนกระทั่งได้ผลลัพธ์จากการใช้งาน VM 6 เครื่อง (2VM/โฮสต์) ในคลังข้อมูล DC600M 4TB vSAN



	4K	8K	16K	32K	64K	128K	256K	512K	1MB
แบนด์วิธ (MB/s)	1,147.55	1,737.82	2,146.07	1,550.28	2,450.64	2,296.39	2,279.54	2,249.3	2,189.88
ค่าหน่วงเวลา (ms)	0.6765	0.8685	1.4067	0.9663	4.9445	10.459	21.0433	42.6583	87.7075

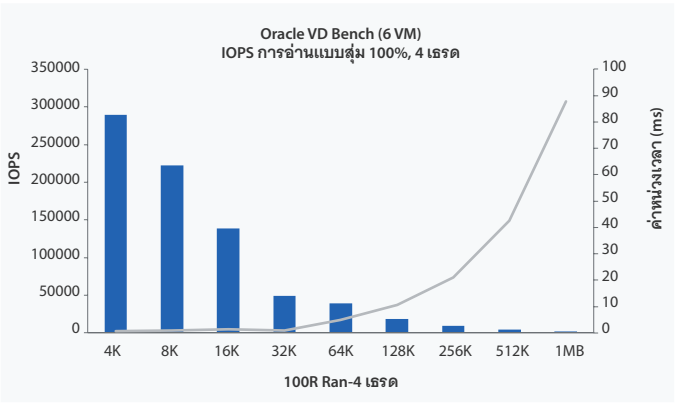
รูปภาพ 1.2 ประสิทธิภาพการอ่านต่อเนื่อง, คลังข้อมูล vSAN Kingston DC600M 3840G 9 ไดรฟ์



	4K	8K	16K	32K	64K	128K	256K	512K	1MB
แบนด์วิธ (MB/s)	626.02	868.58	999.01	1,094.44	1,162.47	1,158.63	1,162.73	1,167.12	1,161.6
ค่าหน่วงเวลา (ms)	1.2042	1.7343	3.0128	5.4915	10.3533	20.775	41.4505	82.6272	166.094

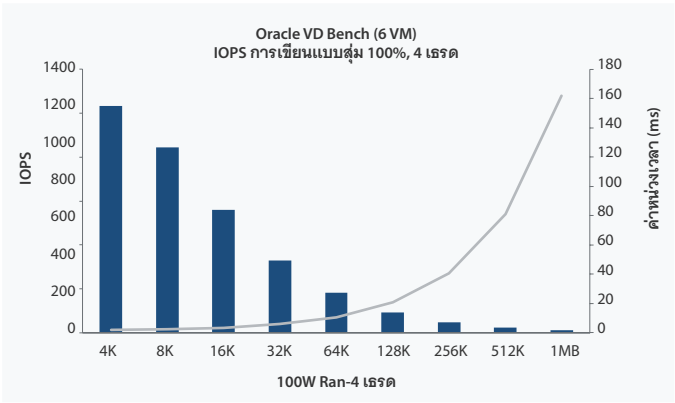
รูปภาพ 1.3 ประสิทธิภาพการเขียนต่อเนื่อง, คลังข้อมูล vSAN Kingston DC600M 3840G 9 ไดรฟ์

ในการทดสอบอัตราการโอนถ่ายข้อมูลต่อเนื่อง อาร์เรย์ DC600M vSAN 4TB 9 ไดรฟ์ ให้ผลลัพธ์ที่น่าทึ่ง โดยสามารถอ่านข้อมูลได้เร็วที่สุด 2.468Gb/s โดยมีค่าหน่วงเวลาอยู่ที่ 5ms ต่อ I/O นอกจากนี้ ยังเขียนข้อมูลได้เร็วที่สุด 1.16GB/s โดยมีค่าหน่วงเวลาน้อยกว่า 10ms และเนื่องจากบล็อก I/O มีขนาดเพิ่มขึ้น เราจึงเฝ้าสังเกตค่าหน่วงเวลาที่เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับความคาดหวังเมื่ออัตราการถ่ายโอนข้อมูลสูงขึ้น ที่น่าสังเกตก็คือเมื่อไม่มี Tail Latency Spike ที่มีนัยสำคัญ ก็จะเห็นได้ชัดเจนว่า QoS และความสามารถในการเพิ่มประสิทธิภาพเฟิร์มแวร์ของ DC600M อยู่ในระดับยอดเยี่ยม ซึ่งตอกย้ำความสามารถของไดรฟ์ในการรองรับการถ่ายโอนข้อมูลจำนวนมากโดยใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ



	4K	8K	16K	32K	64K	128K	256K	512K	1MB
IOPS	289176	221,857.6	138,910.1	49,390.3	39,084.8	18,300.5	9,107.8	4,501.4	2,189.4
ค่าหน่วงเวลา (ms)	0.6853	0.8715	1.3862	0.9707	4.954	10.4912	21.0627	42.6298	87.7118

รูปภาพ 1.4 ประสิทธิภาพการเขียนแบบสุ่ม, คลังข้อมูล vSAN Kingston DC600M 3840G 9 ไดรฟ์



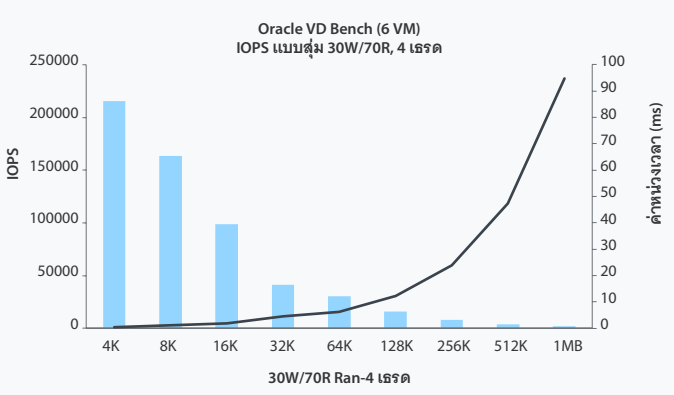
	4K	8K	16K	32K	64K	128K	256K	512K	1MB
IOPS	103247	84,369.1	56032	32,944.7	18174	9,331.4	4,726.5	2,377.8	1,189.1
ค่าหน่วงเวลา (ms)	1.8557	2.2713	3.4233	5.8155	10.5637	20.6062	40.738	81.045	162.1052

รูปภาพ 1.5 ประสิทธิภาพการเขียนแบบสุ่ม, คลังข้อมูล vSAN Kingston DC600M 3840G 9 ไดรฟ์

ในการทดสอบ IOPS การอ่านแบบสุ่ม DC600M SSD ทำได้สูงสุด 289,176 IOPS ที่ 4K โดยมีค่าหน่วงเวลา 0.68ms ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่โดดเด่นมาก นอกจากนี้ ในการทดสอบการเขียนแบบสุ่ม DC600M SSD ยังทำผลงานได้อย่างน่าทึ่ง โดยได้ผลลัพธ์อยู่ที่ 103,247 IOPS ที่ 4K โดยมีค่าหน่วงเวลาไม่ถึง 2ms

เมื่อกำหนดให้คลังข้อมูลต้องจัดการเวิร์กโหลดหลายแบบร่วมกัน โดยประกอบด้วยการเขียน 30% และการอ่าน 70% ปรากฏว่า SSD สามารถขยายขีดความสามารถเป็น 215,660 IOPS ได้อย่างน่าประทับใจ โดยยังคงมีค่าหน่วงเวลาในระดับน้อยกว่ามิลลิวินาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไดรฟ์มีประสิทธิภาพสูงและการตอบสนองรวดเร็ว

หลังจากนี้ คุณจะเห็นว่าประสิทธิภาพการทำงานส่วนนี้มีความสัมพันธ์กับความสามารถด้านการทำธุรกรรมโดยตรงอย่างไร ซึ่งช่วยให้การประมวลผลข้อมูลในองค์ประกอบแวดล้อมของฐานข้อมูลมีความรวดเร็ว ทั้งยังรองรับธุรกรรมปริมาณมากได้พร้อมกันโดยไม่ทำให้ตอบสนองช้าลง



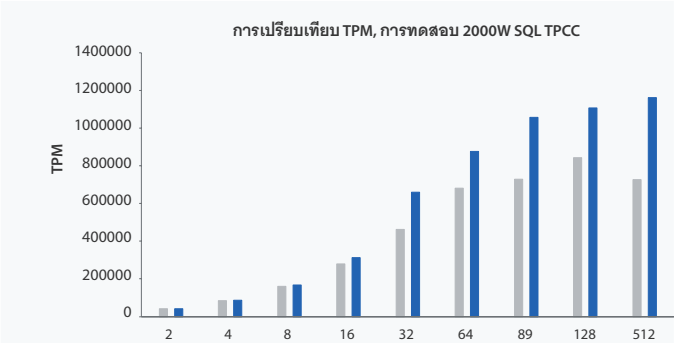
	4K	8K	16K	32K	64K	128K	256K	512K	1MB
IOPS	215,660.9	163,572.1	98525	41,529.8	30,699.9	15,736.8	8,001.3	4,049.9	2028
ค่าหน่วงเวลา (ms)	0.55	1.1753	1.9448	4.6138	6.2448	12.2023	24.0198	47.4783	94.8558

รูปภาพ 1.6 ประสิทธิภาพในการจัดการเวิร์กโหลดหลายแบบร่วมกัน (อ่าน 70 / เขียน 30) แบบสุ่ม, คลังข้อมูล vSAN Kingston DC600M 3840G 9 ไดรฟ์

การทดสอบที่ 2: ประสิทธิภาพ SQL TPCC, คลังข้อมูล DC600M แบบ All flash และแบบไฮบริด

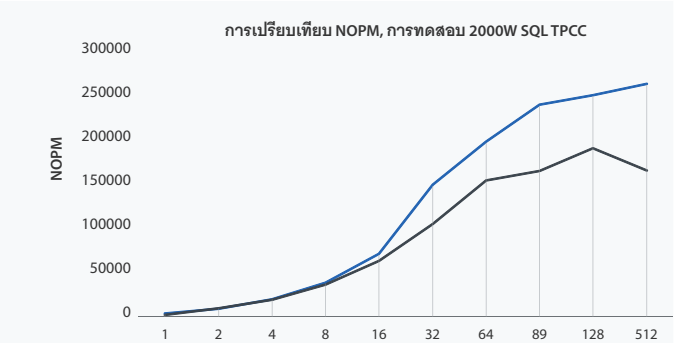
การทดสอบ 2 ต้องการหาเส้นฐานของระดับประสิทธิภาพที่คาดหวังด้วยเกณฑ์ชี้วัด TPCC โดยทำการทดสอบการทำงานภายใต้ภาวะวิกฤติตามขอบเขตของ I/O เป็นระยะเวลานานบนระบบ VMware vSAN โดยใช้คลังข้อมูลแบบ All flash ที่ติดตั้งไดรฟ์ DC600M 960GB และคลังข้อมูลแบบไฮบริดที่ติดตั้งไดรฟ์ DC600M 960GB และฮาร์ดไดรฟ์ 1.2TB 10K RPM

คลังข้อมูลจำนวน 2,000 คลัง ทำให้เกิดเป็นฐานข้อมูล TPCC ที่มีขนาด 157 GB โดยมีการจัดสรรแกนประมวลผลเสมือนจริง 40 ตัวให้กับ VM เซิร์ฟเวอร์ SQL แต่ละชุดเพื่อให้สามารถจัดสรรทรัพยากร CPU ได้อย่างเพียงพอเพื่อเพิ่มการทำรายการและผลักดันให้ Throughput ถึงขีดสุด โดยใช้ RAM เพียง 32GB เพื่อให้การทดสอบเป็นไปตามขอบเขตของ I/O **ทั้งนี้ มีการปรับลำดับการเพิ่มจำนวนผู้ใช้งานจาก 1 รายเป็น 512 ราย และเปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานเสมือนแต่ละรายดำเนินการได้นานขึ้น (20 นาที โดยมีเวลาเร่งการทำงานที่ 10 นาที)** วิธีการนี้ทำให้เราสามารถรวบรวมข้อมูลชี้วัดค่าหน่วงเวลาของดิสก์ตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการทดสอบ



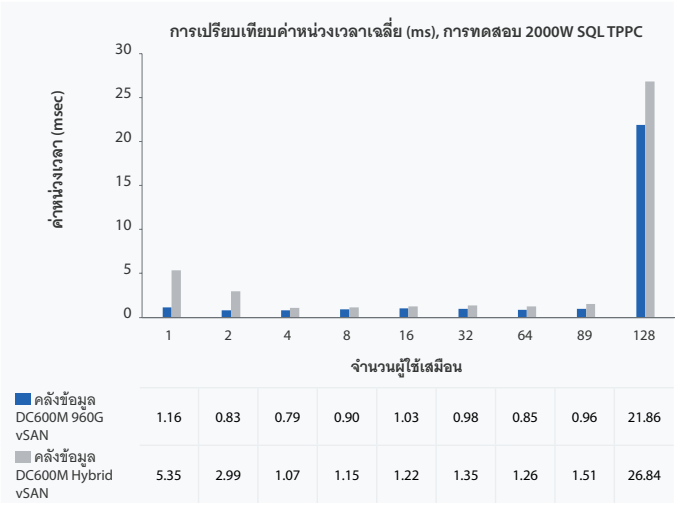
	2	4	8	16	32	64	89	128	512
คลังข้อมูล DC600M Hybrid vSAN	42624	84966	160858	279419	462117	681638	729318	842809	728178
TPM คลังข้อมูล DC600M 960G vSAN	40867	86690	168764	313511	659598	876430	1058328	1106963	1163048

รูปภาพ 2.1 การทดสอบแบบออโตไพลอตเพื่อหาจำนวนธุรกรรมต่อนาทีของคลังข้อมูล DC600M vSAN แบบ All flash และแบบไฮบริดด้วยผู้ใช้ 1-512 ราย



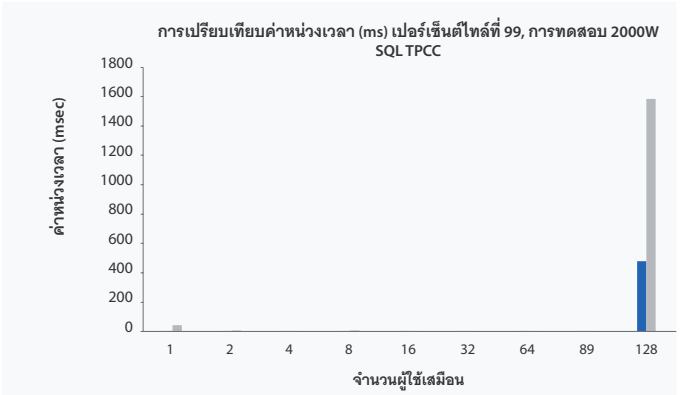
	1	2	4	8	16	32	64	89	128	512
NOPM คลังข้อมูล DC600M 960G vSAN	3748	8916	18857	36727	68193	143376	190438	230173	240757	252858
NOPM คลังข้อมูล DC600M Hybrid vSAN	1858	9288	18489	34952	60691	100553	148302	158555	183263	158643

รูปภาพ 2.2 การทดสอบแบบออโตไพลอตเพื่อหาจำนวนคำสั่งต่อนาทีของคลังข้อมูล DC600M vSAN แบบ All flash และแบบไฮบริดด้วยผู้ใช้ 1-512 ราย



คลังข้อมูล DC600M 960G vSAN	1.16	0.83	0.79	0.90	1.03	0.98	0.85	0.96	21.86
คลังข้อมูล DC600M Hybrid vSAN	5.35	2.99	1.07	1.15	1.22	1.35	1.26	1.51	26.84

รูป 2.3 การทดสอบแบบออโตไพลอตเพื่อหาค่าหน่วงเวลาเฉลี่ยของคลังข้อมูล DC600M vSAN แบบ All flash และไฮบริดด้วยผู้ใช้ 1-512 ราย



คลังข้อมูล DC600M 960G vSAN	4.41	2.41	2.01	2.95	5.01	3.29	2.65	2.49	479.09
คลังข้อมูล DC600M Hybrid vSAN	44.29	8.36	3.51	5.95	4.20	4.04	2.95	3.69	1,583.39

รูปภาพ 2.4 การทดสอบแบบออโตไพลอตเพื่อหาค่าหน่วงเวลาในเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 ของคลังข้อมูล DC600M vSAN แบบ All flash และแบบไฮบริดด้วยผู้ใช้ 1-512 ราย

รูปภาพ 2.1-2.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานอย่างละเอียดของคลังข้อมูล DC600M vSAN แบบไฮบริดและแบบ All flash ภายใต้เกณฑ์ชี้วัด SQL TPC-C ซึ่งเน้นไปที่ TPM (ธุรกรรมต่อนาที), NOPM (ธุรกรรมคำสั่งใหม่ต่อนาที) ค่าหน่วงเวลาเฉลี่ย และค่าหน่วยเวลาในเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 สำหรับจำนวนผู้ใช้เสมือนที่แตกต่างกันไป

ในการเปรียบเทียบ TPM คลังข้อมูลแบบ All flash มีอัตราการรับส่งธุรกรรมดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญ และเหนือกว่าคลังข้อมูลแบบไฮบริดเมื่อจำนวนผู้ใช้แบบเสมือนเพิ่มขึ้น โดยมี TPM สูงสุด 1.16 ล้านรายการและจำนวนคำสั่ง 252,858 รายการต่อนาที เมื่อมีผู้ใช้เสมือน 512 ราย

เทียบกันแล้ว คลังข้อมูล vSAN แบบไฮบริดมี TPM สูงสุด 842,809 รายการ และคำสั่งสูงสุด 183,263 รายการต่อนาที เมื่อมีผู้ใช้เสมือน 128 ราย แนวโน้มดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าคลังข้อมูล vSAN แบบ All flash ที่ใช้ DC600M มีความสามารถเหนือกว่าในการขยายขีดความสามารถ รวมทั้งสามารถจัดการกับปริมาณธุรกรรมที่เพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนผู้ใช้เพิ่มขึ้น ซึ่งในมุมมองของธุรกิจ หากมีผู้ใช้ 89 รายส่งธุรกรรมไปยังฐานข้อมูลพร้อมกัน ผู้ใช้แต่ละรายจะสามารถประมวลผลธุรกรรมได้มากขึ้น 145% (นั่นหมายถึงจำนวนคำสั่งต่อนาทีเพิ่มขึ้น) (รูปภาพ 2.2) หากอัปเกรดโครงสร้างพื้นฐาน vSAN แบบไฮบริดมาเป็นแบบ All flash โดยใช้ไดรฟ์ DC600M

ตัวชี้วัดค่าหน่วงเวลาก็ให้ข้อมูลเชิงลึกเพิ่มเติมเกี่ยวกับประสิทธิภาพการทำงานของระบบเช่นกัน ค่าหน่วงเวลาเฉลี่ยของคลังข้อมูลแบบ All flash จะต่ำกว่าคลังข้อมูลแบบไฮบริดไม่ว่าผู้ใช้จะมีจำนวนเท่าใด ซึ่งชี้ให้เห็นว่าระบบไม่เพียงประมวลผลธุรกรรมได้เร็วกว่า แต่ยังมีเวลาตอบสนองเร็วกว่าด้วย นี่เป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะกับธุรกรรมที่ให้ความสำคัญกับเวลา ซึ่งความล่าช้าเพียงเล็กน้อยอาจส่งผลกระทบอย่างร้ายแรง

การเปรียบเทียบค่าหน่วงเวลาในเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 99 แสดงให้เห็นว่าเมื่อระบบได้รับความเครียดสูงสุด กล่าวคือผู้ใช้เสมือนเพิ่มขึ้นเป็น 128 ราย คลังข้อมูลแบบ All flash ยังคงมีค่าหน่วงเวลาในระดับที่ต่ำ ในขณะที่คลังข้อมูลแบบไฮบริดจะมีค่าหน่วงเวลาเพิ่มขึ้นอย่างมาก ข้อมูลนี้ชี้ให้เห็นว่าคลังข้อมูลแบบ All flash ไม่เพียงให้ประสิทธิภาพเฉลี่ยดีกว่าเท่านั้น แต่ยังทำงานได้สม่ำเสมอมากกว่า ดังนั้น แม้แต่ธุรกรรมที่ช้าที่สุดก็ยังเสร็จสมบูรณ์ได้ทันเวลา

ผลการทดสอบเหล่านี้เมื่อนำมาประกอบกันจะเห็นได้ว่าคลังข้อมูล vSAN แบบ All flash ที่ติดตั้งไดรฟ์ DC600M ให้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรมในการจัดการความต้องการเวิร์กโหลด OLTP รวมทั้งแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการรับส่งข้อมูลธุรกรรมจำนวนมากด้วยค่าหน่วงเวลาต่ำ แม้ว่าจำนวนผู้ใช้เสมือนจะเพิ่มขึ้นก็ตาม **ประสิทธิภาพการทำงานดังกล่าวตอกย้ำอย่างชัดเจนว่าคลังข้อมูลแบบ All flash เหมาะกับการใช้งานที่ให้ความสำคัญกับประสิทธิภาพและความเร็วเหนือสิ่งอื่นใด**

การทดสอบที่ 3: การทดสอบการทำงานภายใต้ภาวะวิกฤติ SQL TPCC, เปรียบเทียบคลังข้อมูลแบบ All flash และแบบไฮบริด โดยทดสอบการใช้พลังงานและติดตามการทำงานในช่วงเวลา

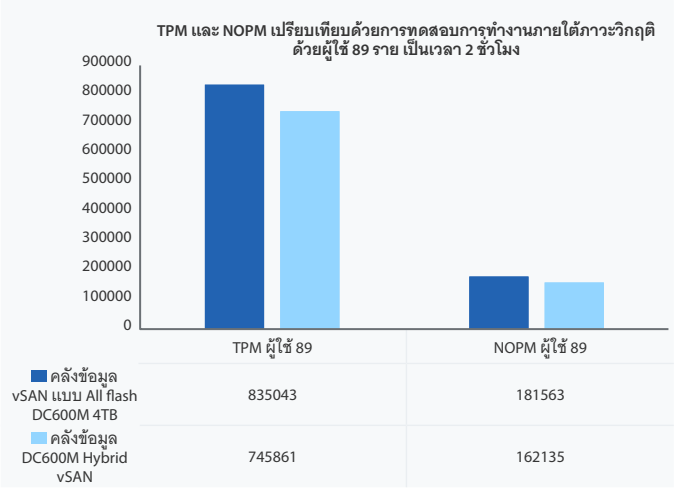
ในการทดสอบ 3 เราประเมินประสิทธิภาพการทำงานของคลังข้อมูล vSAN แบบไฮบริดและแบบ All flash และตัวชี้วัดใหม่สำหรับการประเมินนี้ก็คือจำนวนคำสั่งต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละวัตต์โดยเฉลี่ย

ในการทดสอบนี้ คลังข้อมูล vSAN แบบ All flash จะใช้ DC600M 3840GB 9 ตัว ส่วนคลังข้อมูลแบบไฮบริดจะใช้ DC600M 960GB 1 ตัว และไดรฟ์ 1.2TB 10K RPM 2 ตัว

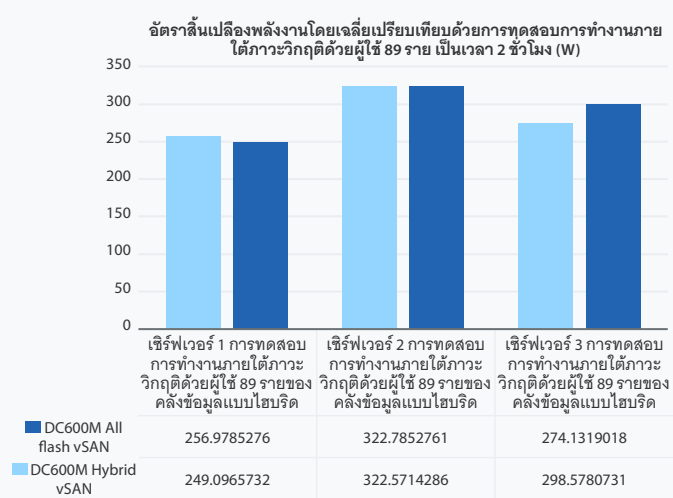
การทดสอบมีความครอบคลุมโดยใช้ฐานข้อมูล 2,000W รวมทั้งกำหนดจำนวนผู้ใช้ไว้ที่ 89 ราย และระยะเวลา 2 ชั่วโมง รวมระยะเวลาเร่งการทำงาน 20 นาที จากนั้นจึงตรวจสอบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานแบบเรียลไทม์ (หน่วยเป็นวัตต์) จากโหนด vSAN แต่ละโหนดอย่างละเอียด โดยมีการใช้เครื่องมือ RACADM Command Line ที่อยู่ในแพ็กเกจ srvadmin เวอร์ชัน 11.0.0 ของ Dell (srvadmin-idracadm8) ผ่านการเชื่อมต่อแบบ IPMI Out-of-band SSH

นอกจากนี้ยังใช้ dpmstat ซึ่งเป็นคุณสมบัติติดตามขั้นสูงที่อยู่ในระบบควบคุม H740P RAID เพื่อบันทึกค่าการอ่านและการเขียนทั้งหมดเป็นหน่วยกิกะไบต์อย่างถูกต้อง รวมถึงค่าหน่วงเวลาสูงสุดต่อช่วงเวลาด้วย การทดสอบนี้ช่วยให้เราวิเคราะห์ลักษณะประสิทธิภาพการทำงานของคลังข้อมูล vSAN ทั้งแบบ All flash และแบบไฮบริด โดยให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับปริมาณการรับส่งข้อมูลและค่าหน่วงเวลาทั้งใน Cache tier และ Capacity tier

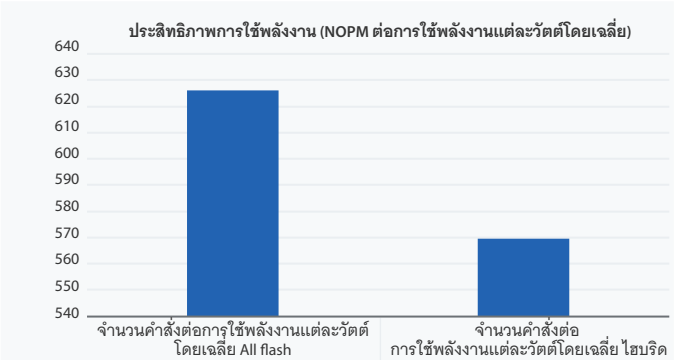
นอกจากนี้ เรายังใช้ฟีเจอร์ตัววัดประสิทธิภาพในตัวภายใน PowerShell's Get-Counter ในการตรวจวัดค่าหน่วงเวลาและปริมาณการรับส่งข้อมูลของดิสก์ด้วย **ข้อมูลนี้ทำให้เรามีมุมมองอย่างละเอียดเกี่ยวกับประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ซึ่งช่วยให้เราประเมินและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้พลังงานของโซลูชันจัดเก็บข้อมูลภายใต้การทดสอบได้อย่างรอบคอบ**



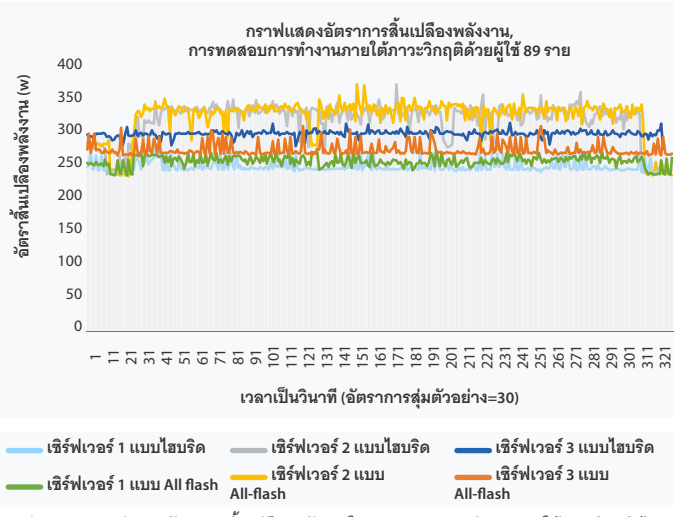
รูปภาพ 3.1 TPM และ NOPM จากการทดสอบการทำงานภายใต้ภาวะวิกฤติด้วยผู้ใช้ 89 ราย, คลังข้อมูล DC600M vSAN แบบ All flash และแบบไฮบริด



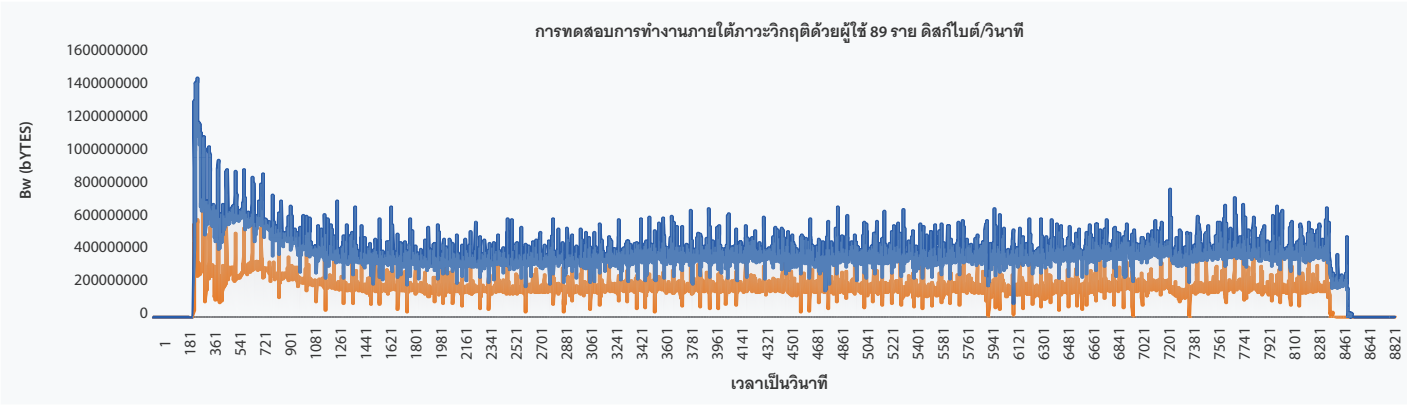
รูปภาพ 3.2 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานโดยเฉลี่ยในการทดสอบการทำงานภายใต้ภาวะวิกฤติด้วยผู้ใช้ 89 ราย เปรียบเทียบกันระหว่างคลังข้อมูล vSAN แบบไฮบริดและแบบ All flash



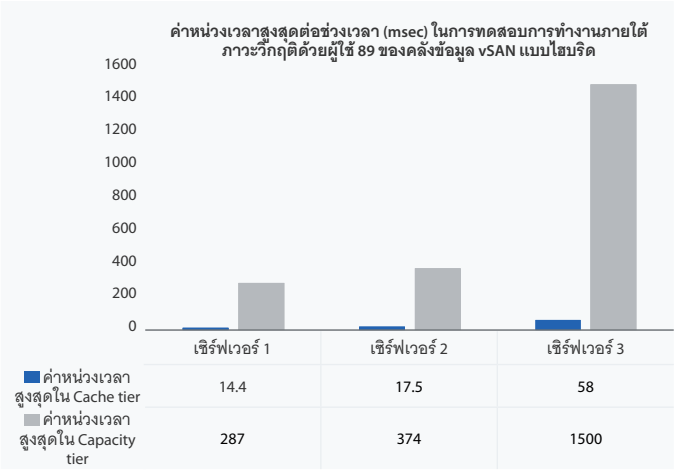
รูปภาพ 3.3 ประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการทดสอบการทำงานภายใต้ภาวะวิกฤติด้วยผู้ใช้ 89 ราย เปรียบเทียบกันระหว่างคลังข้อมูล DC600M vSAN แบบไฮบริดและแบบ All flash



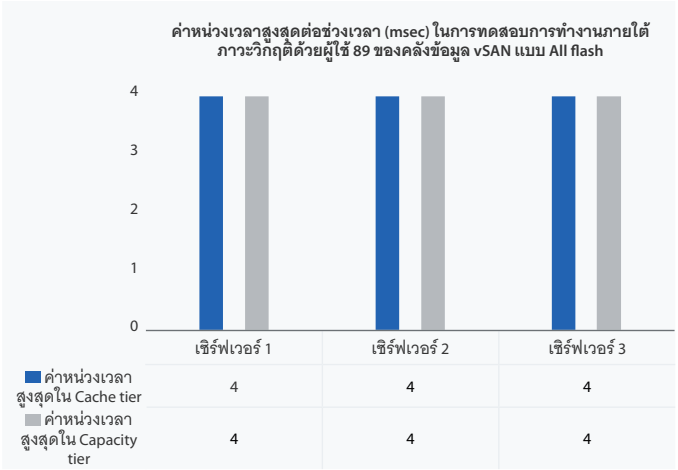
รูปภาพ 3.4 กราฟแสดงอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานในการทดสอบการทำงานภายใต้ภาวะวิกฤติด้วยผู้ใช้ 89 ราย เปรียบเทียบกันระหว่างคลังข้อมูล vSAN แบบไฮบริดและแบบ All flash



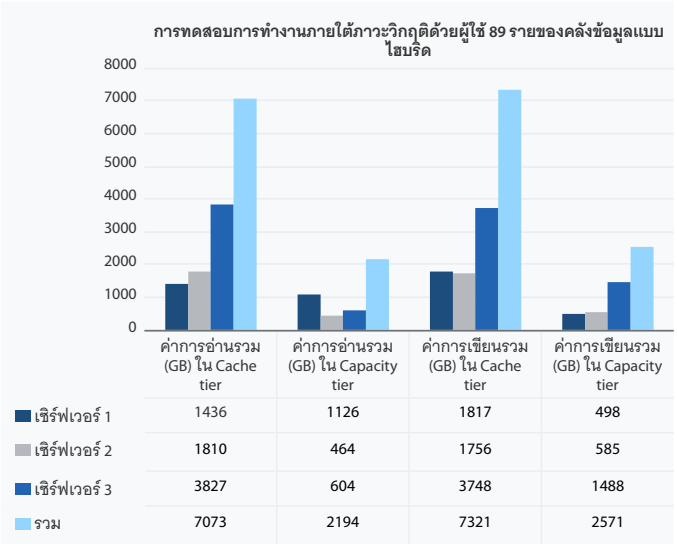
รูปภาพ 3.5 กราฟแสดงอัตราการรับส่งข้อมูลของดิสก์ในการทดสอบการทำงานภายใต้ภาวะวิกฤติด้วยผู้ใช้ 89 ราย เปรียบเทียบกันระหว่างคลังข้อมูล vSAN แบบไฮบริดและแบบ All flash



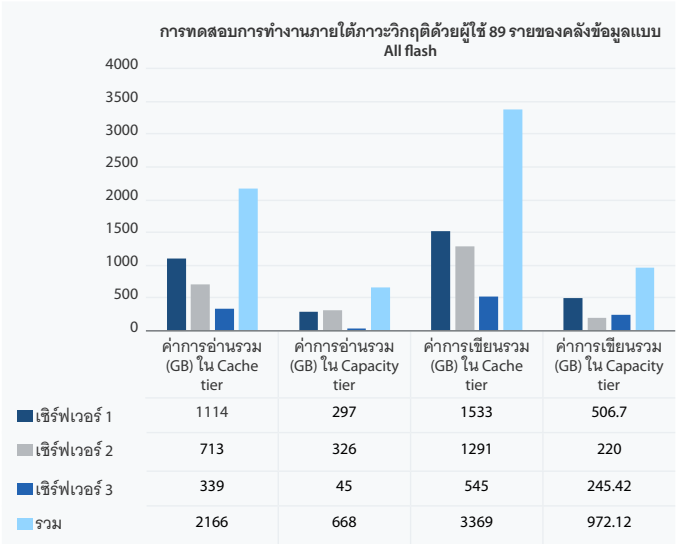
รูปภาพ 3.6 DPMstat ค่าหน่วงเวลา LCT สูงสุด (ms) ในการทดสอบการทำงานภายใต้ภาวะวิกฤติที่มีผู้ใช้ 89 รายด้วยคลังข้อมูลแบบไฮบริด



รูปภาพ 3.7 DPMstat ค่าหน่วงเวลา LCT สูงสุด (ms) ในการทดสอบการทำงานภายใต้ภาวะวิกฤติที่มีผู้ใช้ 89 รายด้วยคลังข้อมูล vSAN แบบ All flash



รูปภาพ 3.8 DPMstat ค่าการอ่านและการเขียนรวมเป็น GB ของคลังข้อมูล vSAN แบบไฮบริดใน Cache/ Capacity tier



รูปภาพ 3.9 DPMstat ค่าการอ่านและการเขียนรวม (GB) ของคลังข้อมูล vSAN แบบ All flash ใน Cache/Capacity tier

รูปภาพ 3.1-3.8 แสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพการใช้พลังงานของคลังข้อมูล vSAN แบบ All flash และแบบไฮบริด โดยตอบคำถามว่าพลังงานแต่ละวัตต์ที่ใช้ไปจะให้ประสิทธิภาพกลับมามากแค่ไหน และใช้สมการง่ายๆ มาคำนวณหาส่วนต่างของประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ดังนี้

PPW = (NOPM ที่ได้) / (พลังงานที่ใช้ เฉลี่ยจากเซิร์ฟเวอร์ 3 เครื่อง)

Δประสิทธิภาพการใช้พลังงาน = ΔPPW %

PPW สำหรับการทดสอบ 3 ดูได้จากรูปภาพ 3.3 คลังข้อมูล vSAN แบบ All flash ทำได้ 625 คำสั่งต่อวัตต์ ในขณะที่คลังข้อมูลแบบไฮบริดทำได้แค่ 569 คำสั่งต่อวัตต์ แสดงว่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ~10%

เราใช้วิธีที่มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นในเชิงประจักษ์เพื่อหาประสิทธิภาพการใช้พลังงานของคลังข้อมูล vSAN แบบ All flash อันดับแรก เรารวบรวมตัวชี้วัดอัตราการรับส่งข้อมูลของดิสก์เทียบกับเวลาตลอดการทดสอบ โดยใช้ฟีเจอร์ตรวจสอบประสิทธิภาพของ Windows ดังแสดงในรูปภาพ 3.5 จากนั้นจึงใช้เครื่องมือติดตาม dpmstat เพื่อหาว่าระบบอ่านและเขียนข้อมูลมากเท่าใด (GB) ไปยัง Cache tier และ Capacity tier รวมทั้งค่าหน่วงเวลาสูงสุดใน Cache tier และ Capacity tier ในการใช้งานแบบต่างๆ

รูปภาพ 3.5 กราฟอัตราการรับส่งข้อมูล แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าคลังข้อมูล vSAN แบบ All flash มีความได้เปรียบด้านประสิทธิภาพ โดยมีอัตราการรับส่งข้อมูลสูงกว่า โดยเพิ่มขึ้น 40% ตลอดการทดสอบ **ในขณะที่คลังข้อมูล vSAN แบบไฮบริดมีประสิทธิภาพการทำงานที่ผันผวนกว่า โดยมีช่วงที่อัตราการรับส่งข้อมูลเพิ่มขึ้นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจสัมพันธ์กับการไม่พบข้อมูลในแคช (Cache miss) จนจำเป็นจะต้องเรียกข้อมูลมาจาก Capacity Tier ของ HDD** ในทางตรงกันข้าม คลังข้อมูล vSAN แบบ All flash มีความเสถียรกว่าและประสิทธิภาพพื้นฐานสูงกว่า ซึ่งตอกย้ำให้เห็นถึงความสามารถในจัดการการอ่านข้อมูลจากทั้ง Cache tier และ Capacity tier

รูป 3.8 และ 3.9 แสดงจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่อ่านจากและเขียนไปยัง Cache tier และ Capacity tier เป็นหน่วยกิกะไบต์ (GB) ทั้งในคลังข้อมูล vSAN แบบไฮบริดและแบบ All flash ระหว่างการทดสอบการทำงานในภาวะวิกฤติด้วยผู้ใช้ 89 ราย โดยอิงจากข้อมูลจากบันทึก dpmstat EXT การกำหนดค่าคลังข้อมูล vSAN แบบไฮบริดที่ใช้ SSD ใน Cache tier และใช้ HDD ใน Capacity tier แสดงให้เห็นว่าจำนวนข้อมูลที่เขียนและอ่าน (GB) ในระดับ Cache tier เพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยเฉพาะในเซิร์ฟเวอร์ 3 ข้อมูลนี้แสดงว่ามีการใช้แคชอย่างมากเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับการอ่านและเขียนข้อมูล ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของคลังข้อมูลแบบไฮบริดที่ SDD Cache ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งจะลดค่าหน่วงเวลาโดยการจัดเก็บข้อมูลไว้ชั่วคราวก่อนจะโอนไปยัง Capacity tier ของ HDD ที่ทำงานช้ากว่า

คลังข้อมูล vSAN แบบไฮบริดยังมีภาระ (Overhead) ในการอ่าน-แก้ไข-เขียนอย่างมาก เนื่องจากจำเป็นต้องดึงข้อมูลไปยัง Cache tier เพื่อทำการแก้ไขก่อนจะเขียนกลับไปยัง Capacity tier **งานจึงอาจจะใช้เวลานานเนื่องจากการทำงานแบบกลไกของ HDD** ค่าที่เพิ่มขึ้นอย่างฉับพลันในบันทึก dpmstat LCT สำหรับ Capacity tier ดูได้จากรูปภาพ 3.6

ตรงกันข้ามกับคลังข้อมูล vSAN แบบ All flash ที่จำนวนข้อมูลทั้งหมด (GB) ที่อ่านและเขียนใน Cache tier ต่ำกว่าในเซิร์ฟเวอร์ทุกเครื่องและมีค่าความหน่วงสม่ำเสมอกัน (รูปภาพ 3.7) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการใช้แคชมีประสิทธิภาพมากกว่า ส่งผลให้ระบบใช้ DC600M SSD ได้อย่างรวดเร็วทั้งในระดับ Cache tier และ Capacity tier ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นนี้เป็นเพราะคลังข้อมูลแบบ All flash สามารถจัดการการอ่าน (in-place read) ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าโดยไม่จำเป็นต้องทำการอ่านเบื้องต้น (pre-emptive read) และไม่ต้องใช้ Cache tier ในการอ่าน จึงกำจัดวงจรการอ่าน-แก้ไข-เขียน ซึ่งเป็นภาระที่พบในคลังข้อมูลแบบไฮบริด

ในคลังข้อมูล vSAN แบบไฮบริด ระบบจะส่งเสริมให้ส่งข้อมูลที่เข้าถึงบ่อยมายัง Cache tier เพื่อให้เรียกดูได้อย่างรวดเร็ว และผลักข้อมูลที่เข้าถึงบ่อยน้อยกว่าไปยัง Capacity tier อย่างไรก็ตาม ค่าหน่วงเวลาระบบกลไกของ HDD ทำให้ประสิทธิภาพลดลงในระหว่างการเพิ่มและการลดลำดับความสำคัญของข้อมูลนี้ ตรงกันข้ามกับคลังข้อมูล vSAN แบบ All flash ที่ใช้ประโยชน์จาก I/O ที่มีประสิทธิภาพสูงและสม่ำเสมอของพื้นที่จัดเก็บข้อมูลแบบแฟลช จึงลดความจำเป็นในการเคลื่อนย้ายข้อมูล จึงกล่าวได้ว่า คลังข้อมูลแบบ All flash เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการพื้นที่จัดเก็บข้อมูลโดยการลดความซับซ้อนของการทำงานในระดับ Cache tier ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานมีความเสถียรมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีผู้ใช้จำนวนมากใช้งานพร้อมกัน

สรุป

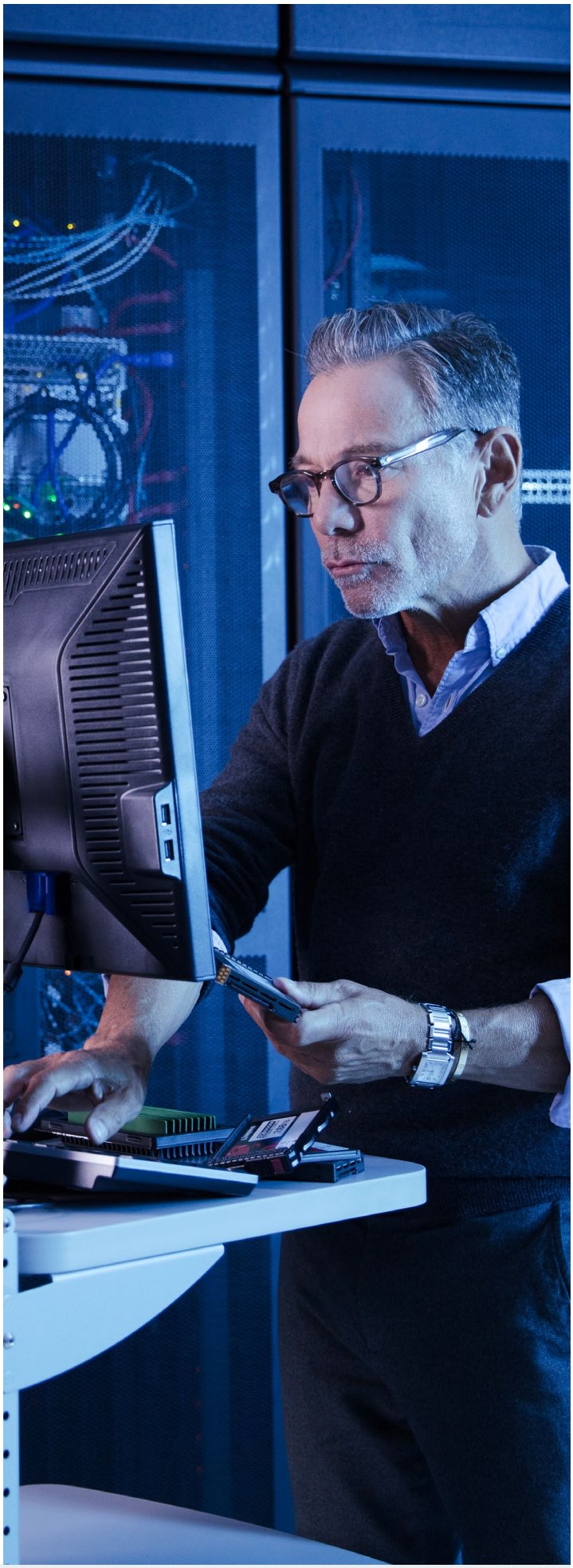
โดยสรุปแล้ว หลักฐานจากการทดสอบทั้งหมดแสดงให้เห็นขีดความสามารถและประสิทธิภาพการทำงานอันเยี่ยมยอดของ DC600M SSD ในคลังข้อมูล vSAN แบบ All Flash ได้เป็นอย่างดี โดยให้ทั้งความเร็ว ความทนทาน ความสม่ำเสมอ และประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่มีความสำคัญเหนือสิ่งอื่นใดในโลกที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลอย่างในปัจจุบัน สำหรับองค์กรที่ให้ความสำคัญกับการทำงานและการจัดการข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ SSD เหล่านี้มาพร้อมคุณสมบัติที่น่าสนใจอย่างยิ่ง โดยมอบความทนทานและประสิทธิภาพการทำงานอย่างสมดุล

สิ่งที่ควรพิจารณาไม่ได้มีแค่การเพิ่มปริมาณการรับส่งข้อมูลและลดค่าหน่วงเวลาได้ทันที แต่ต้องคำนึงถึงวิสัยทัศน์ในระยะยาวเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานขององค์กรด้วย อย่าลืมว่าความต้องการข้อมูลจะเพิ่มขึ้นและเปลี่ยนไปเรื่อยๆ ดังนั้นโซลูชันจัดเก็บข้อมูลจำเป็นต้องสามารถปรับตัวและรองรับการใช้งานในอนาคตด้วย **เมื่อพิจารณาจากปัจจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่า DC600M SSD เป็นตัวเลือกที่โดดเด่น เพราะไม่เพียงมอบระบบที่ได้มาตรฐานตามเกณฑ์ชี้วัดในปัจจุบัน แต่ยังคาดการณ์ความต้องการในอนาคตด้วย**

การเลือกองค์ประกอบที่เหมาะสมให้กับโซลูชันจัดเก็บข้อมูลเป็นการตัดสินใจที่มีความสำคัญในเชิงกลยุทธ์ ซึ่งเห็นได้จากเสาหลักการดำเนินงานขององค์กร และด้วย DC600M SSD การตัดสินใจนั้นจะเป็นการเตรียมพร้อมสำหรับอนาคต ซึ่งข้อมูลจะไม่ใช่อุปสรรคต่อการทำงาน แต่เป็นตัวเร่งให้เกิดการเติบโตและการคิดค้นนวัตกรรม

โปรดอ่านข้อมูลการวิเคราะห์นี้ พร้อมทั้งศึกษาว่าการนำ DC600M SSD มาใช้กับคลังข้อมูล vSAN แบบ All flash จะช่วยตอบโจทย์ของคุณทั้งด้านประสิทธิภาพ ความเสถียร และความพร้อมสำหรับยุคสมัยที่ไม่มีการผ่อนปรนด้านความเป็นเลิศได้อย่างไร

หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับโซลูชันศูนย์ข้อมูลของ Kingston โปรดเข้าไปที่เว็บไซต์ของเรา. หากคุณกำลังทำโปรเจกต์ ทีม Ask an Expert สามารถให้คำแนะนำและช่วยให้คุณดำเนินงานสำเร็จตามเป้าหมาย



#KingstonIsWithYou

©2024 Kingston Technology Far East Corp. (Asia Headquarters), No. 1-5, Li-Hsin Rd. 1, Science Park, Hsin Chu, Taiwan
สงวนลิขสิทธิ์ เครื่องหมายการค้าและเครื่องหมายการค้าจดทะเบียนทั้งหมดถือเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้เป็นเจ้าของ