



Giảm Tổng chi phí sở hữu (TCO) và Xây dựng Cơ sở dữ liệu Bền bỉ, Nhanh nhạy với Ổ cứng thể rắn NVMe Doanh nghiệp DC1500M của Kingston và hạ tầng siêu hội tụ (HCI) của VMware vSAN

Tác giả: Hazem Awadallah, Kỹ sư hệ thống, Kingston Technology

Người xét duyệt: Chris Selden, Quản lý kỹ thuật sản phẩm SSD, Kingston Technology



Mục lục

- [Tóm tắt tổng quan](#)
- [Những thách thức về cơ sở hạ tầng thường gặp với Hệ thống Quản lý Cơ sở dữ liệu Quan hệ \(RDBMS\) trong trung tâm dữ liệu ngày nay](#)
- [Giải pháp: Giới thiệu ổ SSD NVMe Doanh nghiệp DC1500M cho Trung tâm Dữ liệu của Kingston Technology](#)
- [Môi trường Thử nghiệm](#)
 - [I. Cơ sở hạ tầng](#)
 - [II. Cấu hình cơ sở dữ liệu](#)
 - [III. Hiệu năng lưu trữ của vSAN](#)
- [Kết quả thử nghiệm](#)
 - [Thử nghiệm 1, VM SQL Server 2017 vSAN DC1500M 960GB với lượng DRAM khác nhau](#)
 - [Kết quả thử nghiệm 1, VM SQL Server 2017 vSAN DC1500M 960GB với lượng DRAM khác nhau](#)
 - [Thử nghiệm 2: So sánh hiệu năng của SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN dùng ổ SSD SATA Kingston DC500M, SSD SATA Micron 5200 eco và SSD NVMe DC1500M](#)
 - [Kết quả thử nghiệm 2: So sánh hiệu năng của SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN dùng ổ SSD SATA Kingston DC500M, SSD SATA Micron 5200 eco và SSD NVMe DC1500M](#)
 - [Thử nghiệm 3: So sánh hiệu năng của SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN dùng ổ NVMe DC1500M và SATA Micron 5200 eco, kích thước lược đồ lớn hơn và thời gian thử nghiệm dài hơn.](#)
 - [Kết quả thử nghiệm 3: So sánh hiệu năng của SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN dùng ổ NVMe DC1500M và SATA Micron 5200 eco, kích thước lược đồ lớn hơn và thời gian thử nghiệm dài hơn.](#)
 - [Thử nghiệm 4: So sánh hiệu năng của SQL Server 2017, hiệu năng sao lưu và lưu trữ, vSAN dùng ổ NVMe DC1500M so với SATA Micron 5200 eco](#)
 - [Thử nghiệm 4: Kết quả: So sánh hiệu năng của SQL Server 2017, hiệu năng sao lưu và lưu trữ, vSAN dùng ổ NVMe DC1500M so với SATA Micron 5200 eco](#)
 - [Thử nghiệm 5: So sánh hiệu năng SQL Server 2017, thử nghiệm hiệu ứng Noisy Neighbor, vSAN dùng ổ NVMe DC1500M so với SATA Micron 5200 eco](#)
 - [Kết quả thử nghiệm 5: So sánh hiệu năng SQL Server 2017, thử nghiệm hiệu ứng Noisy Neighbor, vSAN dùng ổ NVMe DC1500M so với SATA Micron 5200 eco](#)
- [Kết luận](#)

Tóm tắt tổng quan

Trong những năm gần đây, việc NVMe ra đời đã tạo nên một cuộc cách mạng trong lĩnh vực lưu trữ dữ liệu. Đây là một bước tiến lớn giúp tối đa hóa hiệu năng của NAND flash và tận dụng PCI express, một tiêu chuẩn bus mở rộng giàu tính năng, giá thành thấp, mức băng thông cao và có thể tương thích với các công nghệ phát triển trong tương lai. Hiện tại, ở thế hệ thứ 5, PCIe Gen5 cho phép truyền với tốc độ lên đến 8 GB/giây trên mỗi làn, loại bỏ điểm tắc nghẽn về bus mở rộng trong hệ thống lưu trữ và tạo cơ hội cho sự đổi mới và

phát triển, không chỉ trong bộ điều khiển ổ SSD và NAND flash mà còn trên toàn hệ thống phần cứng. Bộ xử lý, thiết kế khung vỏ, bo mạch chủ và tô pô IO phần cứng đang không ngừng phát triển để hỗ trợ phần bằng thông bổ sung. Trong trung tâm dữ liệu, tô pô mạng đang trải qua những thay đổi quan trọng để phù hợp với NVMe. Trong đó, thông số kỹ thuật NVMe-OF, các giao diện mạng, bộ chuyển mạch cùng giao thức truyền tải đã thay đổi và đang tiếp tục cải tiến để hỗ trợ mức bằng thông ngày càng cao, đồng thời vẫn duy trì được Chất lượng Dịch vụ (QoS) và khả năng truyền tải gói mà không bị thất thoát.

Nhưng sự ra đời của NVMe có tác động như thế nào đến hiệu năng của ứng dụng? Liệu bạn có thể giảm dung lượng lưu trữ mà vẫn cải thiện được thông lượng giao tác và giảm thời gian phản hồi giao tác hay không? Liệu chúng ta có thể giảm đáng kể thời gian sao lưu cơ sở dữ liệu để giảm thiểu vấn đề Noisy Neighbor (tức là hiệu suất bị ảnh hưởng do người dùng/ứng dụng/máy ảo khác sử dụng phần lớn tài nguyên sẵn có) cũng như tác động của vấn đề này trong môi trường sản xuất hay không? Trong bài viết này, chúng tôi sẽ cố gắng giải đáp những câu hỏi này bằng cách nghiên cứu lượng công việc OLTP đặc thù, theo định nghĩa của thông số kỹ thuật TPCC, và đưa ra một vài so sánh thực tiễn để cho thấy tác động của NVMe đối với hiệu năng giao tác trong các tình huống thực tế.

Những thách thức về cơ sở hạ tầng thường gặp với Hệ thống Quản lý Cơ sở dữ liệu Quan hệ (RDBMS) trong trung tâm dữ liệu ngày nay

Chi phí, Kế hoạch Dung lượng và Khả năng đáp ứng quy mô

Với sự gia tăng đáng kể về băng thông Internet, tốc độ xử lý và sự bùng nổ về phân tích dữ liệu trong 2 thập kỷ qua, cơ sở dữ liệu OLTP sản xuất đang phát triển nhanh chóng, thường nhanh hơn rất nhiều so với kế hoạch của các kiến trúc sư ứng dụng và cơ sở hạ tầng. Cấu trúc lưu trữ và cấu trúc mạng cơ bản phải được xây dựng để có thể thay đổi quy mô ngay từ đầu nhằm đáp ứng nhu cầu đang tăng dần theo thời gian ấy và để cân bằng giữa chi phí, khả năng dễ quản lý và hiệu năng. Việc xây dựng ứng dụng trong trung tâm dữ liệu cục bộ hay sử dụng dịch vụ đám mây IaaS/PaaS đã trở thành quyết định khó khăn về mặt thiết kế. Khi giữ cho ứng dụng chạy trong trung tâm dữ liệu cục bộ, các kiến trúc sư giải pháp có thể kiểm soát hoàn toàn khả năng đáp ứng quy mô, tính bảo mật, khả năng phục hồi và hiệu năng, nhưng lại cần phải lập kế hoạch tỉ mỉ và đôi khi phải tốn một khoản chi phí trả trước đắt đỏ. Việc sử dụng dịch vụ đám mây IaaS/PaaS sẽ giúp tăng tốc độ triển khai và đơn giản hóa khả năng đáp ứng quy mô, nhưng lại không thể kiểm soát hoàn toàn hiệu năng, khả năng phục hồi và có thể trở nên tốn kém rất nhanh sau đó khi quy mô của ứng dụng mở rộng. Một số công ty thích sử dụng cách tiếp cận kết hợp, trong đó ứng dụng cấp 1 quan trọng hơn có thể đặt trong trung tâm dữ liệu cục bộ, còn ứng dụng cấp 2 và các ứng dụng cũ sẽ được chuyển lên đám mây. Đối với ứng dụng được lưu trữ cục bộ, các giải pháp hạ tầng siêu hội tụ như VMware vSAN với nhóm đĩa toàn flash sẽ giúp cân bằng tốt giữa chi phí, tính đơn giản, hiệu năng và khả năng đáp ứng quy mô dễ dàng.

Khả năng phục hồi

Các ứng dụng cấp 1 phải được xây dựng hoặc di chuyển sang cơ sở hạ tầng có khả năng chống chịu nhiều lỗi phần cứng xảy ra trong toàn bộ hệ thống phần cứng. Nếu không có kế hoạch đúng đắn, lỗi thiết bị trong trung tâm dữ liệu có thể gây ra tổn thất đáng kể về tiền bạc do gây gián đoạn dịch vụ hoặc trong trường hợp xấu nhất là mất dữ liệu vĩnh viễn. Trong môi trường lưu trữ dùng chung, phải có kế hoạch cẩn thận để đảm bảo rằng cơ sở hạ tầng cơ bản đã được xây dựng sao cho có thể chống chịu lỗi lưu trữ và việc quá tải hiệu năng thành phần.

Đối với vSAN chẳng hạn, ứng dụng cấp 1 phải có mức Lỗi Có thể chịu (FTT) tối thiểu là 1 và phải bật tính năng Độ khả dụng Cao (HA) của vSphere để đảm bảo ứng dụng và VM cơ sở dữ liệu đã được bảo vệ khỏi ít nhất một lỗi máy tính, lỗi mạng hoặc lỗi bộ lưu trữ. Ngoài ra, cũng có thể kích hoạt Bộ lập lịch Tài nguyên Phân tán (DRS) của vSphere sau đó để cân bằng tải tài nguyên CPU/bộ nhớ trên các máy chủ vật lý trong cụm.

Dự tính Hiệu năng Thay đổi

Nhu cầu có được tốc độ giao tác cao hơn và độ trễ thấp hơn tiếp tục tăng khi các ứng dụng OLTP ngày càng mở rộng quy mô và ngày càng có nhiều người dùng đặt tải giao tác cao hơn trên cơ sở dữ liệu phụ trợ. Kiến trúc sư ứng dụng phải lập kế hoạch sao cho cơ sở hạ tầng lưu trữ có thể thích ứng để hỗ trợ nhu cầu ngày càng gia tăng này và đủ linh hoạt để di chuyển giữa các cấp lưu trữ khác nhau. Ví dụ: cơ sở dữ liệu SQL nằm trên các đĩa ảo do mảng lưu trữ SAN cung cấp có thể di chuyển sang một kho dữ liệu vSAN toàn flash NVMe với các cấp lưu trữ nhanh hơn như NVMe bằng cách sử dụng bộ lưu trữ VMotion của VMware.

Vấn đề nan giải khi xảy ra tình huống Noisy Neighbor

Việc thiết kế cơ sở hạ tầng sao cho lượng công việc chính có đủ nguồn tài nguyên cần thiết để vận hành là điều bắt buộc. Trong môi trường lưu trữ dùng chung có nhiều lượng công việc, hiệu năng có thể trở nên khó đoán trước và lượng công việc bất thường có thể gây khó khăn cho lượng công việc sản xuất chính. Đây là định nghĩa về vấn đề Noisy Neighbor. Trong phần sau của bài viết này, chúng ta sẽ thấy một ví dụ của vấn đề này là hoạt động sao lưu cơ sở dữ liệu đột xuất trên một máy chủ – tiêu thụ bộ lưu trữ và tài nguyên mạng, đồng thời làm ảnh hưởng đến hiệu năng và độ trễ của các máy chủ khác sử dụng chung nguồn tài nguyên.

Giới thiệu ổ SSD NVMe Doanh nghiệp DC1500M của Kingston

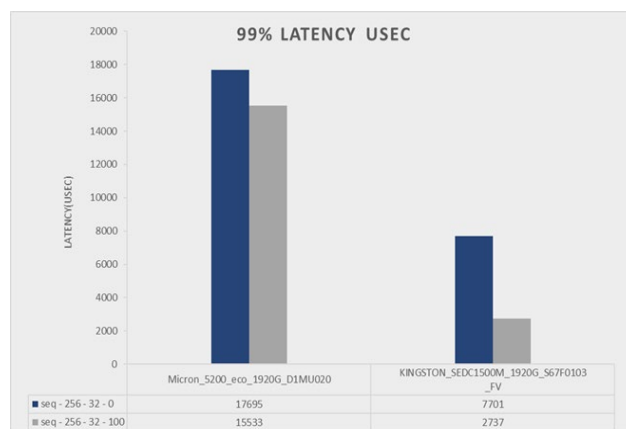
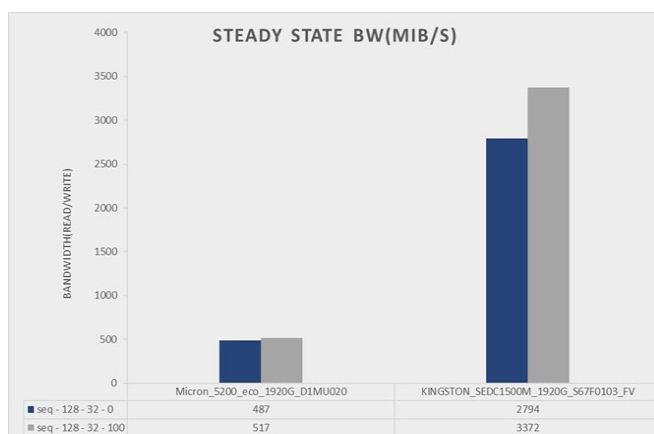
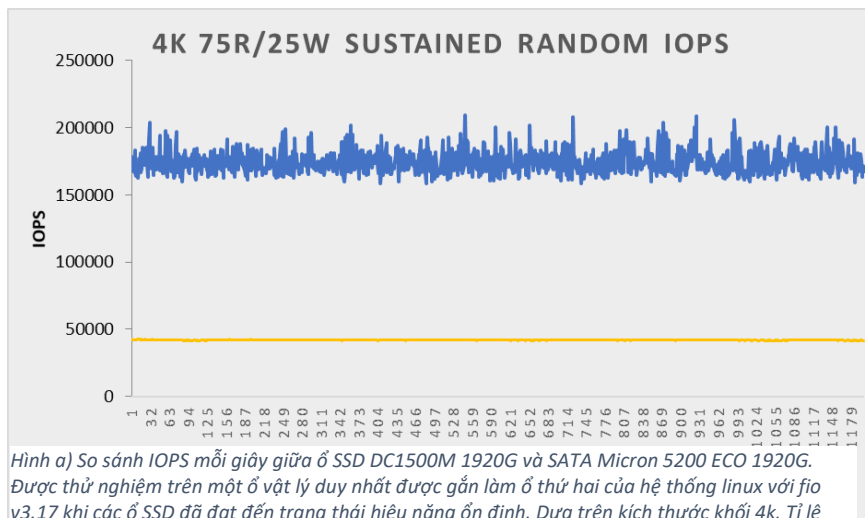
Kingston DC1500M là ổ NVMe Doanh nghiệp U.2 PCIe 3.0x4 mới nhất của Kingston với các mức dung lượng dao động từ (960 GB - 7.680 G). Được trang bị bộ điều khiển 16 kênh và NAND 3D TLC, ổ này được thiết kế theo các yêu cầu nghiêm ngặt về Chất lượng Dịch vụ (QoS) để đảm bảo có hiệu năng cao liên tục và tính nhất quán trong lượng công việc của doanh nghiệp mà vẫn giữ được độ trễ thấp nhất. Lấy trọng tâm phục vụ ứng dụng doanh nghiệp, phần mềm điều khiển của ổ này hỗ trợ các tính năng như dung lượng dự phòng, nhiều không gian tên (hỗ trợ đến 64 không gian tên), cũng như các thuật toán ECC phức tạp hơn để đảm bảo độ tin cậy cho lượng công việc của doanh nghiệp trong suốt vòng đời sử dụng ổ.

Trước thực tế SSD SATA vẫn là loại ổ SSD phổ biến nhất trong trung tâm dữ liệu, mục đích của chúng tôi trong bài viết này là chỉ ra rằng việc di chuyển hoặc xây dựng cơ sở hạ tầng lưu trữ trên ổ SSD NVMe Doanh nghiệp, như NVMe DC1500M của Kingston, sẽ giúp hạn chế được một số vấn đề đã đề cập đến ở trên.

Trong thử nghiệm nội bộ của chúng tôi, một ổ SSD Kingston NVMe DC1500M duy nhất có thể tăng thông lượng lên đến 6,5 lần và cải thiện độ trễ gấp 5,6 lần (Hình b bên dưới) so với 1 ổ SSD SATA Doanh nghiệp Micron 5200 eco, nhưng mức giá lại hoàn toàn chênh lệch.

Trong môi trường siêu hội tụ, mức hiệu năng này đồng nghĩa với việc cơ sở dữ liệu SQL Server sẽ có thông lượng giao tác cao hơn và độ trễ thấp hơn, đồng thời dung lượng lưu trữ và mức tiêu thụ điện năng cũng thấp hơn. Trong ví dụ này, cần đến 6 ổ micron 5200 eco mới tương đương với thông lượng của 1 ổ DC1500M. Trong phần sau, chúng ta sẽ xem hiệu năng này tương đương với lượng công việc OLTP SQL thực tế trên VMware vSAN như thế nào.

Những đột biến về hiệu năng của ổ SSD NVMe, chẳng hạn như DC1500M đã được giới thiệu ở trên so với ổ SSD SATA, cũng thể hiện rằng khi được ứng dụng vào môi trường siêu hội tụ dùng chung, thì các ổ này cũng có thể giúp làm giảm tác động của vấn đề Noisy Neighbor lên các ứng dụng cấp 1. Các ổ SSD NVMe Doanh nghiệp như DC1500M có thể hoàn thành lượng công việc ngoài dự kiến, như hoạt động sao lưu/khôi phục trong suốt thời gian sản xuất, với tốc độ nhanh hơn nhiều mà vẫn giữ được độ trễ thấp và thông lượng giao tác cao đối với lượng công việc sản xuất tối quan trọng cấp 1. Chúng tôi sẽ trình bày cụ thể kết quả so sánh này trong các thử nghiệm Noisy Neighbor ở phần sau của bài viết.

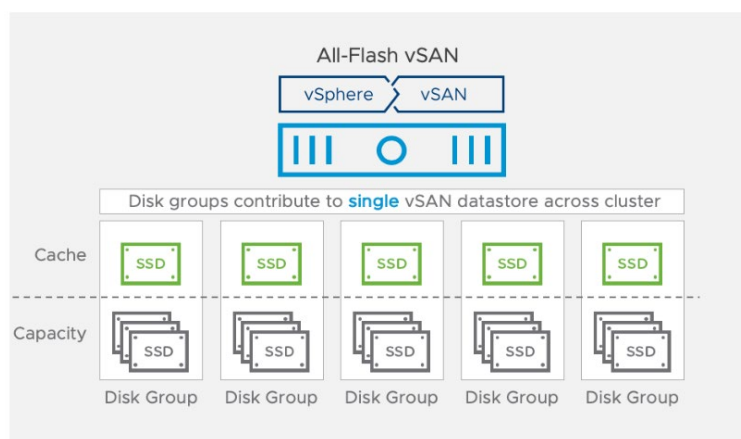


Hình b) So sánh băng thông BW (MB/giây) Đọc/Ghi tuần tự và Độ trễ (usec) giữa ổ SSD DC1500M 1920G và SATA Micron 5200 ECO 1920G. Được thử nghiệm trên một ổ vật lý duy nhất được gắn làm ổ thứ hai của hệ thống linux với fio v3.17 khi các ổ SSD đã đạt đến trạng thái hiệu năng ổn định. Dựa trên kích thước khối 256k và Độ sâu hàng đợi 32

I. Cơ sở hạ tầng

Môi trường thử nghiệm của chúng tôi được thể hiện trong Hình 1.1 và 1.2 dưới đây. Chúng tôi đã chọn VMware vSAN làm HCI vì đây là một tùy chọn lưu trữ có khả năng mở rộng quy mô, khả năng phục hồi, mức tập trung hóa cao và tiết kiệm chi phí dành cho các môi trường ảo hóa, siêu hội tụ.

VMware vSAN cho phép người dùng tổng hợp các thiết bị lưu trữ cục bộ từ nhiều máy chủ vào một kho dữ liệu duy nhất mà tất cả các máy chủ trong cụm vSAN dùng chung. Dữ liệu vật lý từ mỗi máy chủ được đặt vào các nhóm đĩa, trong đó 1 ổ/nhóm đĩa được dùng làm thiết bị bộ nhớ đệm và tối đa 7 ổ/nhóm đĩa được dùng làm thiết bị cung cấp dung lượng. Một máy chủ có thể có tối đa 5 nhóm đĩa nên sẽ có tối đa 35 thiết bị dung lượng/máy chủ góp phần làm nên cụm vSAN. Nhóm đĩa của tất cả các máy chủ ESXi trong một cụm vSAN được kết hợp để tạo thành một kho dữ liệu vSAN, trong đó lưu lượng giữa các máy chủ và kho dữ liệu vSAN phân tách với nhau qua mạng chuyên dùng cho vSAN (yêu cầu tốc độ trên 10 Gb/giây cho vSAN toàn flash). Việc này cho phép quản trị viên bắt đầu từ mức dung lượng lưu trữ nhỏ và bổ sung các nút lưu trữ để mở rộng dung lượng (lên đến 64 Nút/cụm) tùy theo yêu cầu, đồng thời mang đến phương pháp kiểm soát khá dễ dàng về mặt yêu cầu hiệu năng của các VM cụ thể.



Hình 1: Cấu trúc vSAN toàn flash

vSAN sử dụng chính sách lưu trữ để chỉ định mức độ bảo vệ và phân chia (striping) các đĩa ảo cụ thể. vSAN sử dụng chính sách lưu trữ mặc định để nhân bản (mirror) tất cả các đối tượng mà kho dữ liệu vSAN cung cấp, nhưng cũng cấp cho quản trị viên quyền kiểm soát chi tiết về mức độ bảo vệ của các đĩa ảo được cung cấp cho VM từ kho dữ liệu vSAN. Ví dụ: để VMDK của ổ dữ liệu SQL có thể chịu được ít nhất một lỗi trong cụm (toàn bộ máy chủ, đĩa hoặc giao diện mạng), chúng ta có thể chỉ định mức Lỗi Có thể chịu (FTT) chính là 1. Sau đó, một bản sao RAID-1 của đối tượng VMDK sẽ được tạo

ra với một thành phần bản sao trên một máy chủ và một thành phần bản sao khác trên một máy chủ khác trong cụm vSAN. Tương tự, quản trị viên có thể chỉ định chính sách lưu trữ RAID 0 (chỉ phân chia) với FTT bằng 0 nếu muốn VMDK của ổ sao lưu có khả năng phục hồi bằng không và hiệu năng ở mức tối đa; trong đó VM có tính khả dụng cao thông qua SQL AlwaysOn Failover Clustering hoặc nếu cơ sở dữ liệu thường xuyên được sao lưu bằng các giải pháp sao lưu thông thường như Commvault hoặc NetBackup.

Tại phòng thí nghiệm kiểm định và thử nghiệm ổ SSD Kingston Technology của chúng tôi và để phục vụ bài viết này, chúng tôi đã sử dụng 3 [máy chủ PowerEdge R740xD](#) hỗ trợ 8 khay ổ NVMe 2,5" và 16 khay ổ SATA/SAS 2,5" trên một máy chủ, kết hợp với mạng 10 Gb chuyên dụng được hỗ trợ bằng [bộ chuyển mạch Cisco Nexus 5k](#) dành cho lưu lượng vSAN để thử nghiệm ổ SSD SATA. Chúng tôi đã sử dụng [siêu máy chủ SYS-2029BT-HNR](#) Big Twin Supermicro 4 nút với mạng 40 Gb chuyên dụng được hỗ trợ bằng 1 [bộ chuyển mạch Cisco 9k](#) dành cho lưu lượng vSAN để thử nghiệm NVMe. Trong thử nghiệm, chúng tôi đã chỉ định chính sách lưu trữ tùy chỉnh (FTT = 0) cho đĩa ảo VM Khách để tối đa hóa hiệu năng lưu trữ khối cho tất cả các thử nghiệm được thực hiện trong bài viết này. Đối với những thử nghiệm khác nhau mà chúng tôi đã tiến hành, chúng tôi đã sử dụng các ổ SSD khác nhau (thông tin này được ghi lại ở đầu mỗi kết quả thử nghiệm bên dưới), nhưng theo tiêu chuẩn, chúng tôi đã dùng 3 ổ đĩa vật lý có cùng dung lượng trên mỗi nhóm đĩa cho cả thử nghiệm với SATA và NVMe. Chúng tôi đã chọn ổ SSD SATA Micron 5200 eco phổ biến để tiến hành thử

thử nghiệm so sánh. Đối với việc quản lý và về lưu lượng VMotion, chúng tôi đã sử dụng mạng 1 Gb được hỗ trợ bằng 1 bộ chuyển mạch có quản lý 24 cổng Netgear JGS524PE.

Môi trường thử nghiệm NVMe (Phần cứng)	Môi trường thử nghiệm SATA/SAS/HYBRID (Phần cứng)
Cụm Supermicro SYS-2029BT-HNR 4 Nút với 6 khay ổ NVMe 2,5" hoán đổi nóng (Hot-swap)/máy chủ	Cụm PowerEdge Dell R740xD 3 Nút hỗ trợ với 8 khay ổ NVMe 2,5" và 16 khay ổ SATA/SAS 2,5"/máy chủ
CPU Intel(R) Xeon(R) Gold 6252 (48c/96t) @ 2,10 GHz X 8	CPU Intel(R) Xeon(R) Silver 4114 (10c/20t) @ 2,20 GHz x8
DIMM REG ECC Kingston DDR4-2933 2Rx4 64x32 GB (16x32 GB mỗi nút), 512 GB/Nút, 2.048 GB/cụm	Bộ nhớ Kingston ECC Bạc đôi 768 GB 24x32 GB @ 2.400 MHz/Nút, 2.304 GB/cụm
2xBộ chuyển mạch lớp trung tâm dữ liệu Cisco nexus N5K-C5010 20 cổng 10 Gbe dành cho lưu lượng mạng vSAN	1xBộ chuyển mạch lớp trung tâm dữ liệu Cisco Nexus 9332PQ Switch 32 cổng 40 Gbe chuyên dùng cho lưu lượng mạng vSAN
	PERC H740P được cấu hình ở chế độ truyền qua HBA

Hình 1.1: Phần cứng đã được sử dụng trong các thử nghiệm của chúng tôi

Môi trường thử nghiệm NVMe (Hệ điều hành và Phần mềm)	Môi trường thử nghiệm SATA (Hệ điều hành và Phần mềm)
Phần mềm giám sát máy ảo: VMware ESXi, 7.0.3, 19193900	Phần mềm giám sát máy ảo: VMware ESXi, 7.0.3, 19193900
vSAN 7U3c (VMware ESXi, 7.0.3, 19193900 + VMware VirtualCenter 7.0.3 bản dựng 19234570)	vSAN 7U3c (VMware ESXi, 7.0.3, 19193900 + VMware VirtualCenter 7.0.3 bản dựng 19234570)
Hệ điều hành Khách: Windows Server 2019 phiên bản Data center, v1809	Hệ điều hành Khách: Windows Server 2019 phiên bản Datacenter, v1809
Microsoft SQL Server 2017 (RTM) - 14.0.1000.169 (X64)	Microsoft SQL Server 2017 (RTM) - 14.0.1000.169 (X64)
HammerDB-v3.2	HammerDB-v3.2
HCIBench 2.5.3	HCIBench 2.5.3

Hình 1.2: Hệ điều hành và Phần mềm

II. Cấu hình Cơ sở dữ liệu

Trong các thử nghiệm được thực hiện ở bài này, chúng tôi đã sử dụng VM Khách Server 2019 với SQL Server 2017 và VMDK riêng biệt được cung cấp từ kho dữ liệu vSAN dành cho Dữ liệu, Nhật ký và Sao lưu. HammerDB – một ứng dụng kiểm tra tải cơ sở dữ liệu mã nguồn mở hỗ trợ chạy kiểm chuẩn TPCC cho các ứng dụng OLTP và chạy kiểm chuẩn TPC-H cho lượng công việc phân tích dữ liệu. Trong toàn bộ các thử nghiệm khác nhau thuộc bài viết này, thông số kỹ thuật của chuẩn TPCC được chọn ở đây để mô phỏng lượng công việc giao tác OLTP và đảm bảo tính phù hợp và độ tin cậy của kết quả thử nghiệm.

Chuẩn TPCC (có định nghĩa chính thức trên tpc.org (trang chủ TPCC)), là chuẩn OLTP nổi tiếng đạt tiêu chuẩn ngành, trong đó một hệ thống máy tính được triển khai để hoàn thiện đơn hàng của khách hàng và cung cấp sản phẩm từ một công ty. Công ty này bán 100.000 mặt hàng và giữ hàng trong kho. Mỗi kho có 10 khu bán hàng và mỗi khu phục vụ 3000 khách hàng. Khách hàng gọi cho công ty và người điều hành của công ty sẽ nhận đơn đặt hàng đó, mỗi đơn gồm có một vài mặt hàng và sau đó thường được cấp từ kho hàng cục bộ.

Tuy nhiên, tại một thời điểm nào đó, trong kho sẽ không có một số mặt hàng và hàng sẽ được cấp từ một kho thay thế. Điều quan trọng cần lưu ý là quy mô của công ty không cố định, có thể tăng thêm kho hàng và khu bán hàng khi công ty phát triển thêm. Vì thế, lược đồ thử nghiệm của bạn có thể có kích thước lớn hoặc nhỏ tùy ý. Khi lược đồ lớn hơn, cơ sở dữ liệu TPC-C sẽ lớn hơn và cần phải có hệ thống máy tính mạnh hơn để xử lý mức độ giao tác đã tăng lên (HammerDB).

Để thực hiện bài viết này, chúng tôi đã tiến hành nhiều thử nghiệm khác nhau, trong đó số lượng kho (kích thước lược đồ) cùng số lượng người dùng ảo đã được ghi lại ở đầu mỗi thử nghiệm và được giải thích trong kết quả thử nghiệm. Trong suốt tất cả các lần thử nghiệm, chúng tôi đều ghi lại kết quả Hammer DB ở mỗi lần, đồng thời ghi lại số liệu thống kê CPU, mạng, bộ nhớ và ổ đĩa bằng công cụ giám sát hiệu năng của Windows (Perfmon), với mô-đun gốc Get-counter trong Windows PowerShell và công cụ giám sát hiệu năng vSAN có sẵn trên máy chủ vCenter.

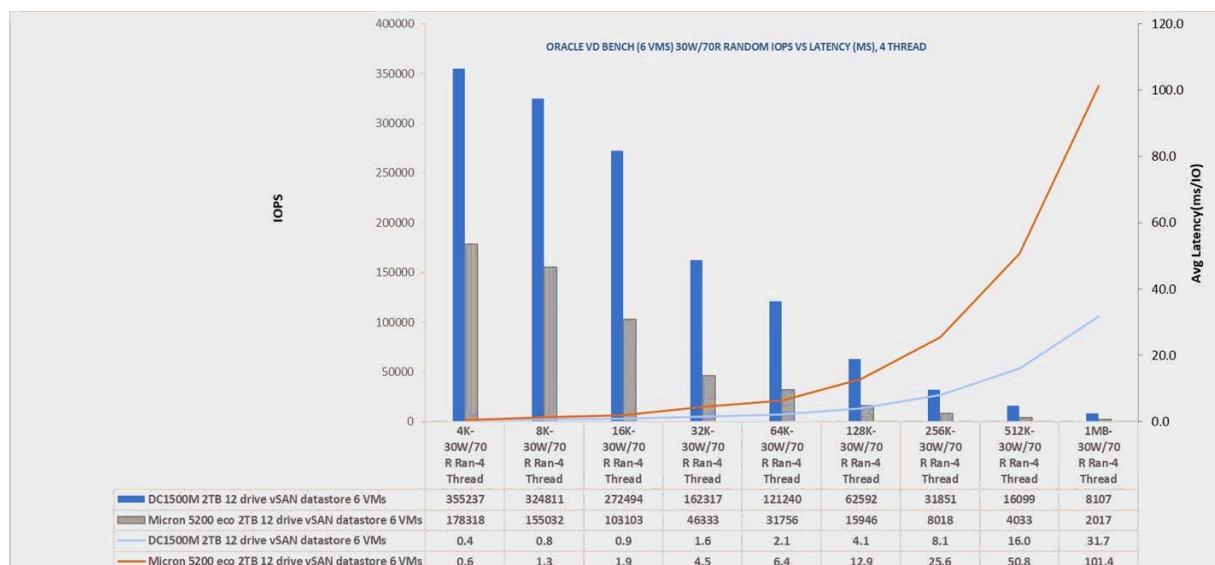
III. Hiệu năng Lưu trữ của vSAN

Chúng tôi đã thử nghiệm hiệu năng của kho dữ liệu vSAN đối với các cấu hình được chú trọng trong bài viết này trước khi tiến hành thử nghiệm SQL để đánh giá mức hiệu năng dự kiến từ kho dữ liệu vSAN dùng ổ SSD NVMe DC1500M và SATA Micron 5200 eco. Chúng tôi đã sử dụng công cụ được khuyến nghị của VMware để kiểm chuẩn kho dữ liệu vSAN – [HCIBench v2.5.3](#). Đây là một bộ công cụ tự động hóa vừa triển khai nhiều VM trên tất cả các máy chủ trong cụm vSAN, vừa chạy các lượng công việc cụ thể cùng một lúc bằng Vdbench trên tất cả các VM khách. Chúng tôi sẽ trình bày một số kết quả từ quá trình chạy với 6 VM trên cụm vSAN NVMe DC1500M và cụm SATA Micron 5200 eco.

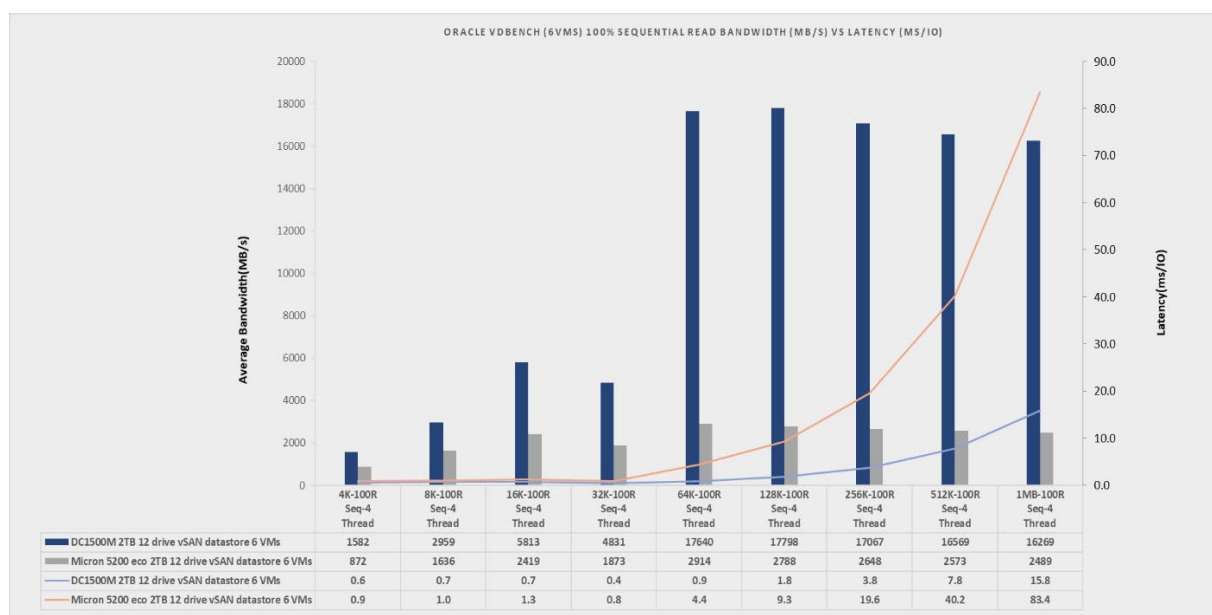
Hình 1.3 và 1.4 cho thấy kết quả của lượng công việc hỗn hợp trong một lượng công việc ngẫu nhiên liên tục 70% Đọc, 30% Ghi với nhiều kích thước khối khác nhau, trong thời gian 30 phút, đối với kho dữ liệu vSAN dùng NVMe DC1500M và kho dữ liệu vSAN dùng ổ SSD SATA Micron 5200 eco. Với kích thước khối 4k, kho dữ liệu vSAN NVMe DC1500M có thể mang đến IOPS 70% Đọc/30% Ghi gấp 2 lần (355k so với 178K) so với kho dữ liệu vSAN ổ SSD SATA, trong đó mỗi IO hoàn thành nhanh hơn 33% (0,4 mili giây so với 0,6 mili giây đối với vSAN ổ SSD SATA). Lợi thế về hiệu năng của NVMe trở nên rõ ràng khi kích thước truyền IO tăng lên. Nếu nhìn vào lượng công việc ngẫu nhiên 64k 70% Đọc, 30% Ghi thì kho dữ liệu vSAN NVMe có thể mang đến IOPS cao gấp 3 lần (121240 so với 31756) với độ trễ tốt hơn 66% trên mỗi IO (2,1 mili giây so với 6,4 mili giây đối với vSAN ổ SSD SATA).

Hình 1.5 và 1.6 so sánh thông lượng cùng độ trễ đọc và ghi liên tục của HCIBench trên kho dữ liệu vSAN dùng ổ SSD NVMe DC1500M và vSAN SATA Micron 5200 eco với nhiều kích thước khối khác nhau. Chúng tôi có thể duy trì mức thông lượng 17,8 GB/giây (128k) từ kho dữ liệu NVMe DC1500M, gấp 6,3 lần thông lượng đọc từ kho dữ liệu vSAN ổ SSD SATA (2,79 GB/giây) và độ trễ thấp hơn 5 lần (0,9 mili giây so với 4,4 mili giây đối với vSAN SATA). Về tốc độ ghi, vSAN DC1500M duy trì thông lượng 6,7 GB/giây ghi (128k), cũng cao hơn gấp 5,9 lần so với vSAN SATA và có độ trễ thấp hơn 5 lần.

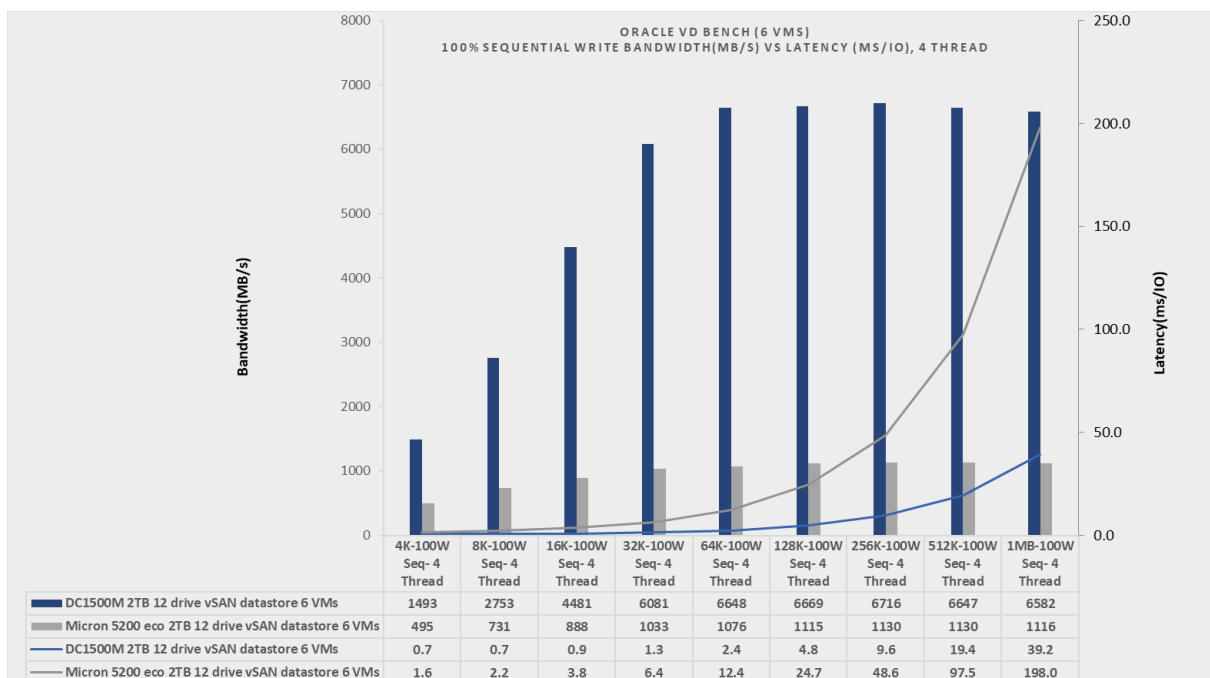
Sự khác biệt về hiệu năng thô giữa kho dữ liệu vSAN NVMe và SATA thay đổi quy mô nhiều đến mức nào khi bàn về hiệu năng SQL? Liệu lợi thế về hiệu năng của NVMe có bù lại được mức chi phí không? Liệu hoạt động sao lưu hoặc khôi phục SQL có hoàn thành nhanh hơn để giảm thiểu tác động đến lượng công việc tối quan trọng không? Trong những phần sắp tới đây, chúng tôi sẽ tìm cách trả lời câu hỏi này qua một vài thí nghiệm.



Hình 1.3: IOPS HCBench và độ trễ trung bình (mili giây) giữa kho dữ liệu vSAN DC1500M và kho dữ liệu vSAN Micron 5200 eco, 4k 70 Đọc/30 Ghi, Ngẫu nhiên, QD = 8, luồng = 4, 6 VM



Hình 1.4: Thông lượng đọc (MB/giây) và Độ trễ đọc trung bình (mili giây/IO) giữa kho dữ liệu vSAN DC1500M và kho dữ liệu vSAN Micron 5200 eco, 100 Đọc/0 Ghi, Tuần tự, QD = 8, luồng = 4, HCBench 6 VM



Hình 1.5: Thông lượng đọc (MB/giây) và Độ trễ đọc trung bình (mili giây/IO) giữa kho dữ liệu vSAN DC1500M và kho dữ liệu vSAN Micron 5200 eco, 100 Ghi/0 Đọc, Tuần tự, QD = 8, luồng = 4, HClBench 6 VM

Kết quả thử nghiệm

Thử nghiệm 1, VM SQL Server 2017 vSAN DC1500M 960GB với lượng DRAM khác nhau

Cấu hình lưu trữ kho dữ liệu của vSAN: 3 DC1500M 960G FW S67F0103/nhóm đĩa, tổng cộng 4 nhóm đĩa (1 nhóm/máy chủ), môi trường thử nghiệm vSAN NVMe. SQL Server 2017 với Hệ điều hành Khách Server 2019 phiên bản Datacenter.

Mô tả thử nghiệm 1a	Mô tả thử nghiệm 1b	Mô tả thử nghiệm 1c
Đĩa ảo do kho dữ liệu vSAN DC1500M cung cấp trên môi trường thử nghiệm NVMe. Một lược đồ cơ sở dữ liệu 1200 kho thể hiện cơ sở dữ liệu 100 GB đã được chọn. VM của Hệ thống đang thử nghiệm (SUT) được chỉ định 16vCores và 128 GB RAM Một VM vSAN khác có RAM 16c/128 GB đã được cung cấp để làm máy chủ tạo tải nhằm gửi các giao tác đến SUT. Trình tự Người dùng Ảo được tạo ra là 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89. Thời gian tăng tốc đã chọn là 2 phút/người dùng và thời lượng thử nghiệm trình tự là 5 phút/người dùng.	Giống Thử nghiệm 1a; nhưng DRAM được phân bổ cho VM Khách đã giảm xuống còn 32 GB để tăng IO cho vùng dữ liệu. Một máy chủ tạo tải từ xa vẫn được sử dụng để gửi giao tác đến SUT, nhưng DRAM được phân bổ cho LGS cũng đã giảm xuống còn 32 GB.	Giống Thử nghiệm 1a; nhưng DRAM được phân bổ cho VM Khách đã giảm xuống còn 32 GB để tăng IO cho vùng dữ liệu và thử nghiệm này được chạy cục bộ trên VM của SUT để loại bỏ mọi điểm nghẽn mạng.

Hình 2.1: Thử nghiệm 1: Các cấu hình DRAM khác nhau của kho dữ liệu vSAN DC1500M

Mục tiêu của chúng tôi khi tiến hành thử nghiệm 1 là có được mức hiệu năng cơ sở dự kiến khi chạy kiểm chuẩn TPCC đối với SQL Server 2017 trên VMware vSAN, với kho dữ liệu vSAN NVMe DC1500M toàn flash có khối lượng bộ nhớ khác nhau được phân bổ cho SQL Server. Ý tưởng thay đổi lượng DRAM phân bổ cho Hệ thống đang thử nghiệm (SUT) SQL lấy căn cứ từ những khái niệm sau:

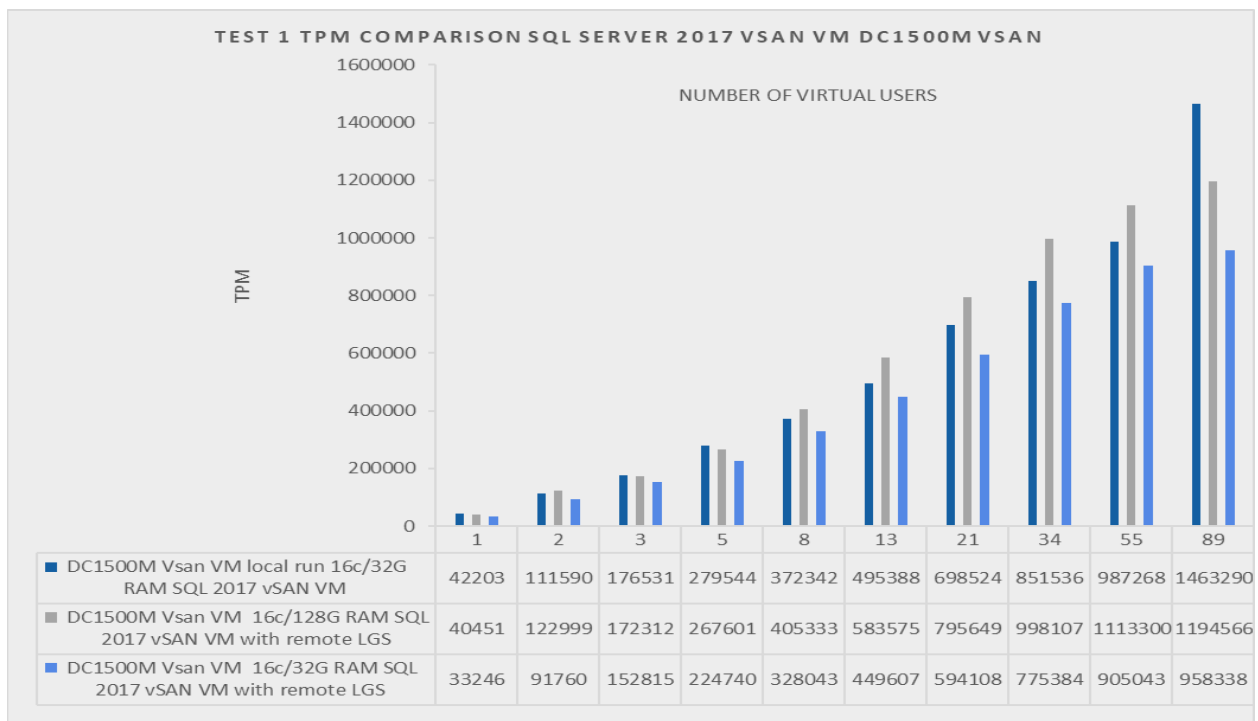
- Việc giảm lượng RAM phân bổ đến VM cơ sở dữ liệu SQL Server sẽ tăng IO đến vùng dữ liệu và tập trung hơn vào hiệu năng I/O của cơ sở dữ liệu chứa lược đồ (cơ sở dữ liệu OLTP trên đĩa)
- Nếu VM cơ sở dữ liệu SQL Server có đủ DRAM, hầu hết dữ liệu sẽ được lưu vào bộ nhớ đệm trong suốt thử nghiệm OLTP và I/O đến vùng dữ liệu sẽ ở mức tối thiểu (thử nghiệm OLTP trong bộ nhớ)

Chúng tôi đã tạo lược đồ có kích thước 1200 kho, dẫn đến kích thước cơ sở dữ liệu tpcc là khoảng 100 GB. Trong thử nghiệm đầu tiên, chúng tôi đã phân bổ cho SUT 128 GB DRAM, vì thế, toàn bộ lược đồ có thể nằm gọn trong bộ nhớ. Sau đó, chúng tôi chạy trình tự người dùng ảo trên một máy chủ tạo tải (LGS) từ xa để mô phỏng người dùng gửi giao tác đến cơ sở dữ liệu, thay đổi quy mô từ 1 - 89 người dùng để phù hợp với kích thước lược đồ và lượng tài nguyên CPU/bộ nhớ được phân bổ đến VM SQL Server của chúng tôi. Sau khi thử nghiệm xong, chúng tôi khôi phục cơ sở dữ liệu TPCC, rồi giảm lượng DRAM được phân bổ trên SUT và LGS xuống còn 32 GB và tiến hành thử nghiệm lại với cùng một trình tự người dùng. Cuối cùng, chúng tôi chạy cục bộ cùng một thử nghiệm trên VM của Hệ thống đang thử nghiệm để loại bỏ mọi điểm nghẽn mạng do máy chủ tạo tải từ xa tạo ra.

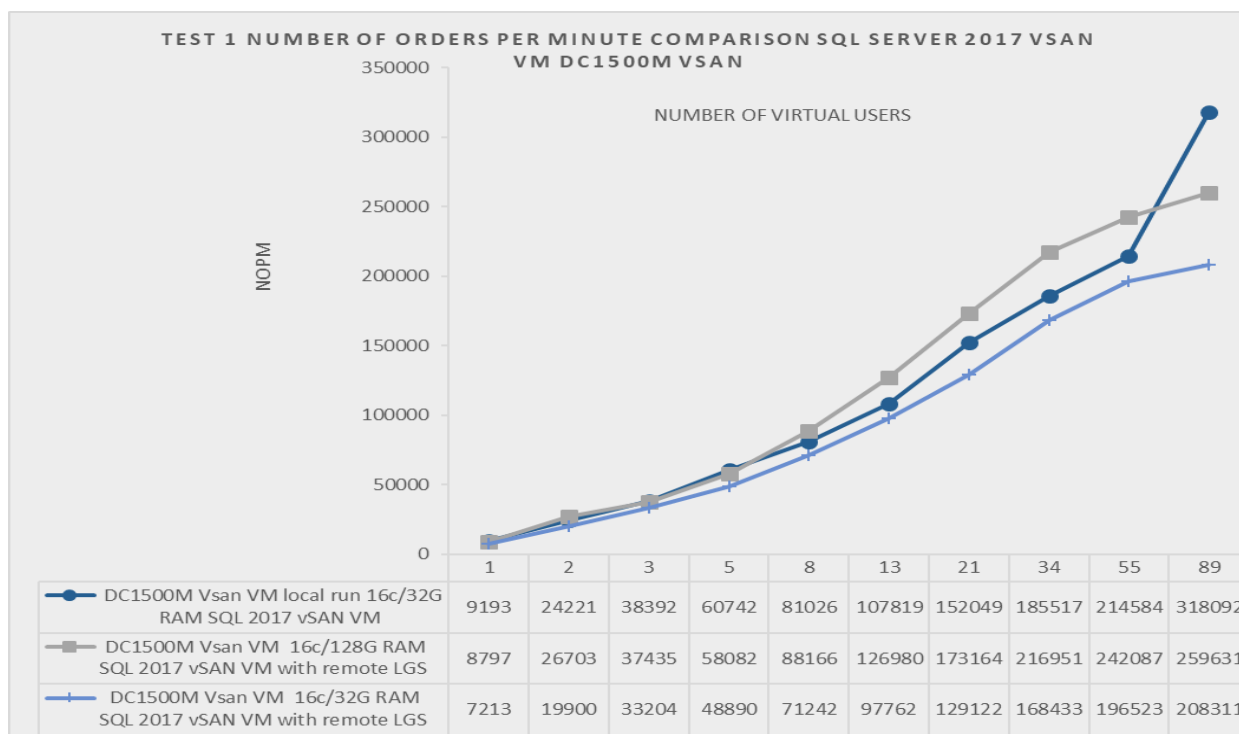
Kết quả thử nghiệm 1, VM SQL Server 2017 vSAN DC1500M 960GB với lượng DRAM khác nhau

Hình 2.2 và 2.3 thể hiện số Giao tác mỗi phút (TPM) và Đơn hàng mới mỗi phút (NOPM) mà chúng tôi đã đạt được trong Thử nghiệm 1a, 1b, 1c khi sử dụng kho dữ liệu vSAN DC1500M. Trong tất cả những lần chạy thử nghiệm, chúng tôi quan sát thấy quy mô TPM và NOPM mở rộng khi số lượng người dùng ảo tăng lên. Khi số lượng người dùng ảo là 89, VM SQL Server 2017 với cơ sở dữ liệu OLTP chủ yếu nằm trong bộ nhớ có thể đạt được 1.113.300 TPM và 259.631 NOPM. Khi chúng tôi giảm lượng DRAM phân bổ trên VM của SUT và LGS xuống còn 32 GB, chúng tôi đã đạt được 958.338 TPM và 208.311 NOPM, nhưng khi chạy thử nghiệm cục bộ trên VM của SUT, chúng tôi đã đạt được mức đáng kinh ngạc là 1.463.290 TPM và 318.092 NOPM!

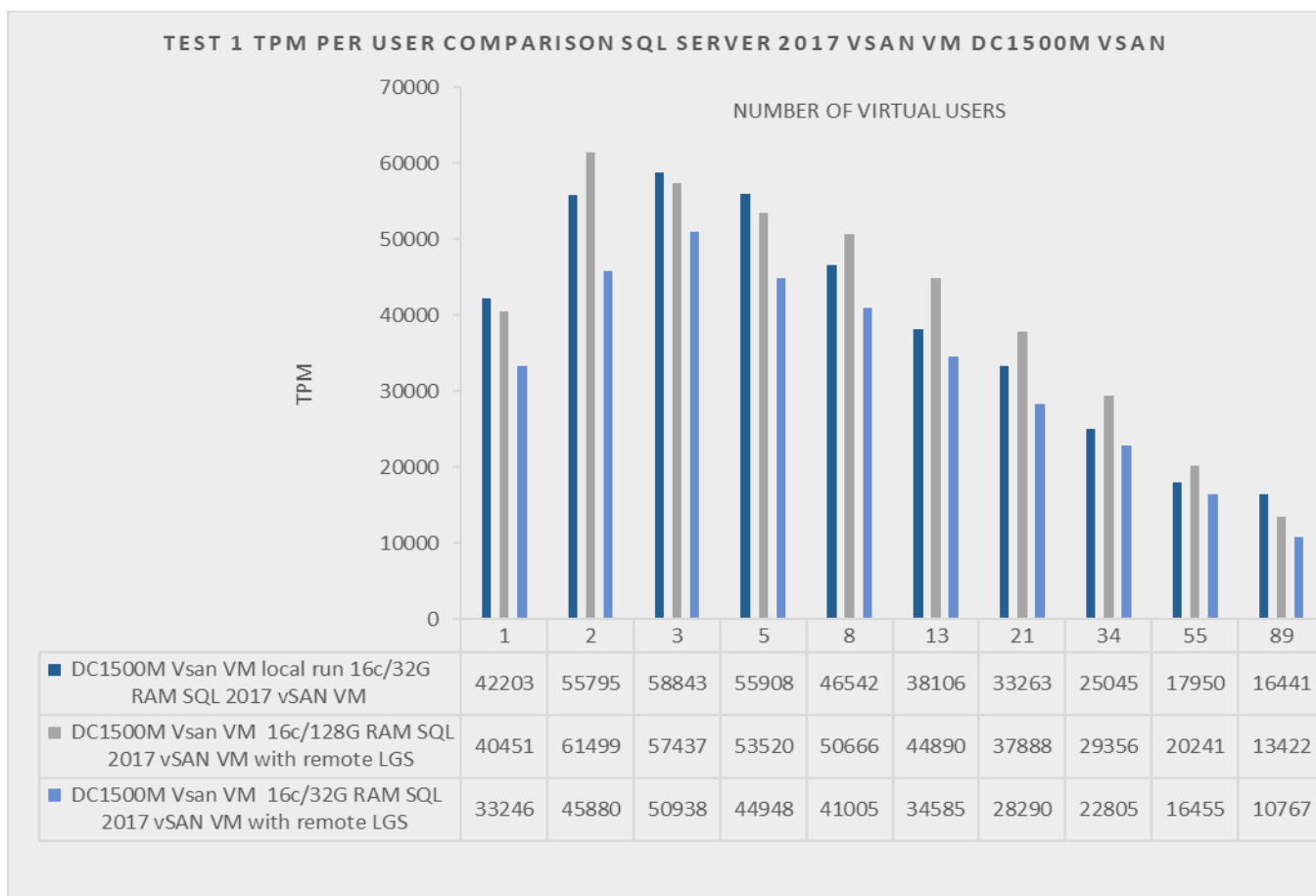
Đây là lúc chúng tôi nhận thấy lợi thế về độ trễ của ổ SSD NVMe Doanh nghiệp trong thực tế. Điều này có nghĩa là khi không cung cấp đủ bộ nhớ để lưu lược đồ vào bộ nhớ đệm, khi số lượng giao tác tăng lên và cơ sở dữ liệu SQL Server cần ghi dữ liệu từ bộ nhớ vào tập tin nhật ký giao tác, đĩa ảo NVMe có thể phản hồi đủ nhanh để duy trì thông lượng giao tác cao hơn và mở rộng quy mô cho đến khi CPU trở thành điểm nghẽn. Từ Hình 2.4, trong thử nghiệm 1c, chúng ta có thể thấy rằng ngay cả khi số lượng người dùng ảo là 89, mỗi người dùng vẫn có thể xử lý đến 16.441 giao tác trong một phút. Dựa trên những kết quả thực nghiệm này, chúng tôi có thể kết luận rằng nếu bạn xây dựng cơ sở dữ liệu của mình trên cơ sở hạ tầng siêu hội tụ NVMe, bạn sẽ tiết kiệm được chi phí mua thêm DRAM để phân bổ cho SQL Server 2017.



Hình 2.2: Thử nghiệm 1a, b, c: So sánh TPM của kho dữ liệu vSAN DC1500M với kích thước DRAM khác nhau



Hình 2.3: Thử nghiệm 1a, b, c: So sánh NOPM của kho dữ liệu vSAN DC1500M với kích thước DRAM khác nhau



Hình 2.4: Thử nghiệm 1a, b, c: So sánh TPM của kho dữ liệu vSAN DC1500M với kích thước DRAM khác nhau

Thử nghiệm 2: So sánh hiệu năng của SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN dùng ổ SSD SATA Kingston DC500M, SSD SATA Micron 5200 eco và SSD NVMe DC1500M

- Cấu hình lưu trữ của kho dữ liệu vSAN NVMe dành cho thử nghiệm 1a: 3 DC1500M 960G FW S67F0103/nhóm đĩa, tổng cộng 4 nhóm đĩa (1 nhóm/máy chủ), môi trường thử nghiệm vSAN NVMe. SQL Server 2017 với Hệ điều hành Khách Server 2019 phiên bản Datacenter. (Thử nghiệm 1a) - Cấu hình lưu trữ của kho dữ liệu vSAN SATA dành cho thử nghiệm 1b: 3 DC500M 1920G FW SCEJK2.8/nhóm đĩa, tổng cộng 3 nhóm đĩa (1 nhóm/máy chủ), môi trường thử nghiệm vSAN SATA. SQL Server 2017 với Hệ điều hành Khách Server 2019 phiên bản Datacenter. (Thử nghiệm 1b) - Cấu hình lưu trữ của kho dữ liệu vSAN SATA dành cho thử nghiệm 1c: 3 Micron 5200 ECO 1920G FW D1MU004/nhóm đĩa, tổng cộng 3 nhóm đĩa (1 nhóm/máy chủ), môi trường thử nghiệm vSAN SATA. SQL Server 2017 với Hệ điều hành Khách Server 2019 phiên bản Datacenter. (Thử nghiệm 1b)		
Mô tả thử nghiệm 2a	Mô tả thử nghiệm 2b	Mô tả thử nghiệm 2c
Đĩa ảo do kho dữ liệu vSAN DC1500M cung cấp trên môi trường thử nghiệm NVMe. Một lược đồ cơ sở dữ liệu 1200 kho thể hiện cơ sở dữ liệu 100 GB đã được chọn. VM của Hệ thống đang thử nghiệm (SUT) được chỉ định 16vCores và 32 GB RAM Trình tự Người dùng Ảo được tạo ra là 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89. Thời gian tăng tốc đã chọn là 2 phút/người dùng và thời lượng thử nghiệm trình tự là 5 phút/người dùng. Thử nghiệm được chạy cục bộ trên VM SUT.	Đĩa ảo được cung cấp từ kho dữ liệu vSAN D500M trên môi trường thử nghiệm SATA. Một lược đồ cơ sở dữ liệu 1200 kho thể hiện cơ sở dữ liệu 100 GB đã được chọn. VM của Hệ thống đang thử nghiệm (SUT) được chỉ định 16vCores và 32 GB RAM Trình tự Người dùng Ảo được tạo ra là 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89. Thời gian tăng tốc đã chọn là 2 phút/người dùng và thời lượng thử nghiệm trình tự là 5 phút/người dùng. Thử nghiệm được chạy cục bộ trên VM SUT.	Đĩa ảo được cung cấp từ kho dữ liệu vSAN Micron 5200 eco trên môi trường thử nghiệm SATA. Một lược đồ cơ sở dữ liệu 1200 kho thể hiện cơ sở dữ liệu 100 GB đã được chọn. VM của Hệ thống đang thử nghiệm (SUT) được chỉ định 16vCores và 32 GB RAM Trình tự Người dùng Ảo được tạo ra là 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89. Thời gian tăng tốc đã chọn là 2 phút/người dùng và thời lượng thử nghiệm trình tự là 5 phút/người dùng. Thử nghiệm được chạy cục bộ trên VM SUT.

Hình 3.1: Mô tả thử nghiệm 2: So sánh hiệu năng của SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN ổ SSD SATA và NVMe DC1500M

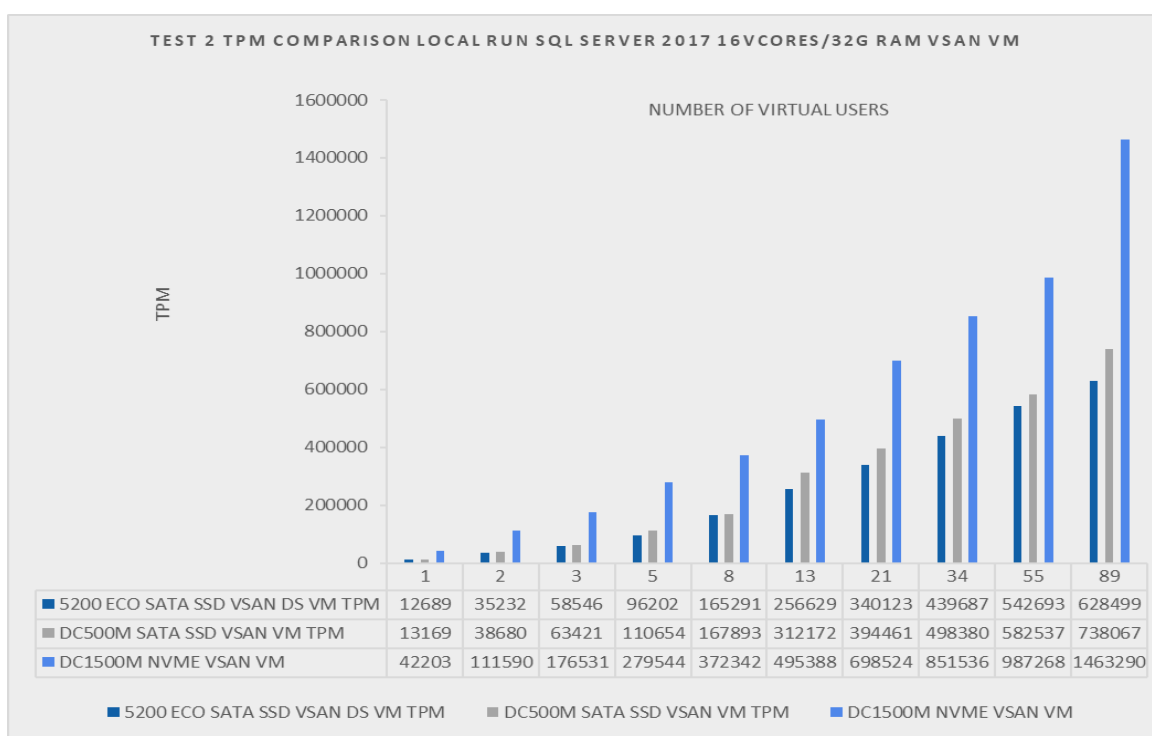
Thử nghiệm 2 so sánh hiệu năng của chuẩn TPCC đối với VM của Hệ thống đang thử nghiệm dùng SQL Server 2017, khi chạy cục bộ trên 3 kho dữ liệu khác nhau, kho dữ liệu vSAN dùng ổ NVMe Doanh nghiệp Kingston DC1500M, kho dữ liệu vSAN dùng ổ SSD [Kingston DC500M](#) và kho dữ liệu dùng ổ SATA Micron 5200 eco. Trong thử nghiệm 2, chúng tôi đã chạy cục bộ trên Hệ thống đang thử nghiệm VM SQL Server 2017 để tăng I/O đến vùng dữ liệu và nhấn mạnh hiệu năng IO của cơ sở dữ liệu có chứa lược đồ, đồng thời thử nghiệm trình tự người dùng để thay đổi quy mô trong khoảng 1 - 89 người dùng cho phù hợp với kích thước lược đồ và lượng tài nguyên CPU/bộ nhớ được phân bổ đến VM SQL Server của chúng tôi.

Kết quả thử nghiệm 2: So sánh hiệu năng của SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN dùng ổ SSD SATA Kingston DC500M, SSD SATA Micron 5200 eco và SSD NVMe DC1500M

Hình 3.2 và 3.3 thể hiện số Giao tác mỗi phút (TPM) và Đơn hàng mới mỗi phút (NOPM) mà chúng tôi đạt được trong Thử nghiệm 2a, 2b và 2c. Trong tất cả những lần chạy thử nghiệm, chúng tôi quan sát thấy quy mô TPM và NOPM mở rộng khi số lượng người dùng ảo tăng lên, nhưng việc thay đổi quy mô giữa NVMe và SATA khác nhau rất nhiều. Khi số lượng người dùng ảo là 89, VM SQL Server 2017 của kho dữ liệu vSAN được DC1500M hỗ trợ có thể đạt được 1.463.290 TPM với 318.092 NOPM. Tương đương, chúng tôi đã đạt được 738.067 TPM/160.410 NOPM cho VM vSAN SQL Server DC500M và 628.499 TPM/136.436 NOPM cho kho dữ liệu vSAN Micron 5200 eco. Điều này có nghĩa là khi sử dụng cùng số lượng ổ NVMe DC1500M, trên kho dữ liệu vSAN có NVMe hỗ trợ với cùng số lượng ổ SSD, bạn có thể tăng gấp đôi thông lượng giao tác và đơn hàng trong mỗi phút một cách hiệu quả so với trên kho dữ liệu vSAN do SATA hỗ trợ. Đặt trong bối cảnh kinh doanh, nếu bạn có 89 người dùng gửi giao tác đến cơ sở dữ liệu cùng một lúc, mỗi người dùng sẽ có thể xử lý

thêm 235% giao tác nữa (tương đương với nhiều đơn hàng trong mỗi phút hơn) (Hình 3.4) nếu bạn nâng cấp cơ sở hạ tầng VMware của mình để có sự hỗ trợ từ các giải pháp NVMe Doanh nghiệp như DC1500M.

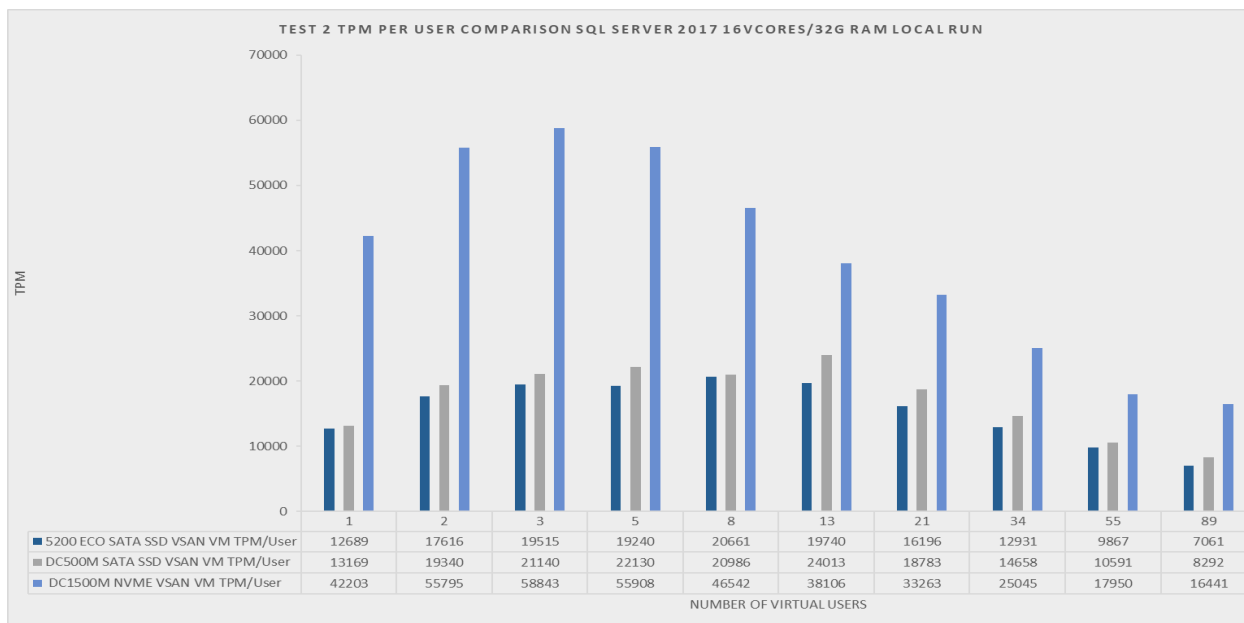
Hình 3.5 cho thấy thời gian nhàn rỗi trung bình của CPU so với số lượng người dùng ảo trong thử nghiệm 2a, b và c. Đây là phương pháp hiệu quả để đo hiệu năng của đĩa ảo – đĩa ảo có thể phản hồi nhanh như thế nào khi số lượng giao tác tăng lên và cơ sở dữ liệu SQL Server cần ghi dữ liệu từ bộ nhớ vào tập tin nhật ký giao tác. Với 89 người dùng ảo, thời gian nhàn rỗi của CPU (iowait) đối với VM vSAN được hỗ trợ bằng NVMe DC1500M là 15,5%, so với 37,8% đối với VM được DC500M hỗ trợ và 44,2% đối với VM được Micron 5200 hỗ trợ. Điều này có nghĩa là đĩa ảo NVMe của chúng tôi phản hồi yêu cầu IO nhanh hơn rất nhiều, giúp ngăn CPU chạy không tải để chờ IO hoàn thành và cho phép xử lý nhiều giao tác hơn. Đặt trong bối cảnh kinh doanh, việc nâng cấp cơ sở hạ tầng VMware của bạn lên NVMe sẽ giúp sử dụng hiệu quả hơn các lỗi ảo được chỉ định cho VM SQL Server của bạn để tăng thông lượng giao tác và giảm chi phí bằng cách loại bỏ các lỗi không cần thiết ra khỏi VM SQL cũ chạy trên các bậc lưu trữ chậm hơn.



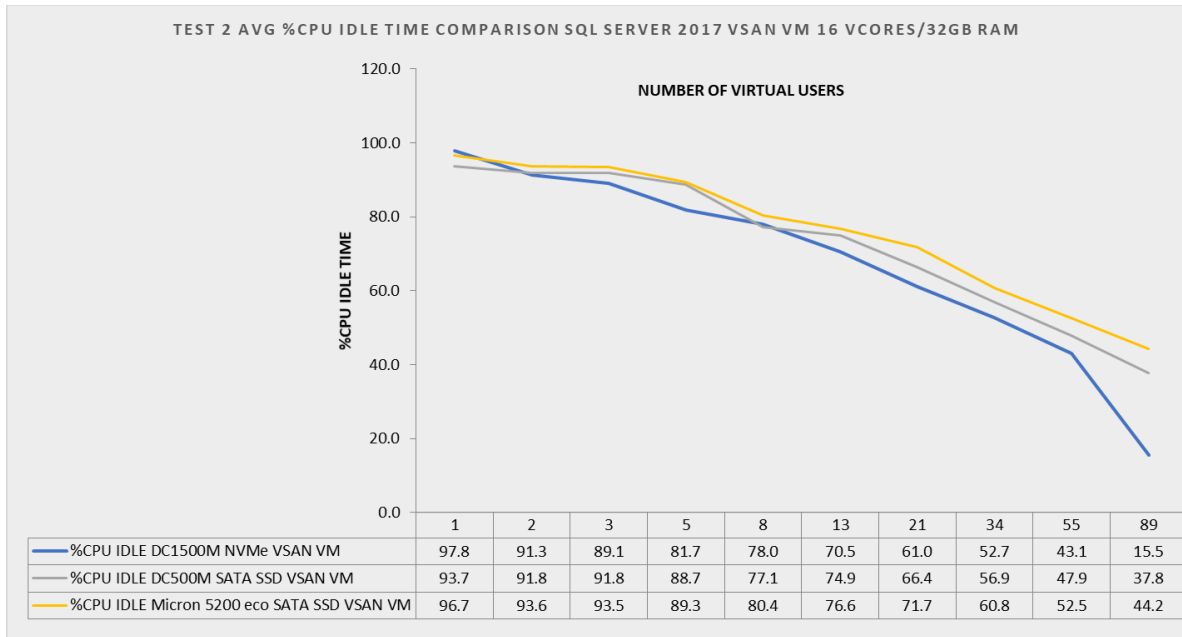
Hình 3.2: Thử nghiệm 2: So sánh TPM của kho dữ liệu VSAN NVMe và SATA



Hình 3.3: Thử nghiệm 2: So sánh NOTP của kho dữ liệu VSAN NVME và SATA



Hình 3.4: Thử nghiệm 2: So sánh TPM trên mỗi người dùng của kho dữ liệu VSAN NVME và SATA



Hình 3.5: Thử nghiệm 2: So sánh % thời gian CPU nhàn rỗi của kho dữ liệu VSAN NVME và SATA

Thử nghiệm 3: So sánh hiệu năng của SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN dùng ổ NVMe DC1500M và SATA Micron 5200 eco, kích thước lược đồ lớn hơn và thời gian thử nghiệm dài hơn.

- Cấu hình lưu trữ của kho dữ liệu vSAN NVMe dành cho thử nghiệm 3a: 3 DC1500M 960G FW S67F0103/nhóm đĩa, tổng cộng 4 nhóm đĩa (1 nhóm/máy chủ), môi trường thử nghiệm vSAN NVMe. SQL Server 2017 với Hệ điều hành Khách Server 2019 phiên bản Datacenter. (Thử nghiệm 3a) - Cấu hình lưu trữ của kho dữ liệu vSAN SATA dành cho thử nghiệm 3b: 3 Micron 5200 ECO 1920G FW D1MU004/nhóm đĩa, tổng cộng 3 nhóm đĩa (1 nhóm/máy chủ), môi trường thử nghiệm vSAN SATA. SQL Server 2017 với Hệ điều hành Khách Server 2019 phiên bản Datacenter. (Thử nghiệm 3b)	
Mô tả thử nghiệm 3a Đĩa ảo do kho dữ liệu vSAN DC1500M cung cấp trên môi trường thử nghiệm NVMe. Một lược đồ cơ sở dữ liệu 2000 kho thể hiện cơ sở dữ liệu 157 GB đã được chọn. VM của Hệ thống đang thử nghiệm (SUT) được chỉ định 40vCores và 32 GB RAM Trình tự người dùng ảo được tạo ra là 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 89, 128 Thời gian tăng tốc đã chọn là 10 phút/người dùng và thời lượng thử nghiệm trình tự là 20 phút/người dùng. Thử nghiệm được chạy cục bộ trên VM SUT.	Mô tả thử nghiệm 2b Đĩa ảo được cung cấp từ kho dữ liệu vSAN Micron 5200 eco trên môi trường thử nghiệm SATA. Một lược đồ cơ sở dữ liệu 2000 kho thể hiện cơ sở dữ liệu 157 GB đã được chọn. VM của Hệ thống đang thử nghiệm (SUT) được chỉ định 40vCores và 32 GB RAM Trình tự người dùng ảo được tạo ra là 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 89, 128 Thời gian tăng tốc đã chọn là 10 phút/người dùng và thời lượng thử nghiệm trình tự là 20 phút/người dùng. Thử nghiệm được chạy cục bộ trên VM SUT.

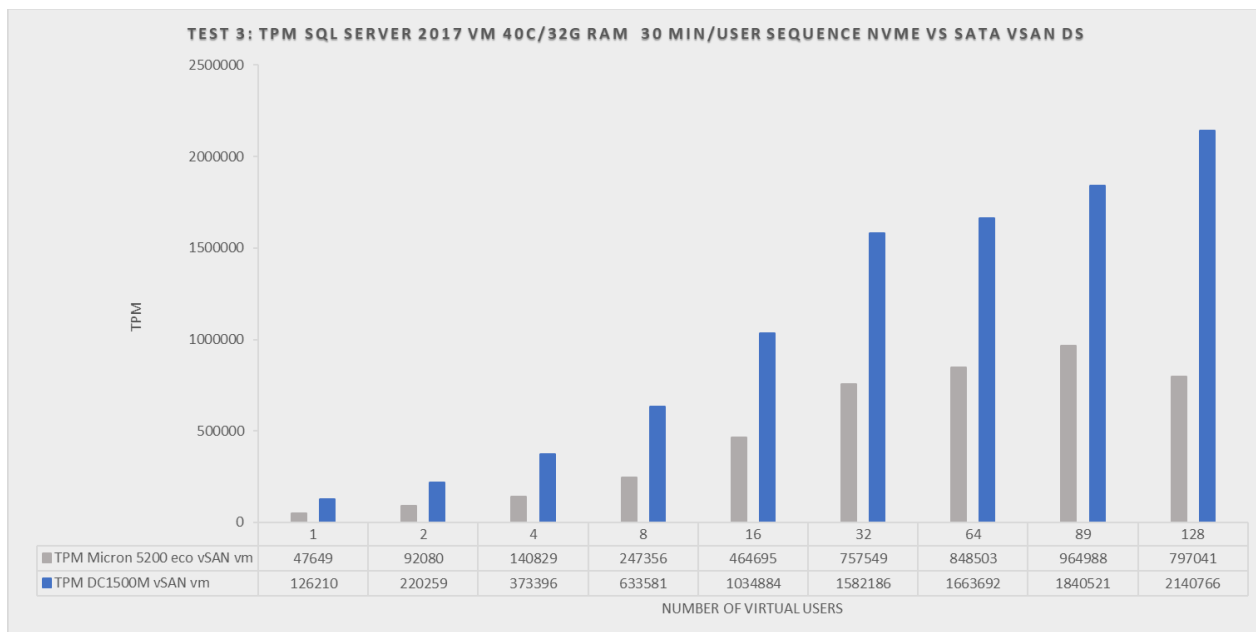
Hình 4.1: Mô tả Thử nghiệm 3: Thử nghiệm áp lực cơ sở dữ liệu SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN ổ SSD SATA Micron 5200 eco và NVMe DC1500M

Thử nghiệm này được thiết kế làm thử nghiệm áp lực có thời gian dài hơn và kích thước lược đồ cơ sở dữ liệu lớn hơn để xác thực những kết quả trước đó và so sánh hiệu năng của chuẩn TPCC dành cho VM của Hệ thống đang thử nghiệm SQL Server 2017, khi chạy cục bộ trên 2 kho dữ liệu khác nhau, kho dữ liệu vSAN NVMe doanh nghiệp Kingston DC1500M và kho dữ liệu vSAN SSD SATA Micron 5200 eco. Lần này, chúng tôi đã chọn kích thước lược đồ gồm có 2000 kho, dẫn đến kích thước cơ sở dữ liệu TPC-C là 157 GB. Chúng tôi đã sử dụng 40 lõi ảo cho mỗi VM SQL Server để phân bổ đủ tài nguyên CPU nhằm tạo ra nhiều giao tác hơn và bảo hòa thông lượng giao tác, nhưng chỉ định 32 GB RAM để ràng buộc IO thử nghiệm. Chúng tôi đã điều chỉnh trình tự người dùng ảo đôi chút để mở rộng quy mô trong khoảng 1 - 128 người dùng và để mỗi trình tự người dùng ảo chạy trong khoảng thời gian dài hơn nhiều (20 phút, với thời gian tăng tốc là 10 phút). Điều này giúp chúng tôi có thể thu thập số liệu về độ trễ của đĩa trong toàn bộ thời gian chạy thử nghiệm.

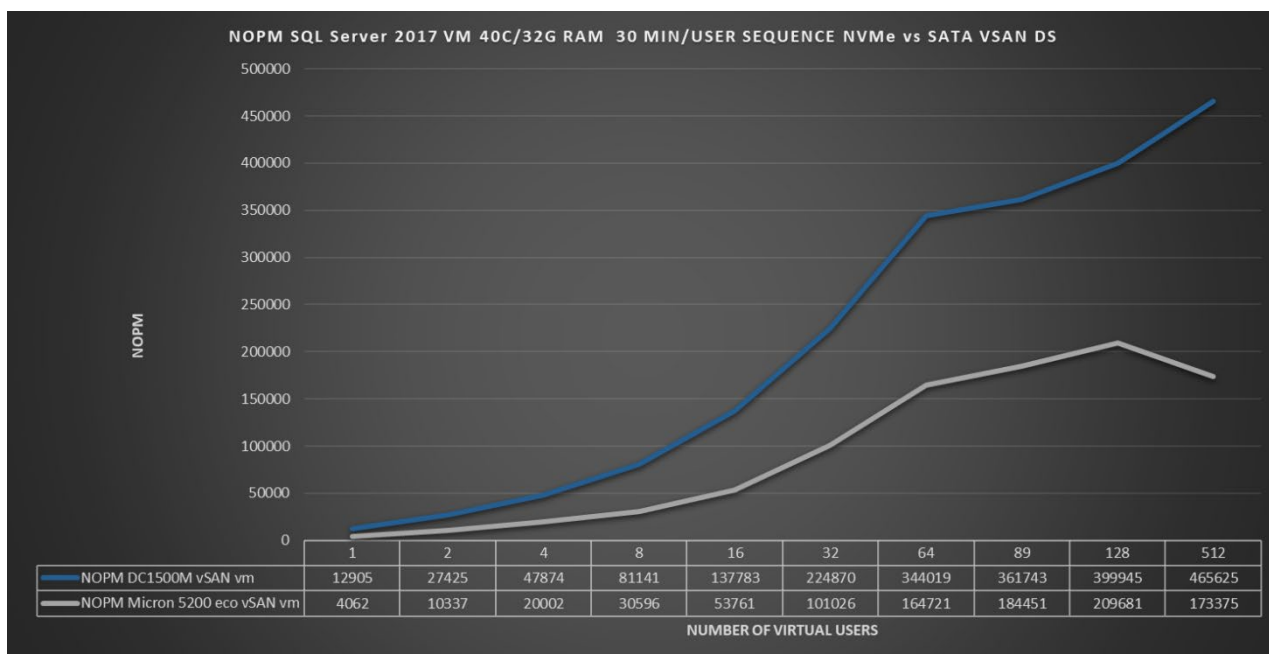
Kết quả thử nghiệm 3: So sánh hiệu năng của SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN dùng ổ NVMe DC1500M và SATA Micron 5200 eco, kích thước lược đồ lớn hơn và thời gian thử nghiệm dài hơn.

Hình 4.2 và 4.3 thể hiện số Giao tác mỗi phút (TPM) và Đơn hàng mới mỗi phút (NOPM) mà chúng tôi đạt được trong Thử nghiệm 3a và 3b. Ngay cả khi có thời lượng dài hơn, cả VM SQL Server 2017 do ổ SSD NVMe và SATA hỗ trợ đều có thể tăng quy mô khi số lượng người dùng ảo tăng lên đến 128, nhưng quy mô NVMe tăng lên nhiều hơn. Tại mức 89 người dùng, chúng tôi đã đạt được 1,84 triệu TPM so với 0,96 TPM và 361.743 NOPM so với 184.451 NOPM của VM SQL vSAN do ổ SSD SATA hỗ trợ. TPM/NOPM của kho dữ liệu vSAN do NVMe DC1500M hỗ trợ đã tăng hơn 200% so với VM do vSAN Micron 5200 eco hỗ trợ, với cùng số lượng vCores và DRAM được phân bổ.

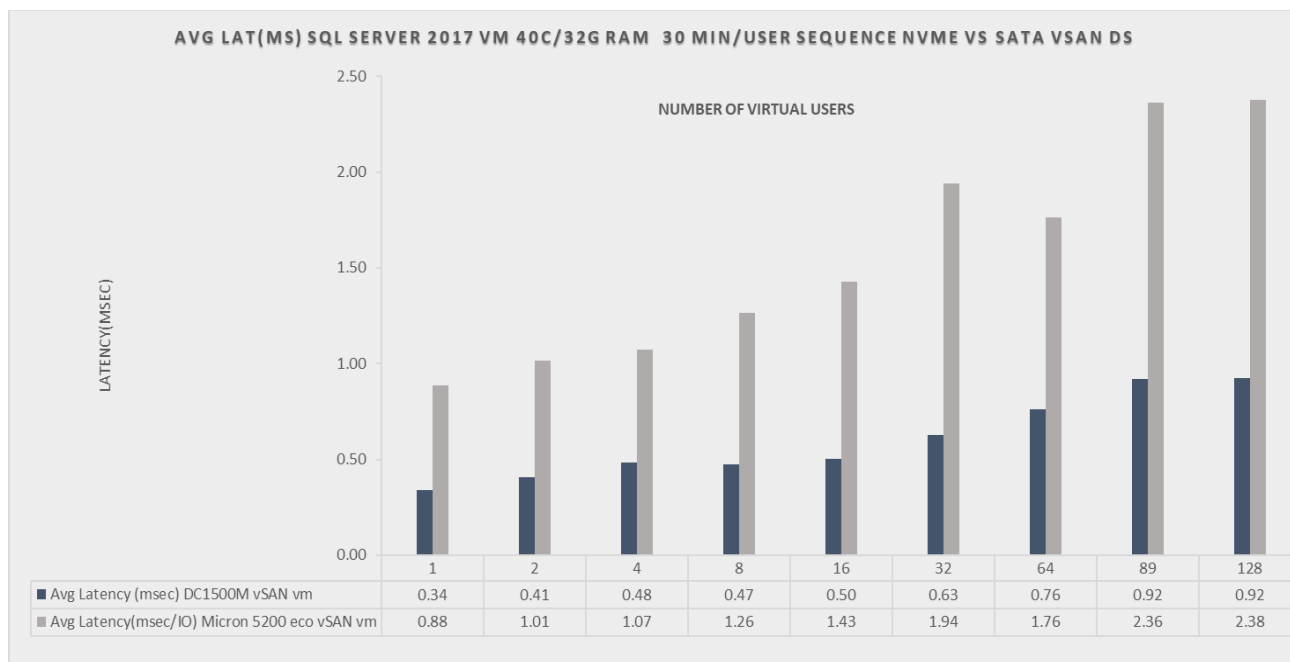
Hình 4.4 và 4.5 so sánh độ trễ đĩa ảo trung bình và độ trễ đĩa ảo 99% với số lượng người dùng mà Windows perfmon thu thập trên VM vSAN do ổ SSD NVMe và SATA SQL hỗ trợ. Trong mỗi trình tự người dùng ảo, đĩa ảo do DC1500M hỗ trợ có thể duy trì độ trễ trung bình <1 mili giây ngay cả khi số lượng người dùng tiếp tục tăng lên. Khi đạt 89 người dùng ảo, đĩa ảo do DC1500M hỗ trợ có độ trễ trung bình là 0,92 mili giây/IO so với 2,36 mili giây/IO của đĩa ảo do ổ SSD SATA hỗ trợ – độ trễ trung bình tăng lên 256% so với NVMe. Điều thú vị hơn là độ trễ QoS 99% – khi số lượng người dùng là 89, đĩa ảo DC1500M có thể hoàn thành 99% toàn bộ IO trong 1,61 mili giây, nhưng đĩa ảo do ổ SSD SATA hỗ trợ đã hoàn thành 99% tất cả IO trong 7,05 mili giây – tăng lên 437% so với NVMe. Sự khác biệt về độ trễ giữa NVMe và SATA được nhấn mạnh ở đây và vì DC1500M được thiết kế để duy trì độ trễ QoS có thể dự đoán được trong suốt lượng công việc OLTP liên tục, chúng tôi không thấy có sự đột biến nào về độ trễ, ngay cả khi số lượng người dùng ảo tăng lên, cũng có nghĩa là sẽ có nhiều yêu cầu IO cùng lúc hơn trên lớp khối. Xét từ quan điểm kinh doanh, điều này có nghĩa là khi nâng cấp cơ sở hạ tầng VMware của bạn từ ổ SSD SATA lên ổ NVMe doanh nghiệp như DC1500M, bạn sẽ có thể mở rộng quy mô giao tác và giảm độ trễ giao tác ở mức đáng kể, các ứng dụng có thể thay đổi quy mô nhanh chóng và giảm chi phí theo thời gian.



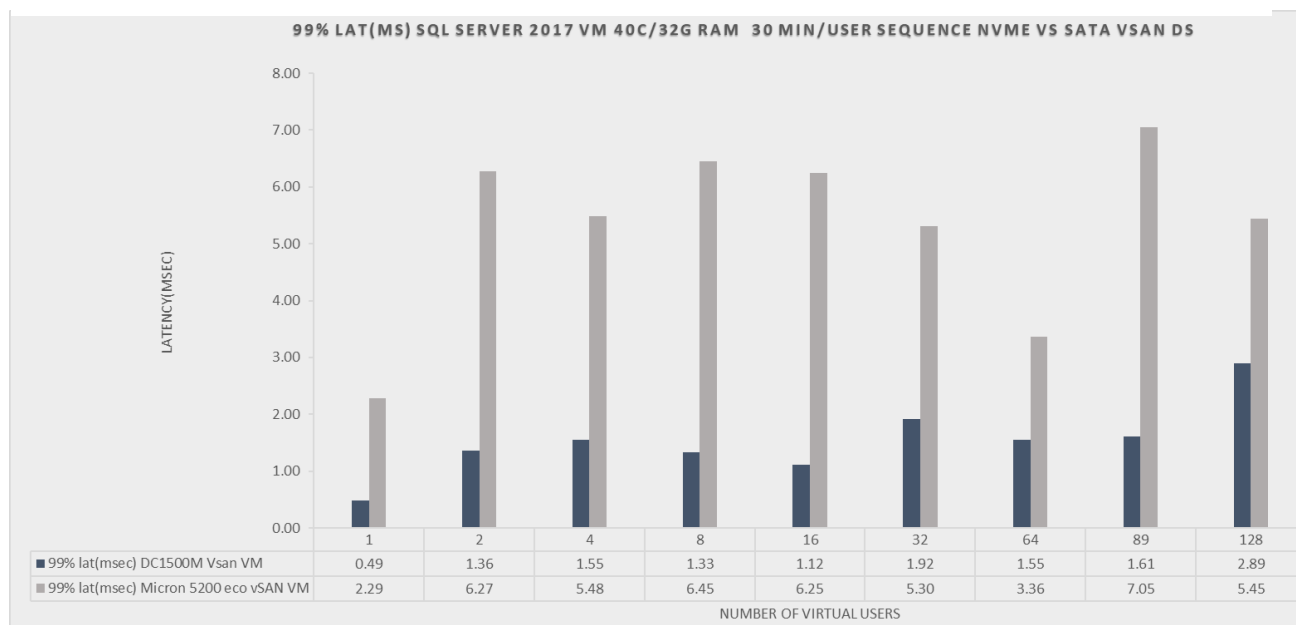
Hình 4.2: Thử nghiệm 3: So sánh TPM bằng Thử nghiệm áp lực DB SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN ổ SSD SATA Micron 5200 eco và NVMe DC1500M



Hình 4.3: Thử nghiệm 3: So sánh NOPM bằng Thử nghiệm áp lực DB SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN ổ SSD SATA Micron 5200 eco và NVMe DC1500M



Hình 4.4: Thử nghiệm 3: So sánh Độ trễ trung bình (mili giây) bằng Thử nghiệm áp lực DB SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN ở SSD SATA Micron 5200 eco và NVMe DC1500M



Hình 4.5: Thử nghiệm 3: So sánh Độ trễ 99th % (mili giây) bằng Thử nghiệm áp lực DB SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN ở SSD SATA Micron 5200 eco và NVMe DC1500M

Thử nghiệm 4: So sánh hiệu năng của SQL Server 2017, hiệu năng sao lưu và lưu trữ, vSAN dùng ổ NVMe DC1500M so với SATA Micron 5200 eco

- Cấu hình lưu trữ của kho dữ liệu vSAN NVMe dành cho thử nghiệm 3a: 3 DC1500M 960G FW S67F0103/nhóm đĩa, tổng cộng 4 nhóm đĩa (1 nhóm/máy chủ), môi trường thử nghiệm vSAN NVMe. SQL Server 2017 với Hệ điều hành Khách Server 2019 phiên bản Datacenter. (Thử nghiệm 4a) - Cấu hình lưu trữ của kho dữ liệu vSAN SATA dành cho thử nghiệm 3b: 3 Micron 5200 ECO 1920G FW D1MU004/nhóm đĩa, tổng cộng 3 nhóm đĩa (1 nhóm/máy chủ), môi trường thử nghiệm vSAN SATA. SQL Server 2017 với Hệ điều hành Khách Server 2019 phiên bản Datacenter. (Thử nghiệm 4b)	
Mô tả thử nghiệm 4a	Mô tả thử nghiệm 4b
Đĩa ảo do kho dữ liệu vSAN DC1500M cung cấp trên môi trường thử nghiệm NVMe. Một lược đồ cơ sở dữ liệu 2000 kho thể hiện cơ sở dữ liệu 157 GB đã được tạo ra trên SUT. VM của Hệ thống đang thử nghiệm (SUT) được chỉ định 16vCores và 32 GB RAM 3 chu kỳ của một tập lệnh sao lưu/khôi phục đã được kích hoạt để sao lưu và khôi phục cơ sở dữ liệu tpcc và số liệu về hiệu năng được ghi lại bằng công cụ giám sát hiệu năng của Windows Thử nghiệm được chạy cục bộ trên VM SUT.	Đĩa ảo được cung cấp từ kho dữ liệu vSAN Micron 5200 eco trên môi trường thử nghiệm SATA. Một lược đồ cơ sở dữ liệu 2000 kho thể hiện cơ sở dữ liệu 157 GB đã được tạo ra trên SUT. VM của Hệ thống đang thử nghiệm (SUT) được chỉ định 16vCores và 32 GB RAM 3 chu kỳ của một tập lệnh sao lưu/khôi phục đã được kích hoạt để sao lưu và khôi phục cơ sở dữ liệu tpcc và số liệu về hiệu năng được ghi lại bằng công cụ giám sát hiệu năng của Windows Thử nghiệm được chạy cục bộ trên VM SUT.

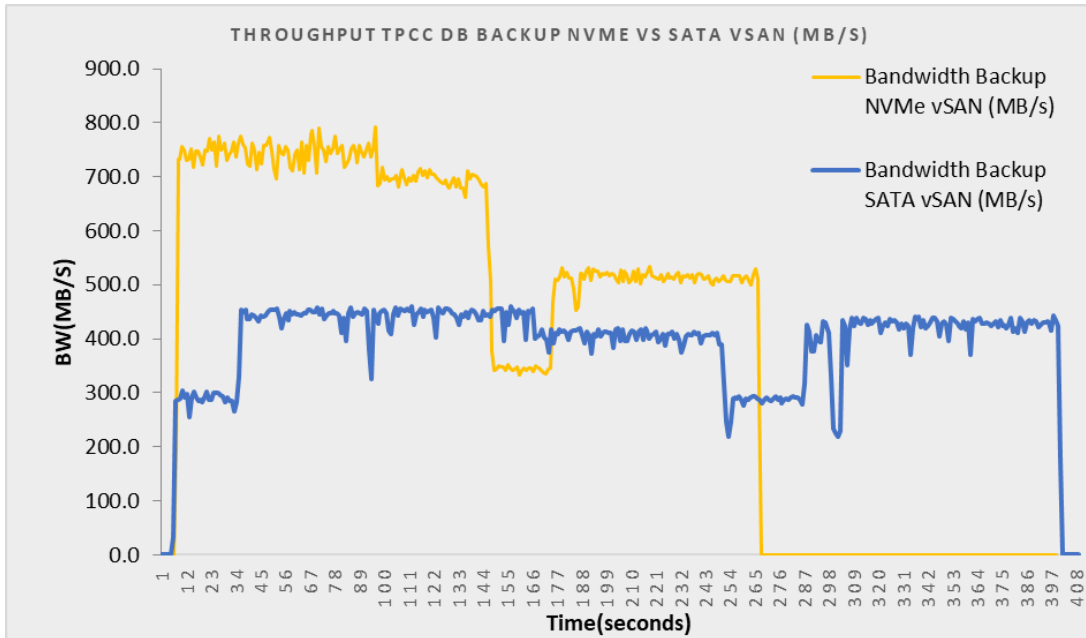
Hình 5.1: Mô tả thử nghiệm 4: So sánh hiệu năng sao lưu/khôi phục SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN ổ SSD SATA Micron 5200 eco và NVMe DC1500M

Hoạt động sao lưu và khôi phục cơ sở dữ liệu SQL là cách hay để đo thông lượng và độ trễ của đĩa ảo cơ bản. Chúng tôi muốn thiết lập mức số liệu thông lượng và độ trễ cơ sở từ một VM vSAN duy nhất do NVMe và SATA hỗ trợ bằng cách ghi lại số liệu đĩa ảo bằng công cụ giám sát hiệu năng của Windows khi các hoạt động sao lưu/khôi phục TPC-C được kích hoạt.

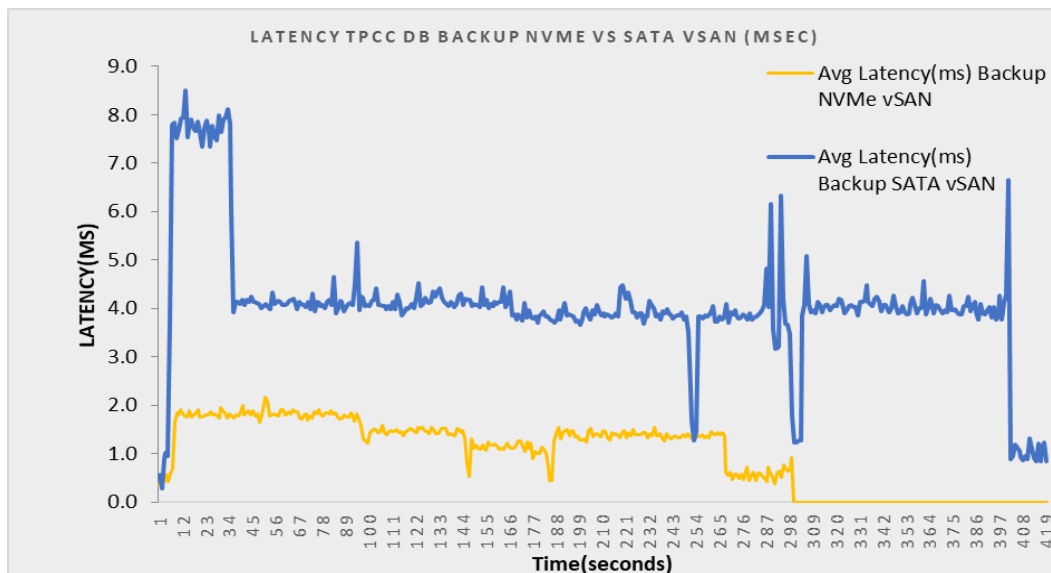
Thử nghiệm 4: Kết quả: So sánh hiệu năng của SQL Server 2017, hiệu năng sao lưu và lưu trữ, vSAN dùng ổ NVMe DC1500M so với SATA Micron 5200 eco

Hình 5.2 - 5.4 thể hiện thông lượng và độ trễ mỗi giây, thu thập bằng tập lệnh từ công cụ giám sát hiệu năng của Windows, trong một trong các chu kỳ sao lưu/khôi phục ở thử nghiệm 4a) và thử nghiệm 4b). VM SQL Server do kho dữ liệu vSAN NVMe DC1500M hỗ trợ đã hoàn thành hoạt động sao lưu cơ sở dữ liệu TPCC trong 265 giây, đạt được thông lượng trung bình là 593 MB/giây và độ trễ trung bình là 1,46 mili giây/IO. Hoạt động khôi phục cơ sở dữ liệu TPCC được hoàn thành trong 129 giây, với BW trung bình là 1,4 GB/giây và độ trễ trung bình là 2,65 mili giây/IO. So với VM do Micron 5200 eco hỗ trợ, hoạt động sao lưu hoàn thành nhanh hơn gấp 1,5 lần và hoạt động khôi phục hoàn thành nhanh hơn gấp 2,15 lần trên VM SQL do vSAN NVMe hỗ trợ.

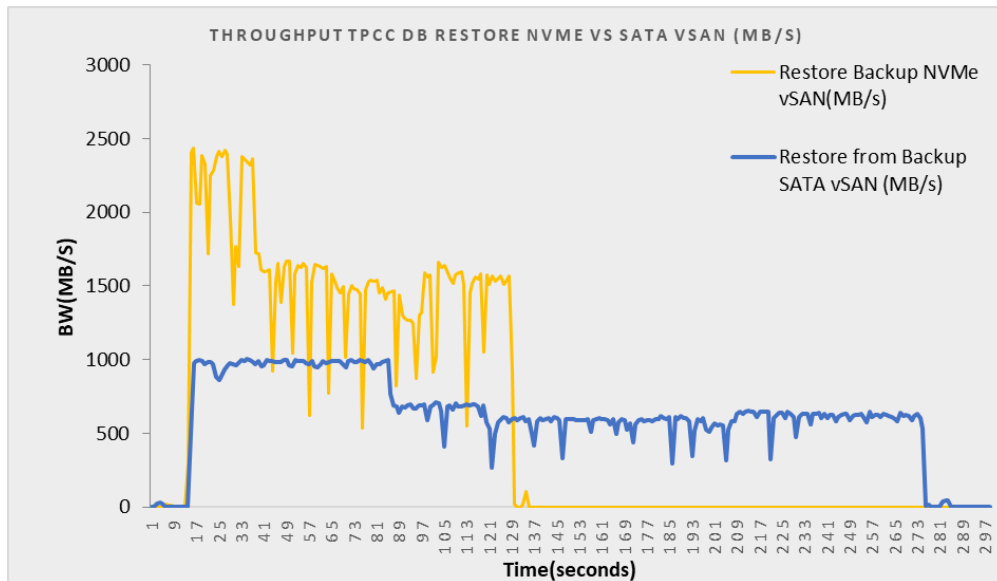
Thông thường, các hoạt động sao lưu và khôi phục sẽ được thực hiện ngoài giờ làm việc để tránh gây ảnh hưởng đến VM sản xuất. Tuy nhiên không phải lúc nào cũng vậy. Nếu các hoạt động sao lưu hoặc khôi phục SQL được thực hiện trong giờ làm việc cao điểm, bạn sẽ muốn hoàn thành càng nhanh càng tốt để tránh độ trễ làm ảnh hưởng đến người dùng đang thực hiện giao tác trên ứng dụng cấp 1 dùng chung kho dữ liệu vSAN. Việc di chuyển cơ sở dữ liệu SQL của bạn sang kho dữ liệu vSAN do NVMe hỗ trợ sẽ giúp bạn giảm được tác động đó. Ngay cả khi sao lưu/khôi phục ngoài giờ làm việc, khi hoàn thành nhanh hơn thì thời gian ngừng hoạt động của cơ sở dữ liệu cấp 1 dùng chung tài nguyên cũng ít hơn.



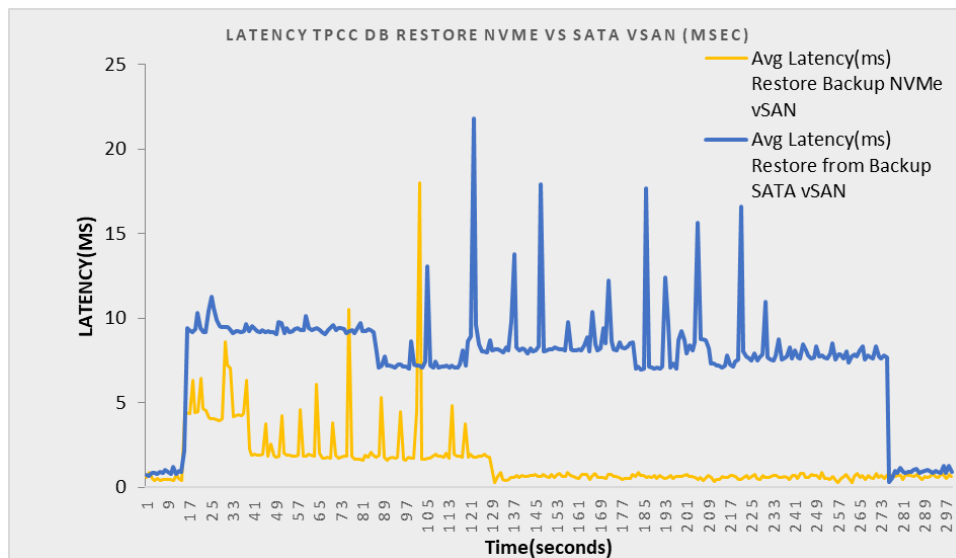
Hình 5.2: So sánh thông lượng, Sao lưu DB TPCC SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN ổ SSD SATA Micron 5200 eco và NVMe DC1500M (MB/giây)



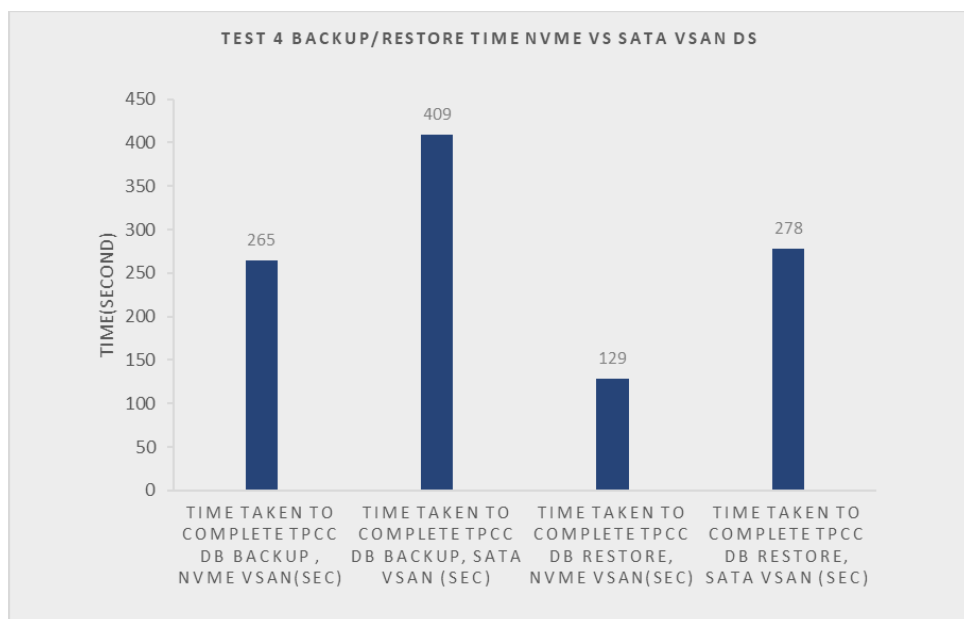
Hình 5.3 So sánh độ trễ trung bình (mili giây) Sao lưu DB TPCC SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN ổ SSD Micron 5200 eco SATA và NVMe DC1500M



Hình 5.4: So sánh thông lượng, Khôi phục DB TPCC SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN ổ SSD SATA Micron 5200 eco và NVMe DC1500M (MB/giây)



Hình 5.5: So sánh độ trễ (mili giây), Khôi phục DB TPCC SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN ổ SSD SATA Micron 5200 eco và NVMe DC1500M



Hình 5.6: Thời gian cần thiết để hoàn thành hoạt động, Sao lưu/Khôi phục DB TPCC SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN ổ SSD SATA Micron 5200 eco và NVMe DC1500M (giây)

Thử nghiệm 5: So sánh hiệu năng SQL Server 2017, thử nghiệm hiệu ứng Noisy Neighbor, vSAN dùng ổ NVMe DC1500M so với SATA Micron 5200 eco

- Cấu hình lưu trữ của kho dữ liệu vSAN NVMe dành cho thử nghiệm 3a: 3 DC1500M 960G FW S67F0103/nhóm đĩa, tổng cộng 4 nhóm đĩa (1 nhóm/máy chủ), môi trường thử nghiệm vSAN NVMe. SQL Server 2017 với Hệ điều hành Khách Server 2019 phiên bản Datacenter. (Thử nghiệm 5a)
- Cấu hình lưu trữ của kho dữ liệu vSAN SATA dành cho thử nghiệm 3b: 3 Micron 5200 ECO 1920G FW D1MU004/nhóm đĩa, tổng cộng 3 nhóm đĩa (1 nhóm/máy chủ), môi trường thử nghiệm vSAN SATA. SQL Server 2017 với Hệ điều hành Khách Server 2019 phiên bản Datacenter. (Thử nghiệm 5b)

Mô tả thử nghiệm 5a	Mô tả thử nghiệm 5b	Mô tả thử nghiệm 5c	Mô tả thử nghiệm 5d
Đĩa ảo VM SQL 2017 được cung cấp từ kho dữ liệu vSAN DC1500M trên môi trường thử nghiệm NVMe. Một lược đồ cơ sở dữ liệu 1200 kho thể hiện cơ sở dữ liệu 100 GB đã được tạo ra trên SUT. VM của Hệ thống đang thử nghiệm (SUT) được chỉ định 16vCores và 32 GB RAM SUT đang được thử nghiệm đã được sao chép 11 lần và 3 VM của SUT/máy chủ vật lý đã được chỉ định (tổng cộng có 12 VM của SUT) Thử nghiệm được cấu hình để chạy 89 Người dùng Ảo với thời gian tăng tốc đã chọn là 30 phút và thời lượng thử nghiệm là 300 phút trên mỗi VM của SUT Thử nghiệm được kích hoạt đồng thời trên tất cả 12 VM của SUT	Đĩa ảo SQL 2017 được cung cấp từ kho dữ liệu vSAN Micron 5200 eco trên môi trường thử nghiệm SATA. Một lược đồ cơ sở dữ liệu 1200 kho thể hiện cơ sở dữ liệu 100 GB đã được tạo ra trên SUT. VM của Hệ thống đang thử nghiệm (SUT) được chỉ định 16vCores và 32 GB RAM SUT đang được thử nghiệm đã được sao chép 8 lần và 3 VM của SUT/máy chủ vật lý đã được chỉ định (tổng cộng có 9 VM của SUT) Thử nghiệm được cấu hình để chạy 89 Người dùng Ảo với thời gian tăng tốc đã chọn là 30 phút và thời lượng thử nghiệm là 300 phút trên mỗi VM của SUT Thử nghiệm được kích hoạt đồng thời trên tất cả 9 VM của SUT	Đĩa ảo VM SQL 2017 được cung cấp từ kho dữ liệu vSAN DC1500M trên môi trường thử nghiệm NVMe. Một lược đồ cơ sở dữ liệu 1200 kho thể hiện cơ sở dữ liệu 100 GB đã được tạo ra trên SUT. VM của Hệ thống đang thử nghiệm (SUT) được chỉ định 16vCores và 32 GB RAM SUT đang được thử nghiệm đã được sao chép 11 lần và 2 VM của SUT/máy chủ vật lý đã được chỉ định (tổng cộng có 8 VM của SUT) để chạy lượng công việc HDB. Thử nghiệm được cấu hình để chạy 89 Người dùng Ảo với thời gian tăng tốc đã chọn là 30 phút và thời lượng thử nghiệm là 300 phút trên mỗi VM của SUT. 1 VM/máy chủ vật lý có kích thước lược đồ tpcc là 1200 kho (100 GB) và tập lệnh sao lưu được kích hoạt sau mỗi 100 giây (tổng cộng có 4 VM) trong khi lượng công việc đang chạy trên các VM SUT khác trong 10 chu kỳ 8 VM của SUT chạy lượng công việc HDB; 4 VM chạy tập lệnh sao lưu. Thử nghiệm được kích hoạt đồng thời trên tất cả 12 VM	Đĩa ảo VM SQL 2017 được cung cấp từ kho dữ liệu vSAN Micron 5200 eco trên môi trường thử nghiệm SATA. Một lược đồ cơ sở dữ liệu 1200 kho thể hiện cơ sở dữ liệu 100 GB đã được tạo ra trên SUT. VM của Hệ thống đang thử nghiệm (SUT) được chỉ định 16vCores và 32 GB RAM SUT đang được thử nghiệm đã được sao chép 8 lần và 2 VM của SUT/máy chủ vật lý đã được chỉ định (tổng cộng có 6 VM của SUT) để chạy lượng công việc HDB. Thử nghiệm được cấu hình để chạy 89 Người dùng Ảo với thời gian tăng tốc đã chọn là 30 phút và thời lượng thử nghiệm là 300 phút trên mỗi VM của SUT. 1 VM/máy chủ vật lý có kích thước lược đồ tpcc là 1200 kho (100 GB) và tập lệnh sao lưu được kích hoạt sau mỗi 100 giây (tổng cộng có 4 VM) trong khi lượng công việc đang chạy trên VM của SUT 6 VM của SUT chạy lượng công việc HDB; 3 VM chạy tập lệnh sao lưu. Thử nghiệm được kích hoạt đồng thời trên tất cả 9 VM

Hình 6.1: Mô tả thử nghiệm 5: Thử nghiệm Noisy Neighbor Thực tế SQL Server 2017 trên kho dữ liệu vSAN ổ SSD SATA Micron 5200 eco và NVMe DC1500M

Mục tiêu của chúng tôi khi tiến hành thử nghiệm này là mô phỏng lại trường hợp thực tế khi các lượng công việc phiên phức (trong trường hợp này, chúng tôi sử dụng hoạt động sao lưu cơ sở dữ liệu TPCC) trên các VM đang dùng chung kho dữ liệu vSAN với VM SQL Server đang chạy lượng công việc sản xuất (Trong thử nghiệm này, chuẩn TPCC giữ vai trò lượng công việc sản xuất), đồng thời đánh giá tác động tổng thể về hiệu năng bằng cách đánh giá kết quả chuẩn TPCC và phân tích số liệu lưu trữ chính do perfmon và công cụ giám sát hiệu năng vSAN thu thập.

Trong thử nghiệm 5a) và 5b), chúng tôi thiết lập mức cơ sở bằng cách chạy kiểm chuẩn TPCC cùng lúc trên tất cả các VM khi không có hoạt động sao lưu nào đang xảy ra. Chúng tôi sử dụng 3 VM SQL trên mỗi máy chủ vật lý để chạy trên cả cụm vSAN NVMe và SATA, nâng số lượng tổng lên 12 VM của SUT đối với NVMe và 9 VM của SUT đối với SATA. Trong thử nghiệm này, kích thước lược đồ của chúng tôi là 1200 kho, tương đương với kích thước cơ sở dữ liệu TPC-C là khoảng 100 GB và chúng tôi đã chạy lượng công việc TPCC tại mức 89 người dùng trong 300 phút và thời gian tăng tốc là 30 phút.

Trong thử nghiệm 5c) và 5d), chúng tôi đã khôi phục cơ sở dữ liệu TPC-C trên tất cả VM của SUT. Sau đó, chúng tôi kích hoạt một tập lệnh để vận hành 10 chu kỳ sao lưu cơ sở dữ liệu TPC-C trên 4 VM đối với cụm NVMe và 3 VM đối với cụm SATA, đồng thời chạy cùng một chuẩn TPC-C trên các VM SUT còn lại. Điều này có nghĩa là trên cụm vSAN NVMe có 8 VM chạy lượng công việc TPC-C và 4 VM chạy lượng công việc sao lưu cùng một lúc. Trong khi đó, trên cụm vSAN SATA có 6 VM chạy lượng công việc TPC-C và 3 VM chạy lượng công việc sao lưu cơ sở dữ liệu TPC-C cùng một lúc.

Kết quả thử nghiệm 5: So sánh hiệu năng SQL Server 2017, thử nghiệm hiệu ứng Noisy Neighbor, vSAN dùng ổ NVMe DC1500M so với SATA Micron 5200 eco

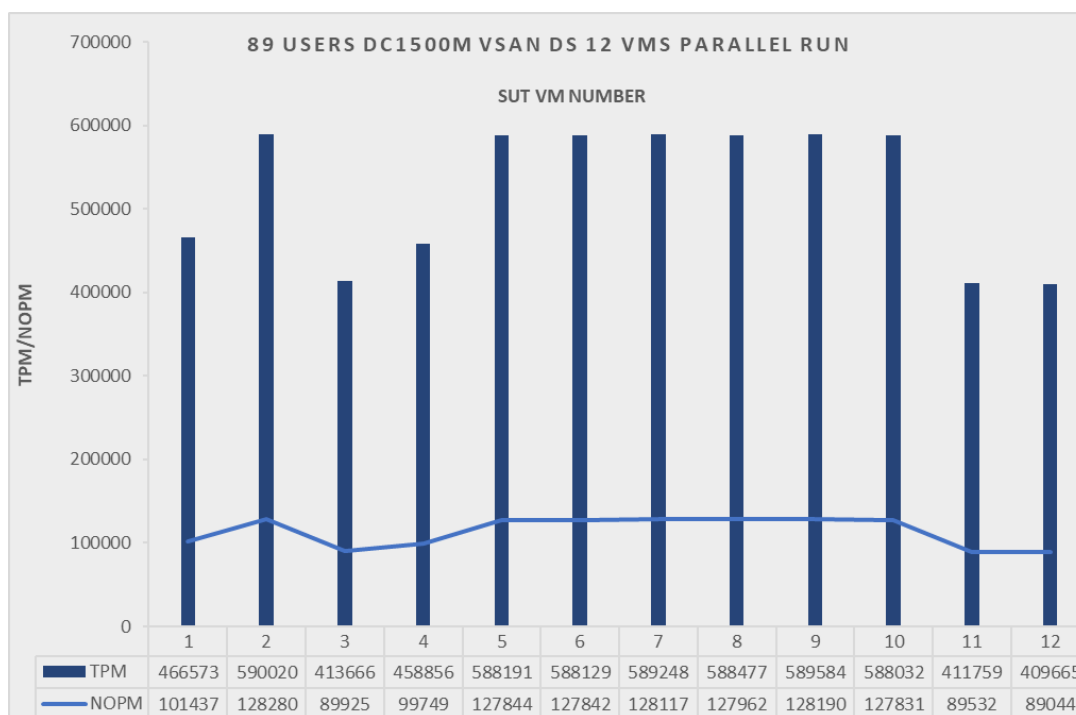
Hình 6.2 và 6.3 thể hiện số Giao tác mỗi phút (TPM) và Đơn hàng mới mỗi phút (NOPM) mà chúng tôi đạt được trong Thử nghiệm 5a và 5b. Khi chạy 89 người dùng ảo trên mỗi VM trong 12 VM SQL Server do kho dữ liệu vSAN NVMe DC1500M hỗ trợ, chúng tôi có thể đạt được mức TPM trung bình là 523.516 và NOPM trung bình là 113.812 trên mỗi VM, so với mức trung bình là 269.320 TPM và 58.544 NOPM trên mỗi VM khi chạy trên 9 VM SQL do cụm SATA Micron 5200 eco hỗ trợ. Nhìn vào số liệu IOPS và Độ trễ thu thập từ công cụ giám sát hiệu năng vSAN (Hình 6.4 và 6.5 bên dưới), IO thu được trên lớp khối tương đương với 120.000 IOPS Đọc, 60.000 IOPS Ghi trên cụm NVMe, với độ trễ hoạt động đọc/ghi là 800µs, và 50.000 Đọc/20.000 Ghi trên cụm vSAN SATA, với độ trễ đọc trung bình là 3,8 mili giây và độ trễ ghi trung bình là 5,5 mili giây. Một lần nữa, điều này nhấn mạnh sự khác biệt về hiệu năng giữa NVMe và SATA và thể hiện khả năng của đĩa ảo do NVMe DC1500M hỗ trợ trong việc tiếp thu và xử lý các yêu cầu diễn ra cùng lúc với độ trễ khứ hồi nhanh hơn nhiều.

Hình 6.5 và 6.6 thể hiện số Giao tác mỗi phút (TPM) và Đơn hàng mới mỗi phút (NOPM) mà chúng tôi đạt được trong Thử nghiệm 5c và 5d. Khi chạy 89 người dùng ảo trên mỗi VM trong 8 VM SQL Server do kho dữ liệu vSAN NVMe DC1500M hỗ trợ, đồng thời có kích hoạt sao lưu VM cùng một lúc trên 4 VM, chúng tôi có thể đạt được TPM trung bình là 575.933 và NOPM trung bình là 125.206, so với mức trung bình 351.258 TPM và 76.355 NOPM khi có 6 VM SQL chạy lượng công việc TPCC và đã kích hoạt sao lưu VM cùng một lúc trên 3 VM trên VM SQL vSAN SATA do Micron 5200 eco SATA hỗ trợ. Để xem xét toàn diện, chúng ta phải phân tích độ trễ và số liệu lưu trữ từ cả hai cụm vSAN SATA và NVMe, cũng như xem xét tốc độ hoàn thành sao lưu trên cả hai cụm.

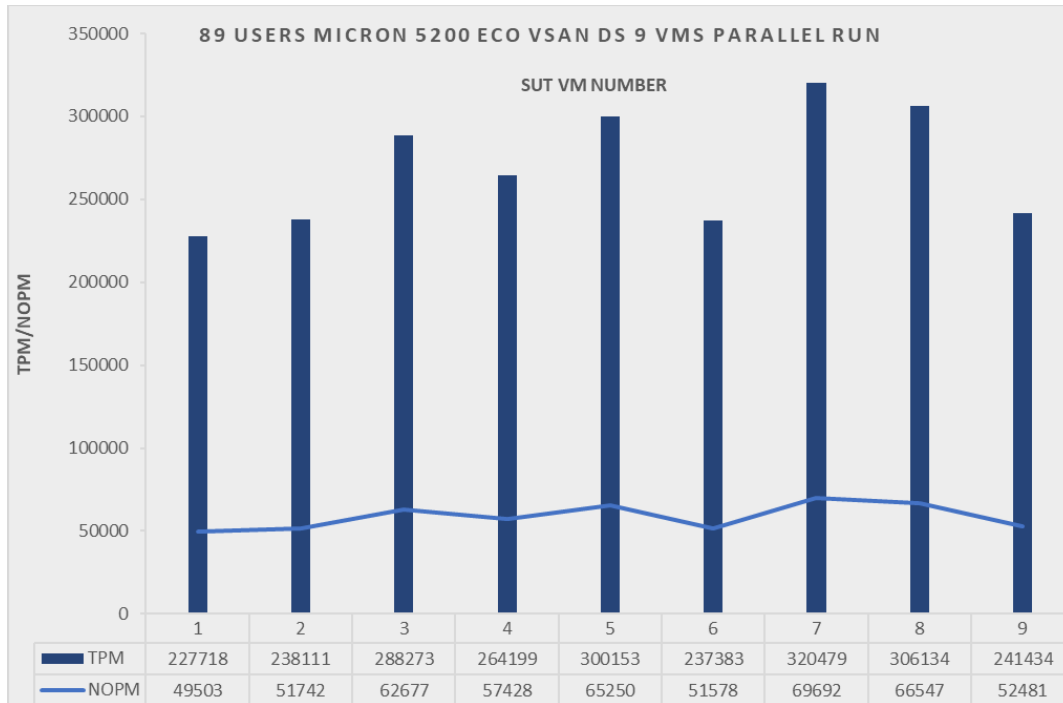
Hình 6.8 và 6.9 thể hiện IOPS của vSAN và các số liệu độ trễ thu thập từ cụm NVMe và SATA bằng công cụ giám sát hiệu năng vSAN trong thử nghiệm 5c và 5d. Tập lệnh sao lưu đã được cấu hình để chạy sau mỗi 100 giây trong 10 chu kỳ. Chúng ta có thể thấy tác động việc kích hoạt sao lưu VM đối với IOPS và độ trễ đọc/ghi của cả cụm vSAN NVMe và SATA. Tuy nhiên, tác động đối với độ trễ lại khác nhau. Độ trễ IO đọc/ghi tối đa của cụm NVMe tăng đột biến lên đến 4 mili giây/IO và duy trì ở mức trung bình 2,5 mili giây/IO cho hoạt động đọc/ghi, trong khi vSAN SATA tăng đột biến lên 9 mili giây/IO và duy trì mức trung bình 7,3 mili giây/IO đối

với IO đọc, 4,9 mili giây/IO đối với IO ghi. Người dùng cuối sẽ cảm nhận được độ trễ này khi cố gắng gửi đơn đặt hàng, cập nhật giỏ hàng hoặc xem sản phẩm từ kho hàng khác.

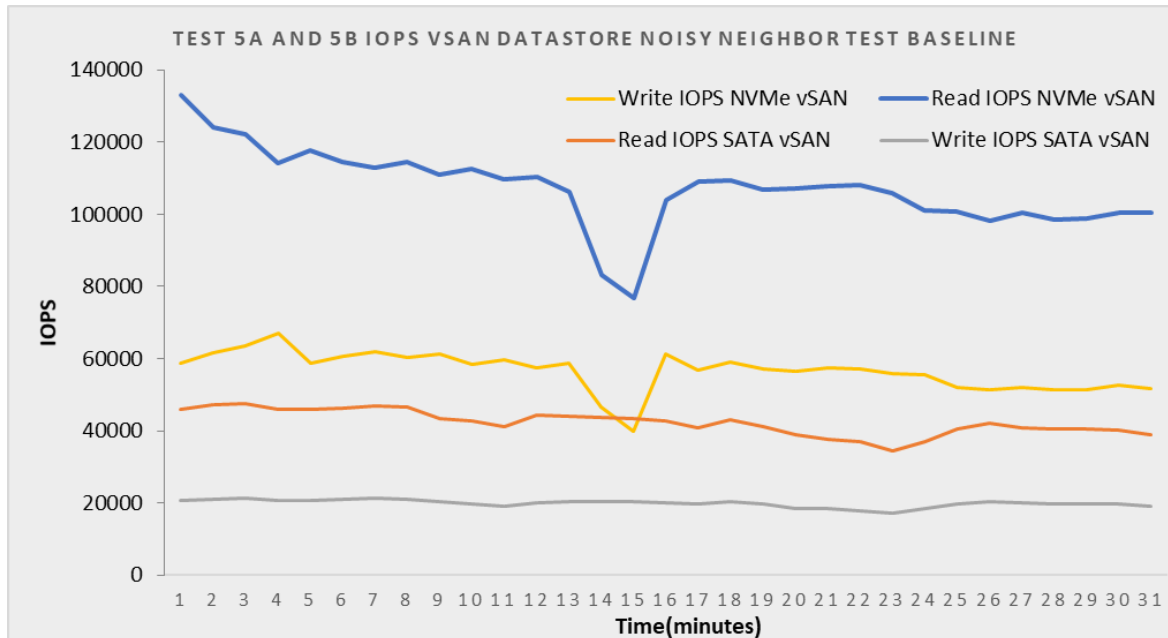
Hình 6.11 thể hiện thời gian cần thiết để hoàn thành các chu kỳ sao lưu trên một trong các VM do vSAN DC1500M SQL Server hỗ trợ và một trong các VM SQL do vSAN Micron 5200 eco hỗ trợ, không bao gồm thời gian chờ giữa các chu kỳ sao lưu. Mất 73 phút để hoàn thành 10 bản sao lưu – trung bình 7 phút/lần sao lưu VM vSAN NVMe SQL Server – và 122,15 phút để hoàn thành 10 bản sao lưu đối với VM vSAN do ổ SSD SATA SQL Server hỗ trợ – trung bình 12 phút/bản sao lưu. VM do vSAN DC1500M hỗ trợ đã hoàn thành các chu kỳ sao lưu nhanh hơn gấp 1,67 lần so với VM do vSAN Micron 5200 eco hỗ trợ. Đây là bằng chứng thực nghiệm cho thấy việc nâng cấp cơ sở hạ tầng VMware thành kho dữ liệu do NVMe DC1500M hỗ trợ sẽ giúp bạn giảm thiểu vấn đề Noisy Neighbor vì có thể hoàn thành các hoạt động không mong muốn, như sao lưu cơ sở dữ liệu, trong thời gian nhanh hơn nhiều. Đồng thời nhờ độ trễ và khả năng thông lượng tuyệt vời, NVMe có thể làm giảm bớt tác động về độ trễ của những lượng công việc phiên toái lên ứng dụng cấp 1.



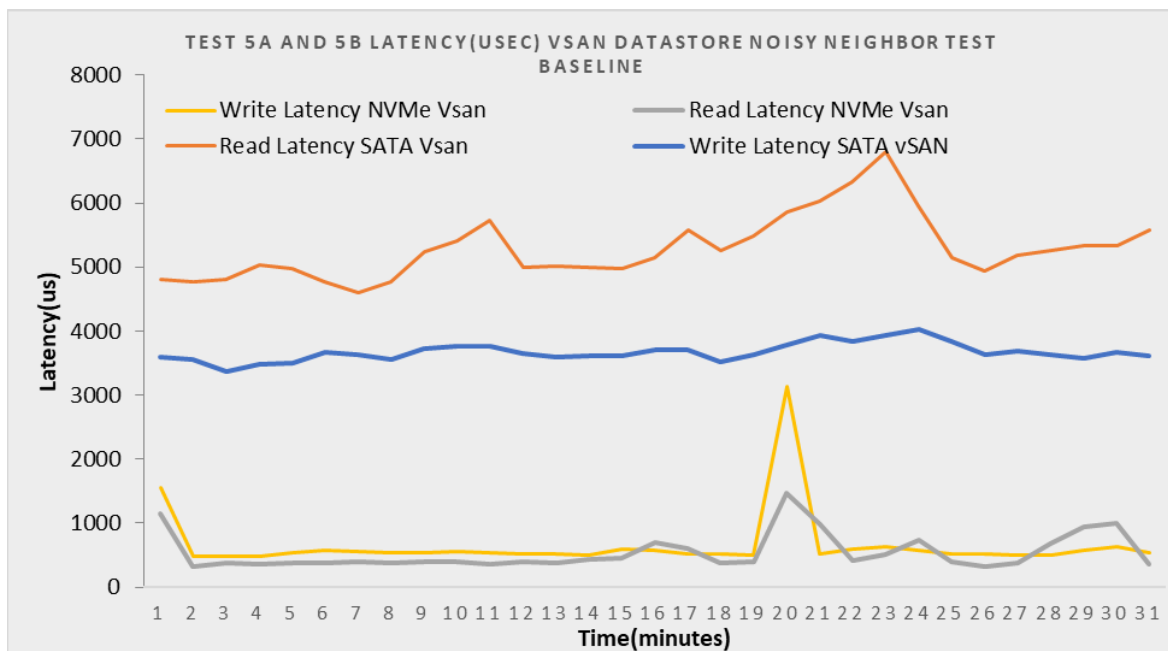
Hình 6.2: Thử nghiệm 5a: TPM khi Chạy cùng lúc 12 VM SQL Server 2017 trong 300 phút, 89 người dùng ảo, kho dữ liệu vSAN ổ SSD NVMe DC1500M



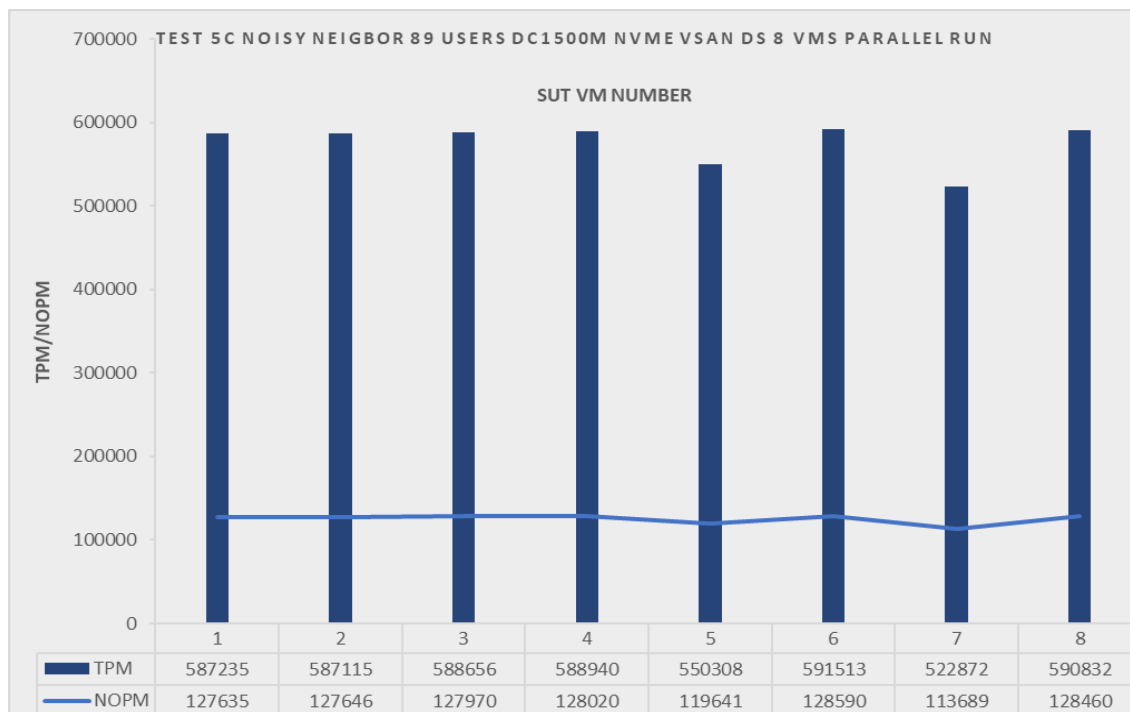
Hình 6.3: Thử nghiệm 5b: TPM khi Chạy cùng lúc 12 VM SQL Server 2017 trong 300 phút, 89 người dùng ảo, kho dữ liệu vSAN ổ SSD NVMe DC1500M



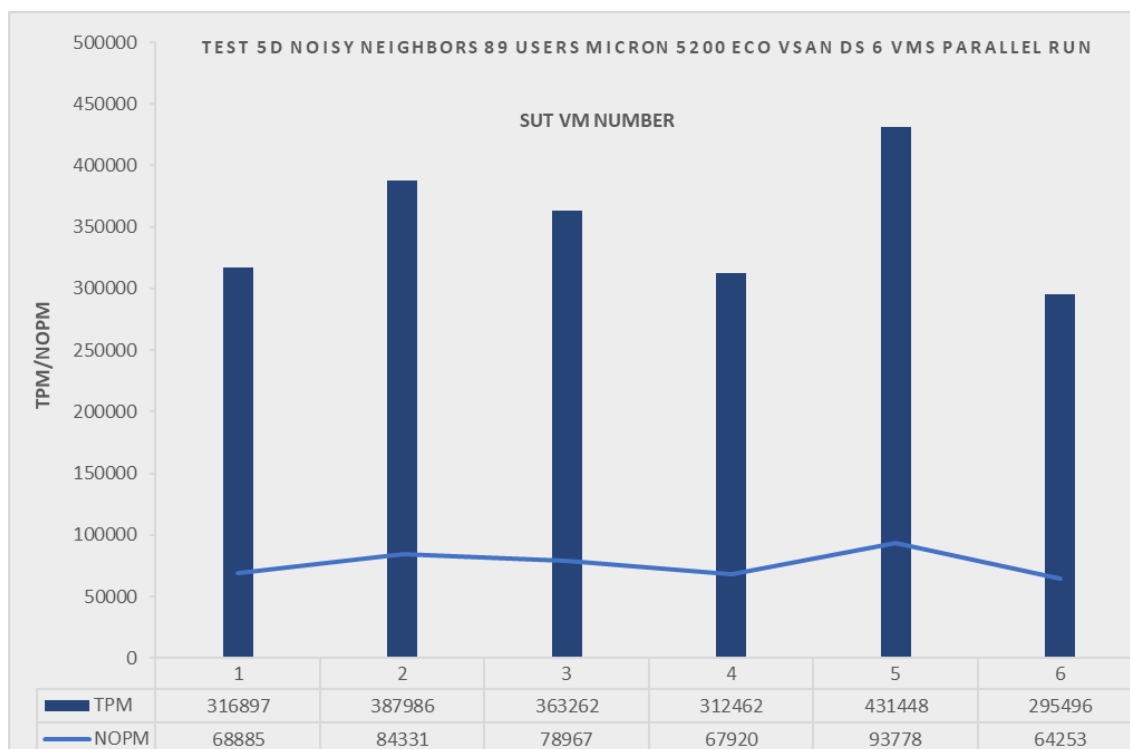
Hình 6.4: Thử nghiệm 5a và 5b: IOPS Noisy Neighbor, kho dữ liệu vSAN NVMe DC1500M và Micron 5200 eco



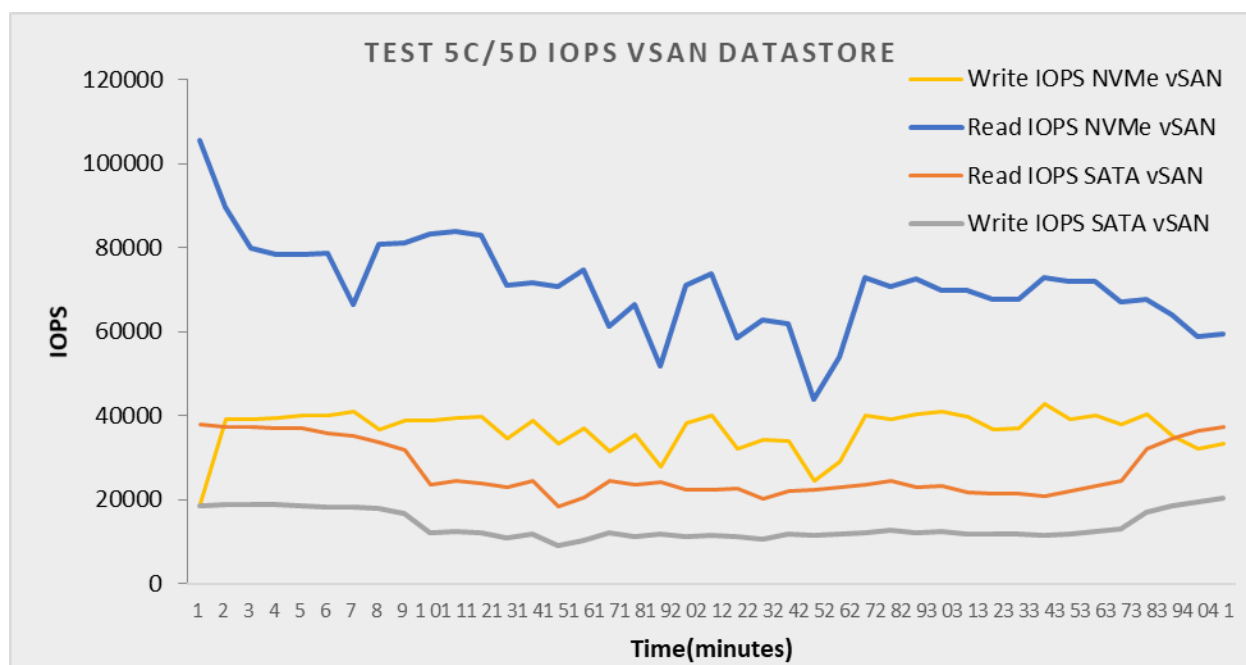
Hình 6.5: Thử nghiệm 5a và 5b: Độ trễ Noisy Neighbor, kho dữ liệu vSAN NVMe DC1500M và Micron 5200 eco



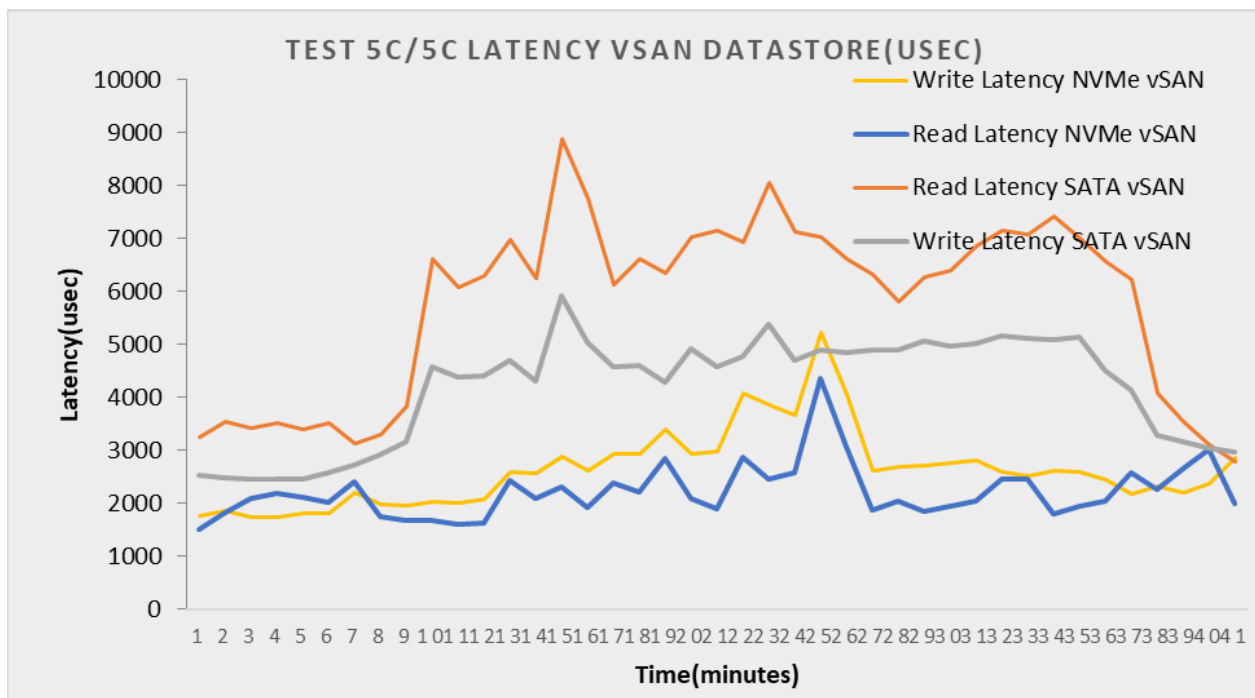
Hình 6.6: Thử nghiệm 5c: TPM, triển khai Noisy Neighbor, chạy cùng lúc 8 VM, kho dữ liệu vSAN NVMe DC1500M



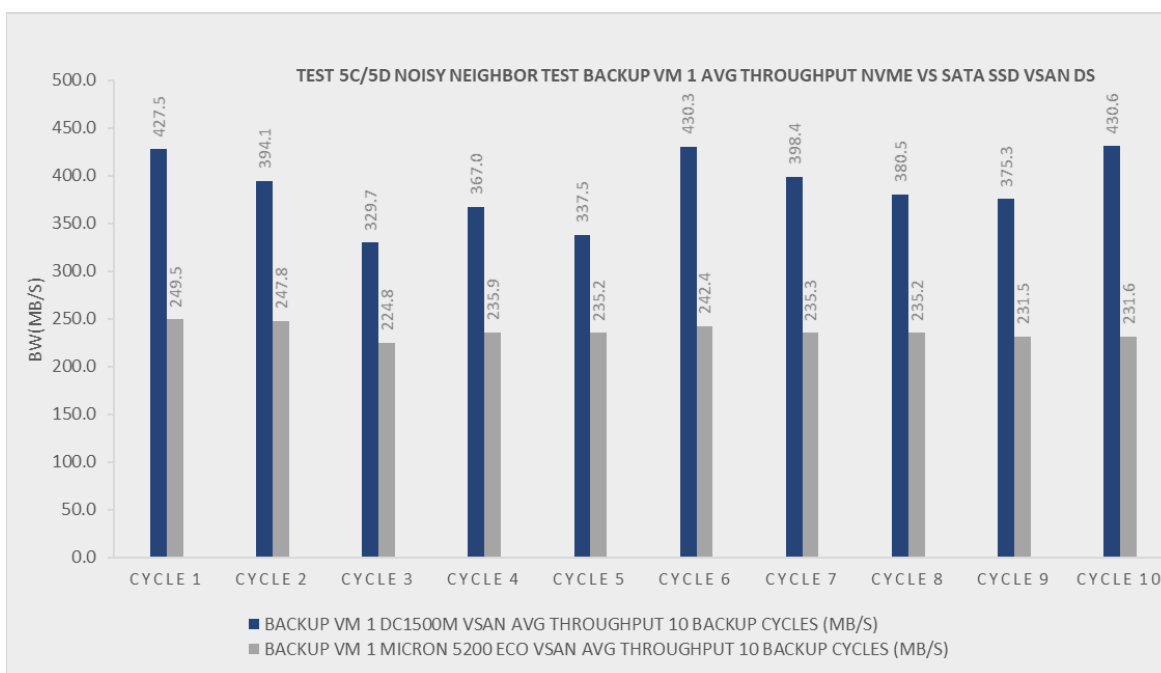
Hình 6.7: Thử nghiệm 5d: TPM, triển khai Noisy Neighbor, chạy cùng lúc 6 VM, kho dữ liệu vSAN Micron 5200 eco



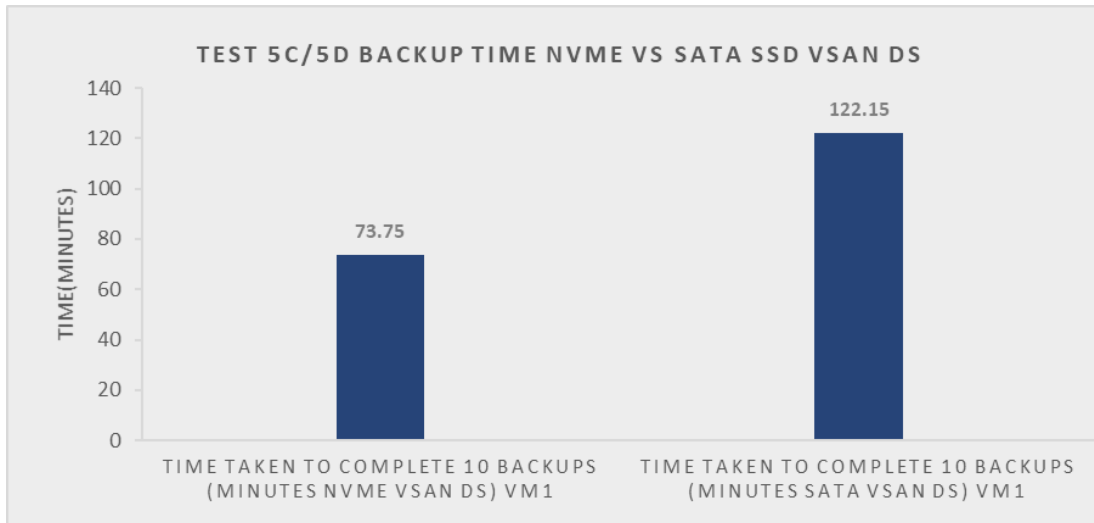
Hình 6.8: Thử nghiệm 5c/5d: IOPS, triển khai Noisy Neighbor, kho dữ liệu vSAN ổ SSD NVMe so với SATA



Hình 6.9: Thử nghiệm 5c/5d: Độ trễ, triển khai Noisy Neighbor, kho dữ liệu vSAN ổ SSD NVMe so với SATA



Hình 6.10: Thử nghiệm 5c/5d: Thông lượng sao lưu VM, triển khai Noisy Neighbor, kho dữ liệu vSAN ổ SSD NVMe so với SATA



Hình 6.11: Thử nghiệm 5c/5d: Thời gian sao lưu VM cần thiết để hoàn thành sao lưu, triển khai Noisy Neighbor trong 10 chu kỳ, kho dữ liệu vSAN ổ SSD NVMe và SATA

Kết luận

Trong tài liệu này, chúng tôi đã chỉ ra việc hợp nhất lượng công việc cơ sở dữ liệu của bạn với NVMe có thể giúp tối đa hóa phần cứng hiện có như thế nào, nhờ vào hiệu quả đáng kinh ngạc và thời gian chờ IO gần như bằng 0, giúp bạn có thể sử dụng ít lõi CPU hơn mà vẫn đạt được cùng mức thông lượng giao tác. Chúng tôi đã có một vài so sánh với ổ SSD SATA Doanh nghiệp và cho thấy rằng khi di chuyển lượng công việc SQL của bạn sang kho dữ liệu do NVMe hỗ trợ, các ứng dụng của bạn có thể mở rộng quy mô khi tăng gấp đôi thông lượng giao tác mà vẫn có độ trễ dưới một mili giây. Sau đó, chúng tôi đã chỉ ra cách NVMe có thể giúp giảm thiểu tác động đối với các ứng dụng cấp 1 bằng cách khiến lượng công việc không mong muốn, chẳng hạn như hoạt động sao lưu/khôi phục cơ sở dữ liệu, hoàn thành trong thời gian nhanh hơn.

Ổ SSD NVMe Doanh nghiệp của Kingston, [DC1500M](#), khi kết hợp với Bộ nhớ máy chủ Kingston (Server Premier), sẽ mang đến giải pháp tuyệt vời cho những người dùng muốn ảo hóa hạ tầng cơ sở dữ liệu và tối đa hóa hiệu quả lượng công việc của họ.

Hãy truy cập <https://www.kingston.com/en/solutions/servers-data-centers> để tìm hiểu thêm về các giải pháp trung tâm dữ liệu của Kingston

Tham khảo

HammerDB. (chưa có thông tin ngày tháng). *Understanding the TPCC workload*. Truy xuất từ <https://www.hammerdb.com/docs3.3/ch03s05.html>

Trang chủ TPCC. (chưa có thông tin ngày tháng). Truy xuất từ <https://www.tpc.org/>