

Studi literatur: perbandingan basis data NewSQL

Ahmad Yusuf¹, Omar Muhammad^{*2}, Muhammad Reza Riansyah³
dan Kusnawi⁴

- 1 Universitas Cahaya Bangsa
Jl. A. Yani KM. 17 Kec. Gambut, Kalimantan Selatan
ahmadyusuf23.ay@gmail.
- 2 SMK Negeri 2 Banjarbaru
Jl. Nusantara No. 1 Loktabat Selatan, Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan.
omar.muhammad.aa@gmail.com
- 3 PT. Bandangtirta Agung
Sambangan, Kec. Bati Bati, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan
70852
rezariiann@gmail.com
- 3 Universitas AMIKOM Yogyakarta
Jl. Padjajaran, Ring Road Utara, Kel. Condongcatur, Kec. Depok, Kab.
Sleman, Prop. Daerah Istimewa Yogyakarta
khusnawi@amikom.ac.id

Abstrak

Selama bertahun-tahun sistem basis data relasional menjadi solusi untuk penyimpanan data sampai datang era *Big Data*. Kemudian sistem basis data non-relasional (yang dikenal sebagai sistem basis data NoSQL) mulai dikembangkan sebagai solusi basis data yang mempunyai kecepatan tinggi dan *scalable* untuk menangani volume data yang terus meningkat. Di sisi lain, NoSQL mempunyai beberapa kekurangan, diantaranya : tidak mendukung ACID (*Atomicity, Consistency, Isolation, Durability*) dan beberapa sistem database NoSQL tidak mendukung bahasa kueri terstruktur (SQL). NewSQL merupakan pengembangan dari NoSQL yang memiliki dukungan terhadap terhadap ACID dan bahasa SQL. Sistem basis data NewSQL yang dikembangkan saat ini memiliki arsitektur, fitur dan implementasi yang bervariasi. Penelitian ini melakukan ulasan ringkas (*quick review*) pada perkembangan sistem basis data mulai dari relasional yang tradisional, NoSQL hingga NewSQL dengan dekripsi lebih pada sistem basis data NewSQL. Pada bagian akhir dilakukan perbandingan beberapa database NewSQL pada lima aspek, diantaranya : *Ease of Use, Features & Functionality, Advanced Features, Integration* dan *Performance*. Dari hasil perbandingan, pada aspek *Ease of Use* c-treeACE mendapat nilai tertinggi sedangkan Apache Trafodion menjadi yang terendah. Pada aspek *Features & Functionality* TIBCO ActiveSpaces menjadi yang tertinggi sedangkan VoltDB mendapat skor terendah. Selanjutnya, Altibase mendapat skor tertinggi pada aspek *Advanced Features* dan Apache Trafodion kembali menjadi yang terendah. Pada aspek *Integration*, skor tertinggi ada pada CockroachDB dan terendah ada pada Pivotal GemFire XD. Terakhir, pada aspek *Performance*, ActorDB menjadi yang tertinggi dan Apache Trafodion menjadi yang terendah lagi.

Kata Kunci newsql, perbandingan newsql, acid, nosql, rdbms

1 Pendahuluan

Hingga saat ini, perusahaan selalu menangani data yang kompleks dari berbagai macam sumber, sehingga peran *Database Management Systems* (DBMS) sangat diperlukan untuk

* Corresponding author.



menyimpan serta mengelola data tersebut [1][2]. Bagi perusahaan, menentukan sistem manajemen basis data yang tepat menjadi suatu tantangan yang sulit, dikarenakan terdapat berbagai macam jenisnya [3][4]. Sistem basis data tentu diharapkan untuk dapat lebih fleksibel dalam menangani berbagai format data, memiliki kinerja yang tinggi, dan mampu dikembangkan untuk menangani volume data yang sangat besar.

Pemilihan sistem basis data yang tepat tentunya sangat erat kaitannya dengan kebutuhan bisnis dari setiap perusahaan[1], seperti penggunaan *Relational Database Management System* (RDBMS) untuk menyimpan dan mengelola data perusahaan. Saat ini RDBMS disebut tidak dapat memenuhi kebutuhan pengguna dikarenakan keterbatasan dalam pengelolaan data yang kompleks [5][6][7]. Hal tersebut membuat perusahaan memerlukan sistem basis data yang dapat menyediakan skalabilitas (*scalability*), ketersediaan (*availability*), dan mampu meningkatkan kinerja (*performance*) dengan tetap mempertahankan fitur-fitur penting dari sistem basis data tradisional [8]. Beberapa perusahaan pembuat perangkat lunak basis data telah mengidentifikasi kebutuhan tersebut dan mulai mengembangkan basis data NewSQL untuk mengatasi masalah yang terkait dengan sistem basis data tradisional. Istilah NewSQL pertama kali digunakan di tahun 2011 oleh seorang bernama Matthew Aslett, dalam laporan analisis bisnisnya yang berjudul “*NoSQL, NewSQL and Beyond: The answer to SPRAINED relational databases*” [9]. Basis data NewSQL ini disebut dapat memecahkan permasalahan baru di basis data tanpa melepaskan keuntungan dari basis data tradisional [10][11].

Sistem manajemen basis data relasional NewSQL jika dibandingkan dengan NoSQL memiliki kemampuan memberikan kinerja sistem yang sama seperti dalam beban OLTP (*Online Transaction Processing*), dapat menyimpan data dalam berbagai format, seperti penyimpanan dokumen, penyimpanan grafik, dan penyimpanan *key-value*. Perbedaannya adalah sebagian besar produk basis data NoSQL membuang kinerja ACID untuk mencapai fleksibilitas penyimpanan data sedangkan NewSQL tetap mempertahankan jaminan ACID seperti sistem basis data tradisional [10][12][13][14]. Sistem manajemen basis data relasional telah menjadi pilihan umum untuk menyimpan informasi. SQL (*structured query language*) sebagai bahasa standar untuk manipulasi relasional model juga memiliki banyak keterbatasan baik di tingkat manajemen database, seperti *scalability*, *performance*, dan *size* (ukuran) [11]. Sistem basis data relasional kehilangan kekuatan pemrosesan jika terjadinya peningkatan volume data. Permasalahan utamanya adalah ketika terdapat perbedaan bahasa yang digunakan untuk akses ke sistem basis data, karena tidak semua pembuat perangkat lunak sistem basis data menggunakan aturan yang sama. Perbedaan aturan sintaks pada setiap produk sistem basis data dapat mempersulit penggunaannya [15].

Pengembangan sistem basis data NewSQL bertujuan untuk mencapai kinerja tinggi, memiliki kemampuan besar untuk mengubah ukuran dan mudah digunakan. Terdapat dua karakteristik dalam NewSQL yang umum yaitu mendukung model data relasional dan penggunaan SQL sebagai antarmuka utama [16]. Nampak bahwa sistem basis data telah berkembang pesat melalui banyak tahapan, dari sistem basis data relasional yang saat ini masih banyak digunakan, basis data NoSQL hingga ke generasi yang terbaru yaitu NewSQL. Kehadiran NewSQL di era transformasi digital sekarang tentunya sangat menarik di mana semakin banyak perusahaan memindahkan data aplikasinya ke sistem *cloud* [17]. NewSQL telah menjadi pusat perhatian karena memberikan penawaran seperti skalabilitas [18], dukungan SQL, dan cara terbaik bagi pengguna untuk mengakses data menggunakan API (*application programming interface*) [19]. Perusahaan besar yang memikirkan arsitektur basis data jangka panjang, harus mempertimbangkan implikasi pada layer basis data dan potensi arsitektur basis data yang lebih terdistribusi dan fleksibel [20], yang membuat sistem basis data berbasis NewSQL layak untuk ditelusuri. Aplikasi baru yang mendukung *cloud*

memerlukan basis data baru dan NewSQL merupakan sistem basis data yang mendukung aplikasi tersebut [21]. Sehingga inovasi basis data NewSQL sangat menarik dan terus berkembang dan mungkin menjadi permulaan dari akhir basis data NoSQL.

2 Metodologi

Ulasan ringkas perkembangan sistem basis data ini dimulai dengan penelusuran pustaka untuk melihat gambaran secara umum topik mengenai NewSQL. Setelah mendapatkan informasi umum, selanjutnya disusun struktur makalah dan dilanjutkan dengan mengajukan beberapa pertanyaan terkait NewSQL. Ulasan ringkas ini bertujuan untuk membantu pembaca memahami secara umum pada sistem basis data berbasis NewSQL. Beberapa pertanyaan yang diajukan dalam membangun ulasan ringkas ini adalah :

1. bagaimana perkembangan MySQL, NoSQL dan NewSQL ?,
2. apa saja DBMS NewSQL yang ada saat ini ?,
3. apa saja aspek penting untuk dibandingkan antara DBMS NewSQL ?,
4. bagaimana perbandingan antar DBMS NewSQL berdasarkan aspek-aspek tersebut ?

Tinjauan literatur dilakukan dengan pencarian dan pemilihan paper yang digunakan sebagai bahan ulasan menggunakan Google Scholar dan dengan cara mencari langsung ke situs jurnal-jurnal. Pemilihan paper yang dijadikan sebagai sumber informasi dibatasi sejak tahun 2011 hingga tahun 2020. Kata kunci yang digunakan diantaranya adalah : MySQL, NoSQL dan NewSQL. Paper terkumpul difilter dan diorganisir sesuai dengan kebutuhan untuk menjawab pertanyaan ulasan di atas.

3 Tinjauan literatur

3.1 Genarasi RDBMS, NoSQL, dan NewSQL

Generasi pertama sistem basis data relasional, RDBMS dimulai pada tahun 1960 oleh IBM [16]. Sampai saat ini, telah banyak sistem manajemen basis data relasional yang muncul dan berkembang untuk memenuhi kebutuhan komputasi. Sistem manajemen basis data ini sangat bergantung pada tabel, relasi antar tabel, dan juga menggunakan normalisasi untuk mengurangi redundansi. Permasalahan muncul saat RDBMS digunakan untuk menangani data secara *realtime* [16] seperti aplikasi berbasis web [22]. Kemunculan NoSQL di akhir pertengahan tahun 2000-an [23] adalah akibat dari permasalahan tersebut.

Istilah NoSQL pertama kali diperkenalkan pada 1988 untuk sistem basis data relasional yang tidak memiliki antar muka SQL dan istilah NoSQL ini kembali diperkenalkan pada 2009 untuk merujuk pada jenis basis data skala web modern [24]. RDBMS disebut kurang memberikan fleksibilitas, kinerja, dan kecepatan pemrosesan [16][22][24] dan NoSQL hadir dengan memberikan solusi yang lebih cocok untuk banyak aplikasi. NoSQL memiliki fleksibilitas arsitektur, skalabilitas dan keandalan yang tinggi, model data dan bahasa kueri yang sangat sederhana, serta dapat menangani sejumlah besar kemampuan multimedia, media sosial, pengolah kata, email, dan basis data tidak terstruktur lainnya namun kurang dalam mekanisme untuk menangani dan mengelola konsistensi data [24][25][26]. Berbeda dengan RDBMS, NoSQL adalah sistem basis data non-relasional, sehingga tidak dapat mendukung aplikasi yang sudah ditulis untuk generasi sebelumnya [21]. NoSQL juga tidak mendukung OLAP (*online analytical processing*) dan mendukung fitur *real-time* dan ACID [21].

NewSQL dapat disebut sebagai generasi ketiga dari sistem basis data. NewSQL dapat disebut sebagai sistem basis data modern dari RDBMS yang menggabungkan kemampuan

OLTP dan kinerja tinggi dari NoSQL [16][21][27][28][29]. Pada tahun 2011, istilah NewSQL diperkenalkan oleh analis Matthew Aslett saat membahas kebutuhan akan adanya sistem basis data baru [9]. Banyak sistem yang membutuhkan skalabilitas lebih seperti sistem yang dibutuhkan oleh perusahaan keuangan, sehingga kurang tepat jika menggunakan NoSQL. Dimana NoSQL tidak mendukung ACID sehingga tidak memiliki kemampuan menjaga konsistensi data yang kuat dan persyaratan transaksional seperti yang dimiliki oleh RDBMS [16][21][30].

3.2 NewSQL

Sistem basis data NewSQL dan NoSQL telah diperkenalkan untuk menangani data dengan cara yang berbeda terlepas dari tabel [31], dan SQL seperti yang digunakan di basis data relasional [32][33]. Dengan berbagai kelebihan NewSQL maka pengetahuan atas sistem basis data ini layak untuk dipelajari. Terdapat beberapa sistem basis data NewSQL yang populer yaitu ClustrixDB, NuoDB, CockroachDB, Pivotal GemFireXD, Altibase, MemSQL, VoltDB, c-treeACE, Percona TokuDB, Apache Trafodion, TIBCO ActiveSpaces, ActorDB, dan Google Spanner [34].

3.2.1 CulustrixDB dan CockroachDB

ClustrixDB disebut dapat menghilangkan kesulitan pada penskalaan dengan mengotomatiskan semua operasi basis data yang rumit, dimana biasanya dilakukan untuk meningkatkan kapasitas, *throughput*, dan ketersediaan [34][35][36][37]. ClustrixDB dikenal sebagai basis data NewSQL pertama yang mendukung basis data *real-time*, dan dapat menangani volume transaksi yang besar [34][38].

CockroachDB menjadi jembatan untuk pusat data dalam menyediakan layanan otomatis secara terus menerus dan transparan dalam menghadapi kegagalan sistem (*fault*) skala besar. Sehingga aplikasi tidak perlu memiliki pengetahuan atau penanganan khusus untuk kondisi tersebut [39][40][41]. Basis data ini mendukung data historis, dengan menawarkan *bounding* data untuk menyediakan transparansi dan kemudahan servis yang berkelanjutan [42]. CockroachDB menyediakan skalabilitas, konsistensi pada basis data SQL, dan juga dapat melakukan pemulihan otomatis terjadi kemungkinan terburuk (kegagalan sistem) untuk menyimpan data dengan aman [34][42]. CockroachDB juga mendukung *distributed* SQL dan transaksi dengan sangat konsisten untuk memberikan kebebasan bagi pengembang aplikasi untuk dapat membangun aplikasi yang kuat [34]. Tersedianya SQL seperti RDBMS dengan tetap mempertahankan kemampuan ACID dapat menjadi pertimbangan bagi pengembang aplikasi.

3.2.2 NuoDB dan Pivotal GemFire XD

NuoDB juga memberikan tawaran pada keseimbangan konsistensi transaksi, ketersediaan, hingga ketahanan data terhadap kinerja aplikasi [35][43][44]. Dalam memproses data dengan volume besar, NuoDB memiliki pemetaan geografi yang luas untuk dapat mengirimkan data tanpa hambatan serta dengan transmisi yang berkualitas [45]. Hal tersebut membuat NuoDB menjadi efektif, sesuai dengan kondisi terkini baik dalam manajemen data maupun kueri [34]. Teknologi memori yang terdistribusi membuat GemFire XD dapat menciptakan kelas aplikasi baru yang beroperasi secara *realtime* [34][46]. GemFire memiliki fitur fungsional tertinggi dan non-fungsional terendah jika dibandingkan dengan jenis basis data yang lainnya dari NewSQL, sehingga cukup ketat untuk memanipulasi data [34]. Dalam mendukung aspek

non-supervised, GemFire XD menjadi yang tertinggi untuk integrasi data jika dibandingkan yang lainnya [34][47].

3.2.3 Altibase dan MemSQL

Arsitektur dari Altibase memungkinkan penggunaan tabel memori untuk mendukung kinerja yang tinggi, serta kemampuan dalam penyimpanan yang ekonomis [48]. Altibase memberikan intensitas tinggi dari data yang diproses melalui bagian basis data dalam memori dan kapasitas penyimpanan yang besar [49]. Altibase juga kompatibel dengan ANSI SQL dan ACID [34], selain itu, Altibase mengurangi biaya melalui DBMS dalam penggunaan memori dan ruang penyimpanan [34][49]. Kemudahan dalam konfigurasi dan pengelolaan kluster terdistribusi pada MemSQL disebut dalam [11][50]. Kemampuan untuk memanipulasi dan mengakses baik data *real-time* maupun historis dimiliki oleh MemSQL [34]. MemSQL juga cukup ketat untuk memproses serta mengakses data secara *real-time* dalam membangun keputusan tentang bagaimana memilih data yang diperbarui dan bagaimana mengabaikan replikasi atau transaksi yang tidak penting [34][51].

3.2.4 VoltDB dan c-treeAce

VoltDB disebut mampu mendukung pada pengambilan keputusan yang cepat dengan menggabungkan elemen terbaik dari teknologi basis data modern dan tradisional [11][52]. VoltDB memiliki kemampuan dalam mengatur data secara terdistribusi dengan kecepatan skalabilitas melalui arsitektur serbaguna dari ACID transaksional dengan RDBMS tradisionalnya [34]. VoltDB mempunyai arsitektur yang efisien [34] untuk menerapkan konsistensi data yang selaras dengan reliabilitas, sehingga VoltDB dapat memastikan semua efisiensi dalam penggunaan secara profesional [53]. Sistem basis data c-treeACE merupakan sistem lengkap dengan kemampuan NOSQL dan SQL yang saling melengkapi [54]. Selain itu, basis data ini juga menyediakan dukungan API relasional dan non-relasional. Replikasi dan *backup* pada data historis disediakan dengan baik oleh c-treeACE [34][55]. Penggabungan teknologi NoSQL kedalam sistem ini menjadikan sistem ini memiliki kinerja tinggi [55]. Dalam pengembangan aplikasi, c-treeACE memegang kendali atas konfigurasi dan efisiensinya [34].

3.2.5 Percona TokuDB dan Apache Trafodion

Percona TokuDB merupakan sistem basis data yang dapat mempercepat kinerja dan konkurensi dan memotong persyaratan untuk media penyimpanan, sehingga memungkinkan perubahan skema *online* serta dukungan terhadap transaksi berbasis ACID [56]. Penggunaan untuk penegloaan data skala besar, sistem ini menawarkan penambahan biaya dalam penerapannya dengan memberikan pembaasan spesifikasi yang terkait dengan upaya penskalaan dan pengoptimalan [34][57]. Apache Trafodion merupakan solusi pada SQL berskala web yang dapat berkerja secara transaksional dan dapat berjalan di Apache Hadoop [2][58]. Penggunaan kemampual SQL diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dalam penggunaan di web [59]. Trafodion juga dapat menampilkan data secara *runtime* dengan pengoptimalan dan performa tinggi, sehingga beban kerja OLTP akan dikompilasi secara efisien [34].

3.2.6 TIBCO ActiveSpace EE dan ActorDB

Infrastuktur untuk membangun aplikasi yang mudah dikembangkan dan toleran terhadap kesalahan disediakan dalam sistem basis data TIBCO ctiveSpaces Edisi Enterprise (EE) [34]. TIBCO ActiveSpaces EE dapat melakukan pengambilan data baik data riwayat demikian juga

untuk melihat data secara *real-time* ataupun data yang diminta dalam waktu tertentu [60]. ActiveSpaces EE mampu memastikan NoSQL data *grid* yang sesuai dengan aturan ACID, sehingga menyebabkan konsistensi serta akses kontrol terhadap konkurensi, dimana hal tersebut sangat dianjurkan di banyak basis data lainnya [34]. ActorDB didasarkan pada sistem basis data yang handal dan terbukti digunakan di industri yang sangat konsisten, terdistribusi, dan dapat diskalakan secara horisontal [34][61]. ActorDB sangat menganjurkan penggunaan basis data relasional dalam kueri dan transaksi serta memiliki jaminan ACID [62].

Google Spanner memberikan dukungan transaksi terdistribusi yang konsisten secara eksternal, serta dapat diskalakan, bersifat multi-version, dapat didistribusikan secara global, dan direplikasi secara sinkron. Google Spanner menjadi sistem pertama yang mendistribusikan data dalam skala global [29][34] [63]. Aplikasi pada sistem basis data ini dapat melakukan pembacaan, pengambilan dan penulisan data berdasarkan pencatatan waktu tertentu, sehingga aplikasi dapat membaca data sesuai catatan waktu yang dibutuhkan [34]. Spanner juga menawarkan konfigurasi replikasi, sehingga aplikasi dapat mengelola seberapa jauh datanya dari pengguna untuk mengontrol latensi baca dan seberapa jauh replika satu sama lain untuk memenuhi kebutuhan latensi penulisan [34]. Jika kesulitan dalam melakukan akses basis data global pada waktu tertentu, Spanner memberikan fitur untuk mendukung *backup*, eksekusi *Map Reduce* yang konsisten, dan pembaruan skema secara atomik schema [34][63].

4 Pembahasan

Pembahasan perbandingan basis data NewSQL menggunakan halaman survei yang dilakukan oleh PAT RESEARCH dimana mereka melakukan survei terhadap pengguna serta analisisnya terhadap basis data NewSQL dengan menekankan aspek kemudahan penggunaan, fitur dan fungsionalitas, fitur *advanced*, integrasi, dan performa [64].

Kemudahan penggunaan, c-treeACE memiliki nilai rata-rata tertinggi dan Apache Trafodion menjadi yang terendah. Hal ini dikarenakan c-treeACE menjadi basis data NewSQL yang dapat menggabungkan teknologi NoSQL yang unik dalam meningkatkan kinerja tinggi [55]. Hasil dari penilaian dari kemudahan penggunaan ini tertampil pada Tabel 1.

■ **Tabel 1** NewSQL dalam kemudahan penggunaan.

Sistem basis data	Penilaian		
	Analisis	Pengguna	Nilai rata-rata
ClustrixDB	76	74	75
CockroachDB	76	73	74,5
NuoDB	76	72	74
Pivotal GemFire XD	78	68	73
Altibase	76	70	73
MemSQL	76	68	72
VoltDB	76	71	73,5
c-treeACE	76	79	77,5
Percona TokuDB	76	65	70,5
Apache Trafodion	76	52	64
TIBCO ActiveSpaces	76	78	77
ActorDB	76	77	76,5

Dalam aspek penilaian fitur dan fungsionalitas didapatkan bahwa TIBCO ActiveSpaces EE mendapatkan penilaian tertinggi, dan VoltDB menjadi yang terendah. Hal tersebut dikarenakan ActiveSpaces EE mampu memastikan NoSQL data grid yang sesuai dengan ACID, sehingga menyebabkan konsistensi serta akses kontrol terhadap konkurensi, dimana hal tersebut sangat dianjurkan di dalam sistem banyak basis data pada umumnya [34]. Rangkuman penilaian terhadap fitur dan fungsional ini tertampil dalam Tabel 2.

■ **Tabel 2** NewSQL dalam fitur dan fungsionalitas.

Sistem basis data	Penilaian		
	Analisis	Pengguna	Nilai rata-rata
ClustrixDB	76	82	79
CockroachDB	76	70	73
NuoDB	76	63	69,5
Pivotal GemFire XD	78	71	74,5
Altibase	76	62	69
MemSQL	76	69	72,5
VoltDB	76	48	62
c-treeACE	76	83	*76
Percona TokuDB	76	85	77
Apache Trafodion	76	72	74
TIBCO ActiveSpaces	76	84	80
ActorDB	76	75	75,5

Altibase dari aspek penilaian fitur *advanced* mempunyai nilai tertinggi dibandingkan dengan jenis basis data NewSQL lainnya seperti yang tertampil pada Tabel 3. Hal ini dimungkinkan karena Altibase memberikan intensitas tinggi dari data yang diproses melalui bagian basis data dalam memori dan kapasitas penyimpanan yang besar [49], dan kompatibel dengan ANSI SQL dan ACID [34].

■ **Tabel 3** NewSQL dalam fitur *advanced*.

Sistem basis data	Penilaian		
	Analisis	Pengguna	Nilai rata-rata
ClustrixDB	76	86	81
CockroachDB	76	72	74
NuoDB	76	81	78,5
Pivotal GemFire XD	78	65	71,5
Altibase	76	90	83
MemSQL	76	68	72
VoltDB	76	45	60,5
c-treeACE	76	94	85
Percona TokuDB	76	87	81,5
Apache Trafodion	76	44	60
TIBCO ActiveSpaces	76	89	82,5
ActorDB	76	74	75

CockroachDB memiliki nilai rata-rata tertinggi jika dibandingkan dengan yang lainnya, dan Pivotal GemFire XD sebagai yang terendah dalam aspek penanganan integrasi data. Rangkuman penilaian aspek integrasi ini seperti tertampil pada Tabel 4. Basis data CockroachDB menjadi yang tertinggi karena mendukung data historis, dengan menawarkan *bounding* data untuk menyediakan transparansi dan kemudahan servis yang berkelanjutan [42].

ActorDB pada aspek performa memiliki nilai yang paling tinggi, disusul dengan CockroachDB, dan pada penilaian terbawah dimiliki oleh Trafodion seperti terlihat dalam Tabel 5. Hal tersebut dikarenakan ActorDB didasarkan pada mesin database andal yang terbukti di industri, sangat konsisten, terdistribusi, dan dapat diskalakan secara horizontal [34][61], dan ActorDB sangat menganjurkan basis data relasional dalam kueri dan transaksi di berbagai aktor, serta jaminan ACID [62].

5 Kesimpulan dan saran

Dari ulasan ringkas nampak bahwa hampir semua dari basis data NewSQL cukup kuat untuk menyerap data yang sangat besar dengan teknik yang cerdas dalam waktu tertentu. Basis

■ **Tabel 4** NewSQL dalam fitur *integrasi*.

Sistem basis data	Penilaian		
	Analisis	Pengguna	Nilai rata-rata
ClustrixDB	76	83	79,5
CockroachDB	76	94	85
NuoDB	76	76	76
Pivotal GemFire XD	78	64	71
Altibase	76	88	82
MemSQL	76	68	72
VoltDB	76	92	84
c-treeACE	76	94 85	
Percona TokuDB	76	89	82,5
Apache Trafodion	76	80	78
TIBCO ActiveSpaces	76	92	84
ActorDB	76	95	85,5

■ **Tabel 5** NewSQL dalam aspek *performa*.

Sistem basis data	Penilaian		
	Analisis	Pengguna	Nilai rata-rata
ClustrixDB	76	73	74,5
CockroachDB	76	90	83
NuoDB	76	79	77,5
Pivotal GemFire XD	78	78	78
Altibase	76	89	82,5
MemSQL	76	67	71,5
VoltDB	76	80	78
c-treeACE	76	94	85
Percona TokuDB	76	89	82,5
Apache Trafodion	76	64	70
TIBCO ActiveSpaces	76	68	72
ActorDB	76	93	84,5

data NewSQL bertujuan untuk membawa model data relasional ke dalam ranah NoSQL. ACID, CAP (*Consistency, Availability* dan *Partition Tolerance*) dan bahasa SQL menjadi hal yang penting untuk disoroti dalam perkembangan NewSQL.

Dari hasil perbandingan dapat diketahui bahwa tidak ada sistem basis data NewSQL yang dominan pada semua aspek. Sistem basis data c-treeACE menjadi yang termudah untuk digunakan, sedangkan TIBCO ActiveSpaces menjadi yang terbaik dari sisi fitur dan fungsionalitas. Altibase mendapat penilaian tertinggi pada sisi fitur *advanced* sedangkan CockroachDB menjadi yang terbaik dalam integrasi. Terakhir, ActorDB mendapat penilaian performa tertinggi diantara sistem database NewSQL yang lain.

Di sisi lain, Apache Trafodion mendapat skor terendah pada aspek kemudahan penggunaan, fitur *advanced* dan performa. Sedangkan VoltDB menjadi yang terendah pada aspek fitur dan fungsionalitas dan Pivotal GemFire pada aspek integritas. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk melihat bagaimana arsitektur implementasi masing-masing NewSQL terutama pada platform Cloud atau Multi-Cloud yang kemudian memungkinkan penelitian mengenai berbagai aspek basis data pada sistem NewSQL.

Pustaka

- 1 U. F. Eze, C. Etus, dan J. E. Uzukwu, "Database system concepts, implementations and organizations-a detailed survey," *Database*, vol. 2, no. 2, 2014.
- 2 A. M. Saeed, "Role of database management systems (dbms) in supporting information technology in sector of education," *Int. J. Sci. Res*, vol. 6, no. 5, pp. 1462–1466, 2017.

- 3 H. B. Hashim, "Challenges and security vulnerabilities to impact on database systems," *Al-Mustansiriyah Journal of Science*, vol. 29, no. 2, pp. 117–125, 2018.
- 4 T. Kumar Das dan M. R. Mishra, "A study on challenges and opportunities in master data management," *International Journal of Database Management Systems*, vol. 3, no. 2, pp. 129–139, 2011.
- 5 T. A. Rao dan D. M. Khan, "Performance based comparison between rdbms and oodbms," *International Journal of Computer Applications*, vol. 975, p. 8887, 2018.
- 6 D. Kunda dan H. Phiri, "A comparative study of nosql and relational database," *Zambia ICT Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 1–4, 2017.
- 7 H. S. Damesha, "Object oriented database management systems-concepts, advantages, limitations and comparative study with relational database management systems," *Global Journal of Computer Science and Technology*, 2015.
- 8 L. Matei, "Big data issues: Performance, scalability, availability," *Journal of Mobile, Embedded and Distributed Systems*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2014.
- 9 M. Aslett, "Nosql, newsql and beyond: The answer to sprained relational databases," Apr 2011. [Online]. Available: https://blogs.451research.com/information_management/2011/04/15/nosql-newsqli-and-beyond/
- 10 M. Murazzo, P. Gómez, N. Rodríguez, dan D. Medel, "Database newsqli performance evaluation for big data in the public cloud," in *Conference on Cloud Computing and Big Data*. Springer, 2019, pp. 110–121.
- 11 J. Oliveira. dan J. Bernardino., "Newsqli databases - memsql and voltdb experimental evaluation," in *Proceedings of the 9th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management - Volume 2: KEOD., INSTICC*. SciTePress, 2017, pp. 276–281.
- 12 M. Madison, M. Barnhill, C. Napier, dan J. Godin, "Nosqli database technologies," *Journal of International Technology and Information Management*, vol. 24, no. 1, p. 1, 2015.
- 13 R. Kumar dan S. Charu, "Newsqli databases: Scalable rdbms for oltp needs to handle big data," *International Journal of Modern Computer Science (IJMCS)*, vol. 3, pp. 13–17, 2014.
- 14 K. W. Ong, Y. Papakonstantinou, dan R. Vernoux, "The sql++ semi-structured data model and query language: A capabilities survey of sql-on-hadoop, nosqli and newsqli databases," *CoRR*, abs/1405.3631, vol. 43, 2014.
- 15 A. Watt dan N. Eng, *Database Development Process*. BCcampus, BC Open Textbook Project, 2014.
- 16 A. Pavlo dan M. Aslett, "What's really new with newsqli?" *ACM Sigmod Record*, vol. 45, no. 2, pp. 45–55, 2016.
- 17 T. Clohessy, T. Acton, dan L. Morgan, "The impact of cloud-based digital transformation on it service providers: evidence from focus groups," *International Journal of Cloud Applications and Computing (IJCAC)*, vol. 7, no. 4, pp. 1–19, 2017.
- 18 P. D. Kaur dan G. Sharma, "Scalable database management in cloud computing," *Procedia Computer Science*, vol. 70, pp. 658–667, 2015.
- 19 K. Grolinger, W. A. Higashino, A. Tiwari, dan M. A. Capretz, "Data management in cloud environments: Nosqli and newsqli data stores," *Journal of Cloud Computing: advances, systems and applications*, vol. 2, no. 1, pp. 1–24, 2013.
- 20 R. Kumar, B. B. Parashar, S. Gupta, Y. Sharma, dan N. Gupta, "Apache hadoop, nosqli and newsqli solutions of big data," *International Journal of Advance Foundation and Research in Science & Engineering (IJAFRSE)*, vol. 1, no. 6, pp. 28–36, 2014.

- 21 A. Moniruzzaman, "Newsq: Towards next-generation scalable rdbms for online transaction processing (oltp) for big data management," *International Journal of Database Theory and Application*, vol. 7, no. 6, pp. 121–130, 2014.
- 22 M. A. Mohamed, O. G. Altrafi, dan M. O. Ismail, "Relational vs. nosql databases: A survey," *International Journal of Computer and Information Technology*, vol. 3, no. 03, pp. 598–601, 2014.
- 23 K. L. Berg, T. Seymour, dan R. Goel, "History of databases," *International Journal of Management & Information Systems (IJMIS)*, vol. 17, no. 1, pp. 29–36, 2013.
- 24 A. Zahid, R. Masood, dan M. A. Shibli, "Security of sharded nosql databases: A comparative analysis," in *2014 conference on information assurance and cyber security (CIACS)*. IEEE, 2014, pp. 1–8.
- 25 L. Okman, N. Gal-Oz, Y. Gonen, E. Gudes, dan J. Abramov, "Security issues in nosql databases," in *2011IEEE 10th International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications*. IEEE, 2011, pp. 541–547.
- 26 W. Zugaj dan A. S. Beichler, "Analysis of standard security features for selected nosql systems," *American Journal of Information Science and Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 41–49, 2019.
- 27 M. Aslett, "How will the database incumbents respond to nosql and newsq?" Apr 2011. [Online]. Available: <https://cs.brown.edu/courses/cs227/archives/2012/papers/newsq/aslett-newsq.pdf>
- 28 M. Stonebraker, "Newsq: An alternative to nosql and old sql for new oltp apps," *Communications of the ACM. Retrieved*, pp. 07–06, 2012.
- 29 T. Hoff, "Google spanner's most surprising revelation: Nosql is out and newsq is in," Sep 2012. [Online]. Available: <http://highscalability.com/blog/2012/9/24/google-spanners-most-surprising-revelation-nosql-is-out-and.html>
- 30 Hemang Tailor, Sushant Choudhary, dan V. Jain, "Rise of newsq," 2014. [Online]. Available: <http://rgdoi.net/10.13140/2.1.4756.1608>
- 31 A. Moniruzzaman dan S. A. Hossain, "Nosql database: New era of databases for big data analytics-classification, characteristics and comparison," *International Journal of Database Theory and Application*, vol. 6, no. 4, 2013.
- 32 E. Erturk dan K. Jyoti, "Perspectives on a big data application: What database engineers and it students need to know," *Engineering, Technology & Applied Science Research*, vol. 5, no. 5, pp. 850–853, 2015.
- 33 O. S. Tezer, "Understanding sql and nosql databases and different ..." Feb 2014. [Online]. Available: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/understanding-sql-and-nosql-databases-and-different-database-models>
- 34 A. Almassabi, O. Bawazeer, dan S. Adam, "Top newsq databases and features classification," *International Journal of Database Management Systems (IJDMS) Vol*, vol. 10, 2018.
- 35 R. Kumar, N. Gupta, H. Maharwal, S. Charu, dan K. Yadav, "Critical analysis of database management using newsq," *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, vol. 3, pp. 434–438, 2014.
- 36 E. G. Caldarola. dan A. M. Rinaldi, "Big data: A survey - the new paradigms, methodologies and tools," in *Proceedings of 4th International Conference on Data Management Technologies and Applications - Volume 1: KomIS, (DATA 2015)*, INSTICC. SciTePress, 2015, pp. 362–370.

- 37 ClurtixDB, "How clustrixdb rdbms scales writes & reads," Okt 2018. [Online]. Available: https://mariadb.com/wp-content/uploads/2018/10/HowClustrixScalesWritesandReads_Whitepaper.pdf
- 38 P. Research, "Clustrixdb in 2020 - reviews, features, pricing, comparison," Nov 2020. [Online]. Available: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/clustrixdb/#overview-anchor>
- 39 R. Taft, I. Sharif, A. Matei, N. VanBenschoten, J. Lewis, T. Grieger, K. Niemi, A. Woods, A. Birzin, R. Poss, P. Bardea, A. Ranade, B. Darnell, B. Gruneir, J. Jaffray, L. Zhang, dan P. Mattis, "Cockroachdb: The resilient geo-distributed sql database," in *Proceedings of the 2020 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, ser. SIGMOD '20. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2020, p. 1493–1509. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/3318464.3386134>
- 40 D. Harrison. Cockroachdb: Scalable, survivable, strongly consistent, sql. NWDS Talk. [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=H6w_Ihth-m4
- 41 K. Rabbani dan I. Masli, "Cockroachdb: Newsql distributed, cloud native database," *Universite Libre De Bruxelles*, 2017.
- 42 P. Research, "Cockroachdb in 2020 - reviews, features, pricing, comparison," Nov 2020. [Online]. Available: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/cockroachdb/>
- 43 Intel. How nuodb and intel optane enable enterprises to boost performance, cut costs, and improve scalability of their transaction processing systems. Intel. [Online]. Available: <https://www.intel.co.uk/content/dam/www/public/emea/uk/en/pdf/nuodb-case-file.pdf>
- 44 NuoDB. Nuodb technical overview: The distributed sql database for modern applications. NuoDB. [Online]. Available: <http://go.nuodb.com/rs/099-DVI-451/images/Technical-Overview.pdf>
- 45 P. Research, "Nuodb in 2020 - reviews, features, pricing, comparison," Nov 2020. [Online]. Available: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/nuodb/>
- 46 B. Djamaluddin, S. Mohammed *et al.*, "Survey of big data new sql database systems for real-time data transfer in the upstream oil and gas industry," in *SPE Kingdom of Saudi Arabia Annual Technical Symposium and Exhibition*. Society of Petroleum Engineers, 2018.
- 47 P. Research, "Pivotal gemfire xd in 2020 - reviews, features, pricing, comparison," Nov 2020. [Online]. Available: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/pivotal-gemfire-xd/>
- 48 H.-S. Yang dan S.-B. Kim, "A study on altibase tm log analyzer method for highly scalable, high-availability," *Journal of Digital Convergence*, vol. 12, no. 5, pp. 1–12, 2014.
- 49 P. Research, "Altibase in 2020 - reviews, features, pricing, comparison," Nov 2020. [Online]. Available: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/altibase/>
- 50 I. HRUBARU dan M. Fotache, "On the performance of three in-memory data systems for on line analytical processing." *Informatica Economica*, vol. 21, no. 1, 2017.
- 51 P. Research, "Mysql in 2020 - reviews, features, pricing, comparison," Nov 2020. [Online]. Available: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/mysql/>
- 52 M. Stonebraker dan A. Weisberg, "The voltdb main memory dbms." *IEEE Data Eng. Bull.*, vol. 36, no. 2, pp. 21–27, 2013.
- 53 P. Research, "Voltdb in 2020 - reviews, features, pricing, comparison," Nov 2020. [Online]. Available: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/voltdb/>
- 54 FairCom. c-treeace technology overview. FairCom. [Online]. Available: https://docs.faircom.com/pdf/c-treeACE_Technology_Overview.pdf
- 55 P. Research, "c-treeacen 2020 - reviews, features, pricing, comparison," Nov 2020. [Online]. Available: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/c-treeace/>

- 56 R. G. Aparicio dan I. C. Coz, "Database on demand: insight how to build your own dbaas," in *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 664, no. 4. IOP Publishing, 2015, p. 042021.
- 57 P. Research, "Percona tokudb in 2020 - reviews, features, pricing, comparison," Nov 2020. [Online]. Available: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/percona-tokudb/>
- 58 A. Akhtar, "Role of apache software foundation in big data projects," 2020. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Aleem-Akhtar/publication/341202168_Role_of_Apache_Software_Foundation_in_Big_Data_Projects/links/5eb52f7592851cd50da144df/Role-of-Apache-Software-Foundation-in-Big-Data-Projects.pdf
- 59 P. Research, "Apache trafodion in 2020 - reviews, features, pricing, comparison," Nov 2020. [Online]. Available: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/apache-trafodion/>
- 60 —, "Aibco activespaces in 2020 - reviews, features, pricing, comparison," Nov 2020. [Online]. Available: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/tibco-activespaces/>
- 61 M. O. Gökalp, K. Kayabay, M. Zaki, A. Koçyigit, P. E. Eren, dan A. Neely, "Big-data analytics architecture for businesses: a comprehensive review on new open-source big-data tools," *Cambridge Service Alliance: Cambridge, UK*, 2017.
- 62 P. Research, "Actordb in 2020 - reviews, features, pricing, comparison," Nov 2020. [Online]. Available: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/actordb/>
- 63 J. C. Corbett, J. Dean, M. Epstein, A. Fikes, C. Frost, J. J. Furman, S. Ghemawat, A. Gubarev, C. Heiser, P. Hochschild *et al.*, "Spanner: Google's globally distributed database," *ACM Transactions on Computer Systems (TOCS)*, vol. 31, no. 3, pp. 1–22, 2013.
- 64 P. Research, "Compare pat research," Nov 2020. [Online]. Available: <https://www.predictiveanalyticstoday.com/compare/>