

ANALISIS PERBANDINGAN ARSITEKTUR REST DAN GRAPHQL
UNTUK APLIKASI PENGENALAN EMOSI
PADA PEMBELAJARAN DARING SINKRONIS

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Komputer Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak



oleh

Derry Dwi Aditya Hendarto

NIM 1907630

PROGRAM STUDI REKAYASA PERANGKAT LUNAK

KAMPUS DAERAH CIBIRU

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2023

ANALISIS PERBANDINGAN ARSITEKTUR REST DAN GRAPHQL
UNTUK APLIKASI PENGENALAN EMOSI
PADA PEMBELAJARAN DARING SINKRONIS

oleh

Derry Dwi Aditya Hendarto

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Komputer Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak

© Derry Dwi Aditya Hendarto
Universitas Pendidikan Indonesia
Januari 2023

Hak cipta dilindungi Undang-Undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

Derry Dwi Aditya Hendarto, 2023
*ANALISIS PERBANDINGAN ARSITEKTUR REST DAN GRAPHQL UNTUK APLIKASI PENGENALAN
EMOSI PADA PEMBELAJARAN DARING SINKRONIS*
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

HALAMAN PENGESAHAN

Derry Dwi Aditya Hendarto

**ANALISIS PERBANDINGAN ARSITEKTUR REST DAN GRAPHQL
UNTUK APLIKASI PENGENALAN EMOSI
PADA PEMBELAJARAN DARING SINKRONIS**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Asyifa Imanda Septiana, S.Pd., M.Eng.

NIP 920190219920228201

Pembimbing II



Hendriyana, S.T., M.Kom.

NIP 920190219870504101

Mengetahui,

Ketua Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak



Mochamad Iqbal Ardimansyah, S.T., M.Kom.

NIP 920190219910328101

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN BEBAS PLAGIARISME

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Perbandingan Arsitektur REST dan GraphQL untuk Aplikasi Pengenalan Emosi pada Pembelajaran Daring Sinkronis” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 16 Januari 2023

Derry Dwi Aditya Hendarto

NIM 1907630

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Perbandingan Arsitektur REST dan GraphQL untuk Aplikasi Pengenalan Emosi pada Pembelajaran Daring Sinkronis” tepat pada waktunya. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang selalu mendukung sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Dalam hal ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. M. Solehuddin, M.Pd., MA., selaku Rektor Universitas Pendidikan Indonesia.
2. Bapak Prof. Dr. Asep Herry Hernawan, M.Pd., selaku Direktur Universitas Pendidikan Indonesia Kampus Cibiru.
3. Bapak Dr. Dede Margo Irianto, M.Pd., selaku Wakil Direktur Universitas Pendidikan Indonesia Kampus Cibiru.
4. Bapak M. Iqbal Ardimansyah, S.T., M.Kom., selaku kepala program studi Rekayasa Perangkat Lunak yang telah banyak membantu penulis selama menjalani perkuliahan.
5. Ibu Dian Anggraini, S.ST., M.T., selaku dosen pembimbing akademik yang telah membantu segala bentuk administrasi selama penulis menjalani perkuliahan.
6. Ibu Asyifa Imanda Septiana, S.Pd., M.Eng., selaku dosen pembimbing skripsi pertama yang telah meluangkan banyak waktu untuk mengarahkan penelitian penulis.
7. Bapak Hendriyana, S.T., M.Kom., selaku dosen pembimbing skripsi kedua yang telah memberikan masukan selama penyusunan penelitian penulis.
8. Seluruh dosen RPL yang telah memberikan banyak sekali ilmu selama penulis menjalani perkuliahan.
9. Semua anggota keluarga yang telah memberikan dukungan kepada penulis selama kuliah hingga menyelesaikan skripsi ini.

10. Seluruh teman-teman kuliah yang telah memberikan dukungan serta berbagi ilmu yang bermanfaat.

Ucapan terima kasih penulis persembahkan kepada semua yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian sekaligus penyusunan skripsi ini hingga selesai, semoga kita semua selalu dalam ridho dan lindungan-Nya. Semoga semua kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Aamiin.

Bandung, 16 Januari 2023

Derry Dwi Aditya Hendarto

**ANALISIS PERBANDINGAN ARSITEKTUR REST DAN GRAPHQL
UNTUK APLIKASI PENGENALAN EMOSI
PADA PEMBELAJARAN DARING SINKRONIS**

ABSTRAK

Emosi memiliki peran yang penting dalam proses pembelajaran, karena dapat mencerminkan perasaan dan keterlibatan pelajar selama mengikuti pembelajaran. Saat ini telah tersedia berbagai macam Application Programming Interface (API) pengenalan emosi, sehingga membuka peluang untuk mengimplementasikan aplikasi pengenalan emosi dan aplikasi untuk visualisasinya secara *real-time*. Data *real-time* umumnya diperoleh melalui suatu API, seperti Representational State Transfer (REST) dan Graph Query Language (GraphQL). Beberapa penelitian sebelumnya belum ditemukan penggunaan GraphQL serta belum ditemukan kajian mendalam terkait arsitektur yang paling optimal untuk digunakan. Penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan aplikasi pengenalan emosi dengan arsitektur yang paling optimal diantara REST dan GraphQL, lalu menganalisis performa aplikasi *back-end* sebagai data primer dan *front-end* sebagai data sekunder. Performa aplikasi *back-end* diukur menggunakan metrik QoS meliputi *response time*, *throughput*, *memory utilization*, dan *CPU load*. Analisis data yang digunakan adalah efisiensi. Uji-t dan visualisasi boxplot digunakan untuk membuktikan dan memvisualisasikan adanya perbedaan signifikan antara kedua arsitektur. Hasil pengujian pada *endpoint recognition* grup *response time* REST lebih efisien sebesar 4,42%, *throughput* REST lebih efisien sebesar 4,82%, *memory utilization* REST lebih efisien sebesar 10,83%, serta *CPU load* REST lebih efisien sebesar 20,51%. Adapun pada *endpoint recognition* individual, *response time* REST lebih efisien sebesar 5,92%, *throughput* REST lebih efisien sebesar 9,31%, *memory utilization* REST lebih efisien sebesar 9,89%, serta *CPU load* GraphQL lebih efisien sebesar 22,01%. Secara umum REST adalah pilihan arsitektur yang tepat untuk aplikasi dengan kebutuhan performa serta stabilitas tinggi, sedangkan GraphQL cocok diimplementasikan pada aplikasi dengan kebutuhan *field* data yang kerap berubah.

Kata Kunci: Representational State Transfer (REST), GraphQL, Pengenalan Emosi, Performa, QoS

**COMPARATIVE ANALYSIS OF REST AND GRAPHQL
ARCHITECTURE FOR EMOTION RECOGNITION APPLICATION
IN SYNCHRONOUS ONLINE LEARNING**

ABSTRACT

Emotions have an important role in the learning process, because they can reflect the feelings and involvement of learners during learning. Currently, there are various kinds of emotion recognition Application Programming Interfaces (APIs) available, thus opening up opportunities to implement emotion recognition applications and applications for their visualization in real-time. Real-time data is generally obtained through an API, such as Representational State Transfer (REST) and Graph Query Language (GraphQL). Several previous studies have not found the use of GraphQL and no in-depth studies have been found regarding the most optimal architecture to use. This research is aimed at developing emotion recognition applications with the most optimal architecture between REST and GraphQL, and then analyzing the performance of back-end applications as primary data and front-end as secondary data. Back-end application performance is measured using QoS metrics including response time, throughput, memory utilization, and CPU load. The data analysis used is efficiency. T-test and boxplot visualization are used to prove and visualize the existence of significant differences between the two architectures. The test results on group recognition endpoint showed that REST response time is more efficient by 4,42%, REST throughput is more efficient by 4,82%, memory utilization REST is more efficient by 10,83%, and CPU load REST is more efficient by 20,51%. As for individual recognition endpoint, REST response time was more efficient by 5,92%, REST throughput was more efficient by 9,31%, REST memory utilization was more efficient by 9,89%, and GraphQL CPU load was more efficient by 22,01%. In general, REST is the right choice of architecture for applications with high performance and stability needs, while GraphQL is suitable for applications with frequently changing data field needs.

Keywords: Representational State Transfer (REST), GraphQL, Emotion Recognition, Performance, QoS

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN BEBAS PLAGIARISME	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Pembelajaran Daring Sinkronis.....	6
2.1.1 Aplikasi Pembelajaran Daring Sinkronis	6
2.2 Aplikasi Pengenalan Emosi	7
2.3 Ekstensi Peramban	7
2.4 Aplikasi Web Dinamis	8
2.5 <i>Web Service</i>	8

2.6.1	Representational State Transfer (REST)	9
2.6.2	GraphQL	9
2.6	Not Only SQL (NoSQL)	11
2.7	MongoDB	12
2.8	Quality of Services (QoS)	12
2.9	Google Lighthouse Performance	13
2.10	Model Referensi	14
2.11	<i>State-of-the-art</i>	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		20
3.1	Desain Penelitian	20
3.1.1	Klarifikasi Penelitian	22
3.1.2	Studi Deskriptif I	22
3.1.3	Studi Preskriptif	23
3.1.4	Studi Deskriptif II	24
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	25
3.2.1	Alat Penelitian	25
3.2.2	Bahan Penelitian	26
3.3	Instrumen Penelitian	26
3.4	Analisis Data	26
3.5	Hipotesis	26
3.6	Model Dampak	27
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Deskripsi Aplikasi Pengenalan Emosi	29
4.2	Pengumpulan Data	29
4.3	Pengembangan Aplikasi Pengenalan Emosi	30

4.3.1	Analisis.....	30
4.3.2	Desain.....	32
4.3.3	Implementasi.....	37
4.3.4	Pengujian.....	39
4.3.4.1	Pengujian <i>Blackbox</i>	39
4.3.4.2	Pengujian Terhadap Pengguna.....	39
4.4	Pengujian Performa Aplikasi Pengenalan Emosi.....	42
4.4.1	Hasil Pengujian Aplikasi <i>Back-end</i>	42
4.4.1.1	<i>Response Time</i>	43
4.4.1.2	<i>Throughput</i>	45
4.4.1.3	<i>Memory Utilization</i>	47
4.4.1.4	<i>CPU Load</i>	48
4.4.2	Hasil Pengujian Aplikasi <i>Front-end</i> Pengajar.....	50
4.4.2.1	<i>First Contentful Paint</i>	50
4.4.2.2	<i>Speed Index</i>	51
4.4.2.3	<i>Largest Contentful Paint</i>	51
4.4.2.4	<i>Time to Interactive</i>	52
4.4.2.5	<i>Total Blocking Time</i>	53
4.4.2.6	<i>Cumulative Layout Shift</i>	54
4.5	Pembahasan.....	55
4.5.1	Perbandingan Performa Aplikasi <i>Back-end</i>	55
4.5.2	Perbandingan Performa Aplikasi <i>Front-end</i>	61
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI.....		63
5.1	Simpulan.....	63
5.2	Implikasi.....	64

5.3 Rekomendasi	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rangkuman <i>State-of-the-art</i> Aplikasi Pengenalan Emosi	17
Tabel 2.2 <i>State-of-the-art</i> Implementasi Arsitektur GraphQL.....	18
Tabel 4.1 Perbedaan Implementasi Arsitektur REST dan GraphQL	38
Tabel 4.2 Perbedaan Parameter Pengujian.....	43
Tabel 4.3 Rekapitulasi Hasil Uji T.....	55
Tabel 4.4 Rekapitulasi Data Boxplot	58
Tabel 4.5 Rekapitulasi Hasil Pengujian Aplikasi <i>Front-end</i>	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daur Hidup Aplikasi Web Dinamis <i>Single Page Application</i>	8
Gambar 2.2 Perbedaan Pengaksesan Data pada Arsitektur REST dan GraphQL. 10	
Gambar 2.3 Contoh <i>Query</i> dan <i>Response</i> GraphQL. Sumber: (Banks & Porcello, 2018)	10
Gambar 2.4 Model Referensi	14
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	21
Gambar 3.2 Model <i>Waterfall</i> . Sumber: (Pressman, 2001).....	23
Gambar 3.3 Model Dampak.....	27
Gambar 4.1 Contoh Data Hasil Pengenalan Emosi Pelajar	30
Gambar 4.2 Desain Arsitektur EmoView REST.....	32
Gambar 4.3 Desain Arsitektur EmoView GraphQL.....	32
Gambar 4.4 Alur Pengiriman <i>Request</i> dan <i>Response</i> Data Arsitektur REST dan GraphQL	33
Gambar 4.5 Diagram <i>Flowchart</i> EmoView Sisi Pelajar	35
Gambar 4.6 Diagram <i>Flowchart</i> EmoView Sisi Pengajar	36
Gambar 4.7 ERD EmoView.....	37
Gambar 4.8 Pengujian Terhadap Partisipan.....	40
Gambar 4.9 <i>Recognition</i> Grup (Detail).....	40
Gambar 4.10 <i>Recognition</i> Grup (Rata-rata Sebaran Emosi).....	41
Gambar 4.11 <i>Recognition</i> Individual (Detail).....	41
Gambar 4.12 <i>Recognition</i> Individual (Rata-rata Sebaran Emosi).....	42
Gambar 4.13 Pengujian Awal <i>Response Time</i>	43
Gambar 4.14 <i>Response Time Recognition</i> Grup	44
Gambar 4.15 <i>Response Time Recognition</i> Individual	45
Gambar 4.16 <i>Throughput Recognition</i> Grup	46
Gambar 4.17 <i>Throughput Recognition</i> Individual	46
Gambar 4.18 <i>Memory Utilization Recognition</i> Grup.....	47
Gambar 4.19 <i>Memory Utilization Recognition</i> Individual.....	48
Gambar 4.20 <i>CPU Load Recognition</i> Grup.....	49

Gambar 4.21 <i>CPU Load Recognition Individual</i>	49
Gambar 4.22 <i>First Contentful Paint</i>	50
Gambar 4.23 <i>Speed Index</i>	51
Gambar 4.24 <i>Largest Contentful Paint</i>	52
Gambar 4.25 <i>Time to Interactive</i>	53
Gambar 4.26 <i>Total Blocking Time</i>	54
Gambar 4.27 <i>Cumulative Layout Shift</i>	55
Gambar 4.28 <i>Boxplot Recognition Grup</i>	59
Gambar 4.29 <i>Boxplot Recognition Individual</i>	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Implementasi Aplikasi dengan Arsitektur REST dan GraphQL	73
Lampiran 2 Hasil Pengujian <i>Blackbox</i> Aplikasi <i>Back-end</i>	99
Lampiran 3 Hasil Pengujian <i>Blackbox</i> Aplikasi <i>Front-end</i> untuk Pelajar	102
Lampiran 4 Hasil Pengujian <i>Blackbox</i> Aplikasi <i>Front-end</i> untuk Pengajar	104
Lampiran 5 <i>Request-response</i> Arsitektur REST <i>Recognition</i> Grup	109
Lampiran 6 <i>Request-response</i> Arsitektur REST <i>Recognition</i> Individual	110
Lampiran 7 <i>Request-response</i> Arsitektur GraphQL <i>Recognition</i> Grup	111
Lampiran 8 <i>Request-response</i> Arsitektur GraphQL <i>Recognition</i> Individual	113

DAFTAR PUSTAKA

- Abdellaoui, B., Moumen, A., El Bouzekri El Idrissi, Y., & Remaida, A. (2020). Face detection to recognize students' emotion and their engagement: A systematic review. *2020 IEEE 2nd International Conference on Electronics, Control, Optimization and Computer Science, ICECOCS 2020*, 12–17. <https://doi.org/10.1109/ICECOCS50124.2020.9314600>
- Ahmed, V., & Opoku, A. (2022). Technology supported learning and pedagogy in times of crisis: the case of COVID-19 pandemic. In *Education and Information Technologies* (Vol. 27, Issue 1). Springer US. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10706-w>
- Ala-Laurinaho, R., Mattila, J., Autiosalo, J., Hietala, J., Laaki, H., & Tammi, K. (2022). Comparison of REST and GraphQL Interfaces for OPC UA. *Computers*, *11*(5), 1–17. <https://doi.org/10.3390/computers11050065>
- Anderson, A., Hsiao, T., & Metsis, V. (2017). Classification of emotional arousal during multimedia exposure. *ACM International Conference Proceeding Series, Part F1285*, 181–184. <https://doi.org/10.1145/3056540.3064956>
- Aranha, R. V., Casaes, A. B., & Nunes, F. L. S. (2020). Influence of environmental conditions in the performance of open-source software for facial expression recognition. *IHC 2020 - Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3424953.3426630>
- Arcuri, A. (2021). Automated Black- And White-Box Testing of RESTful APIs with EvoMaster. *IEEE Software*, *38*(3), 72–78. <https://doi.org/10.1109/MS.2020.3013820>
- Aziz, A., & Rahmah, Y. (2017). Portal system for Indonesian online newspaper - Based feed parser simple pie. *Proceedings - 2016 International Seminar on Application of Technology for Information and Communication, ISEMANTIC*

2016, 169–173. <https://doi.org/10.1109/ISEMANTIC.2016.7873832>

Banks, A., & Porcello, E. (2018). *Learning GraphQL*. O'Reilly Media.

Basilaia, G., & Kvavadze, D. (2020). Transition to Online Education in Schools during a SARS-CoV-2 Coronavirus (COVID-19) Pandemic in Georgia. *Pedagogical Research*, 5(4). <https://doi.org/10.29333/pr/7937>

Blessing, L. T. M., & Chakrabarti, A. (2009). DRM, a design research methodology. In *DRM, a Design Research Methodology*. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-587-1>

Botto-tobar, M., Torres-carrión, P., & Eds, B. D. (2020). *Applied Technologies* (Vol. 1193). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-42517-3>

Bradshaw, S., Brazil, E., & Chodorow, K. (2019). *MongoDB: The Definitive Guide* (3rd ed.). O'Reilly Media, Inc.

Brandl, R. (2021). *Video Call Victories: map reveals the most popular video conferencing platforms worldwide*. <https://www.emailtooltester.com/en/blog/video-conferencing-market-share>

Brito, G., Mombach, T., & Valente, M. T. (2019). Migrating to GraphQL: A Practical Assessment. *SANER 2019 - Proceedings of the 2019 IEEE 26th International Conference on Software Analysis, Evolution, and Reengineering*, 140–150. <https://doi.org/10.1109/SANER.2019.8667986>

Brito, G., & Valente, M. T. (2020). REST vs GraphQL: A controlled experiment. *Proceedings - IEEE 17th International Conference on Software Architecture, ICSA 2020, Dcc*, 81–91. <https://doi.org/10.1109/ICSA47634.2020.00016>

Burke, N. (2022). *Realtime GraphQL Subscriptions*. <https://www.howtographql.com/graphql-js/7-subscriptions/>

Chen, H., & Hossain, M. (2021). Developing a google chrome extension for detecting phishing emails. *EPiC Series in Computing*, 77, 13–22. <https://doi.org/10.29007/hwp7>

Choi, S., Yun, S., & Ahn, B. (2020). Implementation of automated baby

Derry Dwi Aditya Hendaro, 2023

ANALISIS PERBANDINGAN ARSITEKTUR REST DAN GRAPHQL UNTUK APLIKASI PENGENALAN EMOSI PADA PEMBELAJARAN DARING SINKRONIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- monitoring: CCBBeBe. *Sustainability (Switzerland)*, 12(6).
<https://doi.org/10.3390/su12062513>
- Eizinger, T. (2017). *API Design in Distributed Systems: A Comparison between GraphQL and REST*. 1–64. <https://eizinger.io/assets/Master-Thesis.pdf>
- Ekman, P. (1997). Universal Facial Expressions of Emotion: An Old Controversy and New Findings. In *Nonverbal Communication: Where Nature Meets Culture* (pp. 27–46).
- Ez-zaouia, M., Tabard, A., & Lavoué, E. (2020). EMODASH: A dashboard supporting retrospective awareness of emotions in online learning. *International Journal of Human Computer Studies*, 139, 1–51. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102411>
- Fadhilah, M., Sutrisna, S., Muslimah, S. N., & Ihsan, M. T. (2021). *An Exploring Methods in Online Learning: Synchronous and Asynchronous*. 1(1), 74–81.
- Farzat, F. D. A., Barros, M. D. O., & Travassos, G. H. (2021). Evolving JavaScript Code to Reduce Load Time. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 47(8), 1544–1558. <https://doi.org/10.1109/TSE.2019.2928293>
- Fielding, R. T. (2000). *Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures*. University of California.
- Filipovic, F., Despotovic-Zrasic, M., Radenkovic, B., Jovanic, B., & Zivojinovic, L. (2019). An Application of Artificial Intelligence for Detecting Emotions in Neuromarketing. *Proceedings - 2019 International Conference on Artificial Intelligence: Applications and Innovations, IC-AIAI 2019*, 49–53. <https://doi.org/10.1109/IC-AIAI48757.2019.00016>
- Firdausi, A. T., Dhebys Suryani Hormansyah, & Fany Ervansyah. (2021). Implementasi GraphQL Untuk Mengatasi Under-Fetching pada Pengembangan Sistem Informasi Pelacakan Alumni Politeknik Negeri. *Jurnal Informatika Polinema*, 7(4), 73–80. <https://doi.org/10.33795/jip.v7i4.775>
- Flanagan, D. (2006). *JavaScript: The Definitive Guide*. O'Reilly Media, Inc.

- Gendron, M., Roberson, D., van der Vyver, J. M., & Barrett, L. F. (2014). Perceptions of emotion from facial expressions are not culturally universal: Evidence from a remote culture. *Emotion*, *14*(2), 251–262. <https://doi.org/10.1037/a0036052>
- Google. (2021a). *Improve Server Response Time*. <https://developers.google.com/speed/docs/insights/Server>
- Google. (2021b). *Lighthouse Performance Scoring*. <https://web.dev/performance-scoring/>
- Hartina, D. A., Lawi, A., Leonard, B., & Panggabean, E. (2018). Performance Analysis of GraphQL and RESTful in SIM LP2M of the Hasanuddin University. *2018 2nd East Indonesia Conference on Computer and Information Technology (EIconCIT)*, 237–240. <https://doi.org/10.1109/EIconCIT.2018.8878524>
- Hrastinski, S. (2008). Asynchronous and Synchronous E-Learning. *Educause Quart*, *4*, 51–55.
- Imania, K. A., & Bariah, S. K. (2019). Rancangan Pengembangan Instrumen Penilaian Pembelajaran Berbasis Daring. *Jurnal Petik*, *5*(1), 31–47. <https://doi.org/10.31980/jpetik.v5i1.445>
- ITU. (1994). *Recommendation E.800: Terms and Definitions Related to Quality of Service and Network Performance Including Dependability*.
- Jacques, S., Ouahabi, A., & Lequeu, T. (2021). Synchronous E-learning in higher education during the COVID-19 pandemic. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, 2021-April(April)*, 1102–1109. <https://doi.org/10.1109/EDUCON46332.2021.9453887>
- Karlsson, O. (2021). *A Performance comparison Between ASP.NET Core and Express.js for creating Web APIs*. July, 45. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:hj:diva-54286>
- Lawi, A., Panggabean, B. L. E., & Yoshida, T. (2021). Evaluating graphql and rest api services performance in a massive and intensive accessible information

Derry Dwi Aditya Hendaro, 2023

ANALISIS PERBANDINGAN ARSITEKTUR REST DAN GRAPHQL UNTUK APLIKASI PENGENALAN EMOSI PADA PEMBELAJARAN DARING SINKRONIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- system. *Computers*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/computers10110138>
- Ma'rufi, M. H. A., Diyasa, I. G. S. M., & Sugiarto. (2020). Perancangan Sistem Uji Sertifikasi Kompetensi Berbasis GraphQL. *Jurnal Informatika Dan Sistem Informasi (JIFoSI)*, 1(2), 1–8.
- Ma, S. P., Lan, C. W., Ho, C. T., & Ye, J. H. (2017). QoS-Aware Selection of Web APIs Based on ϵ -Pareto Genetic Algorithm. *Proceedings - 2016 International Computer Symposium, ICS 2016*, 595–600. <https://doi.org/10.1109/ICS.2016.0122>
- Massé, M. (2012). *REST API Design Rulebook* (S. St. Laurent (ed.); 1st ed.). O'Reilly Media, Inc.
- Mehrabian, A., & Ferris, S. R. (1967). Inference of Attitudes From Nonverbal Communication in Two Channels. *Journal of Consulting Psychology*, 31(3), 248–252. <https://doi.org/10.1037/h0024648>
- Mikowski, M. S., Powell, J. C., & Benson, G. D. (2014). *Single Page Web Applications*.
- Mokhtari, H., Saberi, M. K., Amiri, M. R., Vakilimofrad, H., & Moradi, Z. (2022). *Evaluating the Speed and Performance of the Websites of Hospitals and Specialty and Super-specialty Clinics of Hamadan University of Medical Sciences by GTmetrix*.
- MongoDB. (2022). *Advantages of NoSQL Databases*. <https://www.mongodb.com/nosql-explained/advantages>
- Mouheb, K., Yürekli, A., Dervisbegovic, N., Mohammed, R. A., & Yilmazel, B. (2022). EduFERA: A Real-Time Student Facial Emotion Recognition Approach. *European Journal of Science and Technology*, 32, 690–695. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1039184>
- Neumann, A., Laranjeiro, N., & Bernardino, J. (2021). An Analysis of Public REST Web Service APIs. *IEEE Transactions on Services Computing*, 14(4), 957–970. <https://doi.org/10.1109/TSC.2018.2847344>

- Novenza, R. S., Diyasa, I. G. S. M., & Sugiarto. (2020). Sistem Informasi Disposisi Surat Berbasis Api Menggunakan GraphQL. *Jurnal Informatika Dan Sistem Informasi (JIFoSI)*, 1(2), 467–477.
- Outsystems. (2022). *What Is a Single Page Application (SPA)?* <https://www.outsystems.com/glossary/what-is-single-page-application>
- Picazo-Sanchez, P., Ortiz-Martin, L., Schneider, G., & Sabelfeld, A. (2022). Are chrome extensions compliant with the spirit of least privilege? *International Journal of Information Security*, 21(6), 1283–1297. <https://doi.org/10.1007/s10207-022-00610-w>
- Pressman, R. S. (2001). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (5th ed.). McGraw-Hill Science/Engineering/Math.
- Radhiyan, M. F. (2020). *Analisis dan Desain Arsitektur Microservices dengan GraphQL Sebagai API Gateway untuk Sistem Informasi Akademik AIS UIN Jakarta (Studi Kasus : AIS untuk Mahasiswa) Analisis dan Desain Arsitektur Microservices dengan GraphQL Sebagai API Gateway untuk Sis.* <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/56187>
- Reiss, S. (2021). *Dynamic Web Pages.* <https://cs.brown.edu/courses/csci1320/lectures/cs132lect06.pdf>
- Rosa, A. S., & Shalahuddin, M. (2017). *Rekayasa Perangkat Lunak: Terstruktur dan Berorientasi Objek* (p. 100).
- Roziq, M. I. (2021). Sistem Informasi Outbound Belanegara Menggunakan GraphQL Api. *SCAN - Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 16(3), 37–41. <https://doi.org/10.33005/scan.v16i3.2729>
- Setiawan, A. J. (2018). *Implementasi Representational State Transfer (REST) pada Checkout & Payment Gateway Service dalam Sistem Informasi E-commerce menggunakan Teknologi Web Service.* Universitas Pendidikan Indonesia.
- Shahabadi, M. M., & Uplane, M. (2015). Synchronous and Asynchronous e-learning Styles and Academic Performance of e-learners. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 176, 129–138.
- Derry Dwi Aditya Hendaro, 2023
ANALISIS PERBANDINGAN ARSITEKTUR REST DAN GRAPHQL UNTUK APLIKASI PENGENALAN EMOSI PADA PEMBELAJARAN DARING SINKRONIS
 Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.453>

Stairs, J., Mangla, R., Chaudhery, M., Chandhok, J. S., & Timorabadi, H. S. (2021). Engage AI: Leveraging Video Analytics for Instructor-class Awareness in Virtual Classroom Settings. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, May*.

Subramanian, H., & Raj, P. (2019). *Hands-on RESTful web API design patterns and best practices : design, develop, and deploy highly adaptable, scalable, and secure RESTful web APIs*.

Tengriano, H. A., Yunus, A., & Sudirman. (2022). Performance Analysis of Website AyoMulai Using GTMetrix and Page Speed Insights. *Kharisma Tech, 17(02)*, 199–213.
<https://doi.org/https://doi.org/10.55645/kharismatech.v17i2.347>

Tiwari, S. (2011). *Professional NoSQL*. John Wiley & Sons, Inc.

Turgut, Y. E., & Karal, H. (2015). Factors Affecting Interaction in a Distance Education via Video Conferencing. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education, 4(1)*, 1–12. <http://www.jitte.org/article/view/1092000065>

Vogel, M., Weber, S., & Zirpins, C. (2018). Experiences on Migrating RESTful Web Services to GraphQL. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics): Vol. 10797 LNCS*. Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-91764-1_23

W3C. (2004). *Web Services Architecture*. W3C Working Group Note.
<https://www.w3.org/TR/ws-arch>

Zayapragassarazan, Z. (2020). COVID-19: Strategies for Online Engagement of Remote Learners. *F1000Research, 246*, 1–11.
<https://doi.org/10.7490/f1000research.1117835.1>

Zeng, H., Shu, X., Wang, Y., Wang, Y., Zhang, L., Pong, T. C., & Qu, H. (2021). EmotionCues: Emotion-Oriented Visual Summarization of Classroom Videos. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 27(7)*, 3168–

Derry Dwi Aditya Hendarto, 2023

ANALISIS PERBANDINGAN ARSITEKTUR REST DAN GRAPHQL UNTUK APLIKASI PENGENALAN EMOSI PADA PEMBELAJARAN DARING SINKRONIS

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3181. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2019.2963659>