

**IMPLEMENTASI ARSITEKTUR REST DALAM  
APLIKASI *VIDEO CONFERENCE* DENGAN FITUR PENGENALAN  
EMOSI MENGGUNAKAN WEBRTC**

**SKRIPSI**

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



Oleh

Muhammad Reynaldi

NIM 1904819

**PROGRAM STUDI REKAYASA PERANGKAT LUNAK**

**KAMPUS DAERAH CIBIRU**

**UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**2023**

Muhammad Reynaldi, 2023

**IMPLEMENTASI ARSITEKTUR REST DALAM APLIKASI VIDEO CONFERENCE DENGAN FITUR  
PENGENALAN EMOSI MENGGUNAKAN WEBRTC**

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](https://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](https://perpustakaan.upi.edu)

IMPLEMENTASI ARSITEKTUR REST DALAM  
APLIKASI *VIDEO CONFERENCE* DENGAN FITUR PENGENALAN EMOSI  
MENGUNAKAN WEBRTC

Oleh

Muhammad Reynaldi

1904819

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Komputer pada Kampus Daerah Cibiru

©Muhammad Reynaldi

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus, 2023

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

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

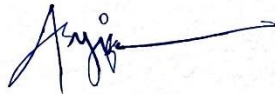
**HALAMAN PENGESAHAN**

MUHAMMAD REYNALDI

**IMPLEMENTASI ARSITEKTUR REST DALAM  
APLIKASI *VIDEO CONFERENCE* DENGAN FITUR PENGENALAN EMOSI  
MENGUNAKAN WEBRTC**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Asyifa Imanda Septiana, S.Pd., M.Eng.  
NIP 920190219920228201

Pembimbing II



Hendriyana, S.T., M.Kom.  
NIP 920190219930526201

Mengetahui

Ketua Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak



M. Iqbal Ardimansyah, S.T., M.Kom.  
NIP 920190219910328101

**PERNYATAAN  
KEASLIAN SKRIPSI DAN BEBAS PLAGIARISME**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Implementasi Arsitektur REST dalam Aplikasi *Video Conference* dengan Fitur Pengenalan Emosi Menggunakan WebRTC” 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, 9 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Reynaldi

NIM 1904819

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji serta syukur, penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada Allah SWT., Sang Pencipta seluruh alam, yang telah memberikan kenikmatan dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul " Implementasi Arsitektur REST dalam Aplikasi *Video Conference* dengan Fitur Pengenalan Emosi Menggunakan WebRTC ". Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak.

Banyak pihak yang telah turut serta membantu penulis dalam proses penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua yang telah memberikan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. M. Solehuddin, M.Pd., MA., selaku Rektor Universitas Pendidikan Indonesia.
2. Bapak Prof. Dr. Deni Darmawan, M.Si selaku Direktur UPI Kampus di Cibiru.
3. Bapak M. Iqbal Ardiansyah, S.T., M.Kom., selaku kepala program studi Rekayasa Perangkat Lunak.
4. Bapak Raditya Muhammad, M.T., selaku dosen pembimbing akademik yang telah membantu semua proses administratif selama penulis berkuliah.
5. Ibu Asyifa Imanda Septiana, S.Pd., M.Eng., sebagai pembimbing pertama dalam penyusunan skripsi, telah dengan sungguh-sungguh meluangkan waktu yang berharga untuk mengarahkan langkah-langkah penelitian penulis
6. Bapak Hendriyana, S.T., M.Kom., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan panduan berharga untuk kelancaran penelitian ini.
7. Seluruh dosen RPL yang telah memberikan berbagai ilmu selama penulis menempuh pendidikan disini.
8. Seluruh anggota keluarga yang selama kuliah dan dalam proses penyelesaian skripsi ini telah memberikan dukungan, baik dalam bentuk semangat, bantuan materi, maupun dukungan spiritual.

9. Teman – teman Peacemaker yang menemani bermain Valorant dan Apex.
10. Teman-teman seangkatan yang telah memberikan segala usaha terbaiknya untuk kemajuan Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum mencapai tingkat kesempurnaan, namun dengan dukungan dan bantuan dari semua pihak di atas, penulis percaya bahwa skripsi ini akan memberikan kontribusi berarti bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua yang telah membantu dalam melakukan penelitian dan menyusun skripsi ini hingga selesai. Semoga kita selalu berada dalam ridho dan lindungan-Nya, serta segala kebaikan yang telah kita lakukan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Aamiin.

Bandung, 9 Agustus 2023

Muhammad Reynaldi

NIM 1904819

# IMPLEMENTASI ARSITEKTUR REST DALAM APLIKASI *VIDEO CONFERENCE* DENGAN FITUR PENGENALAN EMOSI MENGGUNAKAN WEBRTC

Muhammad Reynaldi

## ABSTRAK

Emosi memiliki pengaruh yang signifikan dalam proses pembelajaran, karena dapat memengaruhi ingatan dan tindakan. Saat ini, berbagai jenis *Application Programming Interface* (API) pengenalan emosi telah tersedia, memberikan kesempatan untuk menerapkan aplikasi pengenalan emosi dan aplikasi visualisasi secara *real-time*. Mendapatkan data *real-time* biasanya dilakukan melalui penggunaan suatu API, seperti *Representational State Transfer* (REST). Terdapat beberapa aplikasi yang digunakan untuk mengenali emosi siswa dalam pembelajaran daring, salah satunya adalah aplikasi *video conference*. Salah satu teknologi yang digunakan dalam membangun suatu aplikasi *video conference* yaitu WebRTC. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi WebRTC pengenalan emosi dengan arsitektur REST, serta menganalisis performa aplikasi *back-end* dan *front-end*. Performa aplikasi *back-end* diukur menggunakan metrik Quality of Service (QoS) seperti *response time*, *throughput*, *memory utilization*, dan *CPU Load*. Performa aplikasi *front-end* diukur dengan metrik Google Lighthouse Performance. Hasilnya pada aplikasi *back-end* pada *endpoint Recognition* Grup nilai rata rata *Response Time* sebesar 2567,34 ms, *Throughput* 36,89 *request/s*, *Memory Utilization* 622,05 MB, *CPU Load* 9,53 %. Sedangkan pada *endpoint Recognition* Individu nilai rata rata *Response Time* sebesar 3209,18 ms, *Throughput* 29,39 *request/s*, *Memory Utilization* 623,96 MB, *CPU Load* 7,67 %. Hasilnya pada aplikasi *front-end* nilai rata - rata pada metrik FCP sebesar 936,1 ms, SI sebesar 1095,28 ms, LCP sebesar 1154,54 ms, TTI sebesar 972,55ms, TBT sebesar 0,728 dan CLS sebesar 0. Dengan demikian keseluruhan metrik menghasilkan nilai 96% *Performance Score* sehingga performa aplikasi *front-end* dapat dikatakan Baik.

**Kata Kunci:** *Web Real-time Communication* (WebRTC), *Representational State Transfer* (REST), *Pengenalan Emosi*, *Performa*, *QoS*

# IMPLEMENTATION OF REST ARCHITECTURE IN VIDEO CONFERENCE APPLICATION WITH EMOTION RECOGNITION FEATURE USING WEBRTC

Muhammad Reynaldi

## ABSTRACT

*Emotions have a significant impact on the learning process as they can influence memory and actions. Currently, various types of Emotion Recognition Application Programming Interfaces (APIs) are available, providing opportunities to implement real-time emotion recognition and visualization applications. Real-time data acquisition is typically accomplished through the use of an API, such as Representational State Transfer (REST). One of the applications used for recognizing students' emotions in online learning is video conferencing applications. WebRTC is one of the technologies used to build a video conferencing application. This research aims to develop a WebRTC-based emotion recognition application with a REST architecture and analyze the performance of the back-end and front-end components. The back-end application's performance is measured using Quality of Service (QoS) metrics, including response time, throughput, memory utilization, and CPU load. The front-end application's performance is measured using Google Lighthouse Performance metrics. The results for the back-end application show that, in the Recognition Group endpoint, the average response time is 2567.34 ms, throughput is 36.89 requests/s, memory utilization is 622.05 MB, and CPU load is 9.53%. Meanwhile, in the Recognition Individual endpoint, the average response time is 3209.18 ms, throughput is 29.39 requests/s, memory utilization is 623.96 MB, and CPU load is 7.67%. The results for the front-end application indicate that the average values for the FCP, SI, LCP, TTI, TBT, and CLS metrics are 936.1 ms, 1095.28 ms, 1154.54 ms, 972.55 ms, 0.728, and 0, respectively. Thus, the overall metrics yield a 96% Performance Score, indicating that the front-end application's performance can be considered Good.*

**Keywords:** *Web Real-time Communication (WebRTC), Representational State Transfer (REST), Emotion Recognition, Performance, QoS.*



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN BEBAS PLAGIARISME .....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK .....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
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.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	4
2.1 Pembelajaran Daring Sinkronis.....	4
2.2 Pengenalan Emosi Wajah .....	4
2.3 <i>Real-time</i> .....	4
2.4 <i>Web Real-time Communication (WebRTC)</i> .....	5
2.4.1 <i>MediaStream</i> .....	6
2.4.2 <i>RTCPeerConnection</i> .....	7
2.4.3 <i>RTCDataChannel</i> .....	7
2.5 Openvidu .....	8
2.6 Face-api.js.....	8
2.7 Kurento Media Server .....	9
2.8 <i>Web Service</i> .....	10
2.9 REST .....	11

2.10	NoSQL.....	12
2.11	MongoDB .....	12
2.12	Quality of Service (QoS).....	13
2.13	Google Lighthouse Performance .....	14
2.13.1	<i>State-of-the-art</i> .....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		18
3.1	Desain Penelitian .....	18
3.1.1	Klarifikasi Penelitian.....	19
3.1.2	Studi Deskriptif 1 .....	20
3.1.3	Studi Preskriptif .....	21
4.1	Pengumpulan Data .....	22
3.1.4	Studi Deskriptif 2 .....	23
3.2	Alat dan Bahan Penelitian .....	24
3.2.1	Alat Penelitian.....	24
3.2.2	Bahan Penelitian.....	24
3.3	Instrumen Penelitian .....	24
3.4	Analisis Data .....	25
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....		26
4.2	Deskripsi Aplikasi <i>Video Conference</i> .....	26
4.3	Pengembangan Aplikasi WebRTC.....	27
4.3.1	Analisis.....	27
4.3.2	Desain.....	28
4.3.3	Implementasi .....	32
4.3.4	Pengujian.....	34
4.3.4.1	Pengujian Blackbox .....	34
4.3.4.2	Pengujian Terhadap Pengguna.....	34
4.4	Pengujian Performa Aplikasi WebRTC .....	37
4.4.1	Hasil Pengujian Aplikasi Back-end .....	37
4.4.1.1.	<i>Response Time</i> .....	38
4.4.1.2.	<i>Throughput</i> .....	39
4.4.1.3.	<i>Memory Utilization</i> .....	40

4.4.1.4.	<i>CPU Load</i> .....	42
4.4.2	Hasil Pengujian Aplikasi Front-end .....	43
4.4.2.1	<i>First Contentful Paint</i> .....	43
4.4.2.2	<i>Speed Index</i> .....	43
4.4.2.3	<i>Largest Contentful Paint</i> .....	44
4.4.2.4	<i>Time to Interactive</i> .....	45
4.4.2.5	<i>Total Blocking Time</i> .....	45
4.4.2.6	<i>Cumulative Layout Shift</i> .....	46
4.5	Pembahasan .....	46
4.5.1.	Performa aplikasi <i>Back-end</i> .....	46
4.5.2.	Performa aplikasi <i>Front-end</i> .....	52
BAB V	SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI .....	55
5.1	Simpulan.....	55
5.2	Implikasi .....	55
5.3	Rekomendasi .....	56
DAFTAR PUSTAKA	.....	57
LAMPIRAN	.....	62

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rangkuman <i>State-of-the-art</i> .....	16
Tabel 4.1 Karakteristik REST .....	33
Tabel 4.2 Rekapitulasi Data Pengujian <i>back-end</i> .....	47
Tabel 4.3 Rekapitulasi Hasil Pengujian Aplikasi <i>Front-end</i> .....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur WebRTC dengan signaling server .....	6
Gambar 2.2 MediaStream .....	7
Gambar 2.3 Arsitektur WebRTC dengan <i>media server</i> .....	9
Gambar 2.4 Perbandingan Kurento dengan <i>media server</i> pada umumnya .....	10
Gambar 3.1 Desain Penelitian .....	19
Gambar 3.2 Model Waterfall .....	21
Gambar 4.1 Contoh Data Hasil Pengenalan Emosi Siswa .....	23
Gambar 4.2 Desain Arsitektur REST aplikasi MoodSync .....	29
Gambar 4.3 Diagram <i>Flowchart</i> MoodSync sisi pengajar .....	30
Gambar 4.4 Diagram <i>Flowchart</i> MoodSync sisi pelajar .....	31
Gambar 4.5 ERD ( <i>Entity Relationship Diagram</i> ) MoodSync .....	32
Gambar 4.6 Pengujian Terhadap Partisipan Sisi Pengajar .....	35
Gambar 4.7 <i>Recognition</i> Keseluruhan (Rata – rata Distribusi Emosi) .....	35
Gambar 4.8 <i>Recognition</i> Grup (Rata – rata Distribusi Emosi) .....	36
Gambar 4.9 <i>Recognition</i> Individual (Rata – rata Distribusi Emosi) .....	36
Gambar 4.10 Pengujian Terhadap Partisipan Sisi Pelajar .....	37
Gambar 4.11 <i>Response Time Recognition</i> Grup .....	38
Gambar 4.12 <i>Response Time Recognition</i> Individual .....	39
Gambar 4.13 <i>Throughput Recognition</i> Grup .....	39
Gambar 4.14 <i>Throughput Recognition</i> Individual .....	40
Gambar 4.15 <i>Memory Utilization Recognition</i> Grup .....	41
Gambar 4.16 <i>Memory Utilization Recognition</i> Individual .....	41
Gambar 4.17 <i>CPU Load Recognition</i> Grup .....	42
Gambar 4.18 <i>CPU Load Recognition</i> Individual .....	42
Gambar 4.19 <i>First Contentful Paint</i> .....	43
Gambar 4.20 <i>Speed Index</i> .....	44
Gambar 4.21 <i>Largest Contentful Paint</i> .....	44
Gambar 4.22 <i>Time to Interactive</i> .....	45
Gambar 4.23 <i>Total Blocking Time</i> .....	46

Muhammad Reynaldi, 2023

IMPLEMENTASI ARSITEKTUR REST DALAM APLIKASI VIDEO CONFERENCE DENGAN FITUR PENGENALAN EMOSI MENGGUNAKAN WEBRTC

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

Gambar 4.24 Histogram <i>Response Time Recognition</i> Grup .....	47
Gambar 4.25 Histogram <i>Throughput Recognition</i> Grup .....	48
Gambar 4.26 Histogram <i>Memory Utilization Recognition</i> Grup .....	49
Gambar 4.27 Histogram <i>CPU Load Recognition</i> Grup .....	49
Gambar 4.28 Histogram <i>Response Time Recognition</i> Individual .....	50
Gambar 4.29 Histogram <i>Throughput Recognition</i> Individual .....	51
Gambar 4.30 Histogram <i>Memory Utilization Recognition</i> Individual.....	51
Gambar 4.31 Histogram <i>CPU Load Recognition</i> Individual.....	52
Gambar 4.32 Hasil <i>Performance Score</i> .....	54

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Implementasi Aplikasi dengan Arsitektur REST .....	62
Lampiran 2 Hasil pengujian <i>blackbox</i> pada <i>back-end</i> .....	76
Lampiran 3 Hasil pengujian <i>blackbox</i> pada <i>front-end</i> sisi pengajar .....	80
Lampiran 4 Hasil pengujian <i>blackbox</i> pada <i>front-end</i> sisi pelajar .....	85
Lampiran 5 Request-response <i>Recognition</i> Grup .....	86
Lampiran 6 Request-response <i>Recognition</i> Individual .....	88

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdat, F., Maaoui, C., and Pruski, A. (2011). Human-computer interaction using emotion recognition from facial expression. *Proceedings - UKSim 5th European Modelling Symposium on Computer Modelling and Simulation, EMS 2011*, 196–201.
- Aurrecoechea, C., Campbell, A. T., and Hauw, L. (1998). A survey of QoS architectures. In *Multimedia Systems* (Vol. 6). Springer-Verlag.
- Baillieul, J., and Antsaklis, P. J. (2007). Control and communication challenges in networked real-time systems. *Proceedings of the IEEE*, 95(1), 9–28.
- Baker, C. K., and Hjalmarson, M. (2019). Designing purposeful student interactions to advance synchronous learning experiences. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, 14(1), 1–16.
- Barret, L., Adolphs, R., Marsella, S., Martinez, A., and Pollak, S. (2019). Corrigendum: Emotional Expressions Reconsidered: Challenges to Inferring Emotion from Human Facial Movements (Psychological Science in the Public Interest, (2019), 20, 3, (1–68), 10.1177/1529100619832930). In *Psychological Science in the Public Interest* (Vol. 20, Issue 3, pp. 165–166). SAGE Publications Inc.
- Chakrabarti, A. (2010). A course for teaching design research methodology. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing: AIEDAM*, 24(3), 317–334.
- Daniel A, M. (2002). *QoS Issues in Web Services*.
- Dawis, A., and Setiawan, I. (2022). *Evaluation Of The Website 'Aisyiyah Surakarta of University Performance Based On Search Engine Optimization Using Automated Software Testing GTMetrix*.
- Dubovskii, I., Shabanova, A., Sivchenko, O., and Usina, E. (2020). Architecture of cross-platform videoconferencing system with automatic recognition of user emotions. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 918(1).
- Ehsan, A., Abuhaliqa, M. A. M. E., Catal, C., and Mishra, D. (2022). RESTful API Testing Methodologies: Rationale, Challenges, and Solution Directions. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 9). MDPI.



- Ekman, P., David, S. L., Matsumoto, R., Oster, H., Rosenberg, E. L., and Scherer, K. R. (1993). *Facial Expression and Emotion*.
- El Jaouhari, S., Bouabdallah, A., Bonnin, J.-M., and Lemlouma, T. (2017). *Recent Advances in Information Systems and Technologies* (Á. Rocha, A. M. Correia, H. Adeli, L. P. Reis, and S. Costanzo, Eds.; Vol. 571). Springer International Publishing.
- Eltenahy, S. A. M. (2021). *Facial Recognition and Emotional Expressions Over Video Conferencing Based on Web Real Time Communication and Artificial Intelligence* (pp. 29–37).
- Eltenahy, S., Areed, N. F. F., Obayya, M., and Khalifa, F. (2022). *Real-Time Facial Expression Recognition and Speech Transcripts over an on-premise Video Conference Application* (Vol. 02).
- Fehlmann, T., Kern, F., Hirsch, P., Steinhaus, R., Seelow, D., and Keller, A. (2021). Aviator: A web service for monitoring the availability of web services. *Nucleic Acids Research*, 49(W1), W46–W51.
- Franzen, M., Gresser, M. S., Müller, T., and Mauser, Prof. Dr. S. (2021). *Developing emotion recognition for video conference software to support people with autism*.
- García, B., Gallego, M., Gortázar, F., and Bertolino, A. (2019). Understanding and estimating quality of experience in WebRTC applications. *Computing*, 101(11), 1585–1607.
- Garcia, B., Gortazar, F., Lopez-Fernandez, L., Gallego, M., and Paris, M. (2017). WebRTC Testing: Challenges and Practical Solutions. *IEEE Communications Standards Magazine*, 1(2), 36–42.
- Google. (2022). *Lighthouse performance scoring*.
- Gregorius, O., and Gede, P. K. (2018). *Proceedings of 2018 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech) : date and venue: 3-5 September 2018, Bina Nusantara University, Jakarta, Indonesia*.
- Hasnain, M., Pasha, M. F., Ghani, I., and Jeong, S. R. (2021). Simulated dataset collection method of dynamic quality of services (QoS) metrics. *International Journal of Information Technology (Singapore)*, 13(3), 889–895.
- Heričko, T., Šumak, B., and Brdnik, S. (2021). *Towards Representative Web Performance Measurements with Google Lighthouse*. 39–42.

- Holm, S., and Lööf, A. (2019). *The design and architecture of a WebRTC application*.
- Hrastinski, S. (2008). *Asynchronous and Synchronous e-Learning (Hrastinski-2008)*.
- Hyder, K., Kwinn, A., Miazga, R., Murray, M., Holcombe, D., Clark, R., Dublin, L., Gottfredson, C., Horton, B., Mosher, B., Parks, E., Pfaus, B., Rosenberg, M., and Rossett, A. (2007). *Synchronous e-Learning The eLearning Guild's Handbook on The eLearning Guild<sup>TM</sup> Advisory Board The eLearning Guild's Handbook on Synchronous e-Learning i*.
- IBM. (2019). *What is a web service?*
- Jagtap, V., Karad, V., Deshmukh, R., and Scholar, M. E. (2017). *A Comprehensive Survey on Techniques for Facial Emotion Recognition Parallelization of Codes View project Vedic Mathematics for Image Processing View project A Comprehensive Survey on Techniques for Facial Emotion Recognition*.
- Jain, D. K., Shamsolmoali, P., and Sehdev, P. (2019). Extended deep neural network for facial emotion recognition. *Pattern Recognition Letters*, 120, 69–74.
- Jose, B., and Abraham, S. (2019). *ScienceDirect Performance analysis of NoSQL and relational databases with MongoDB and MySQL*.
- Kallipolitis, A., Galliakis, M., Menychtas, A., and Maglogiannis, I. (2019). Emotion Analysis in Hospital Bedside Infotainment Platforms Using Speeded up Robust Features. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 559, 127–138.
- Kasetwar, A., Balani, N., Damwani, D., Pandey, A., Sheikh, A., and Khadse, A. (2022). A WebRTC Based Video Conferencing System with Screen Sharing. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10(5), 5061–5066.
- Kashmira, P., and Sumathipala, S. (2018). *MERCon 2018: 4th International Multidisciplinary Engineering Research Conference: May 30-June 1, 2018, Civil Engineering Complex, University of Moratuwa, Sri Lanka*.
- Ko, B. C. (2018). A brief review of facial emotion recognition based on visual information. *Sensors (Switzerland)*, 18(2).
- Lawi, A., Panggabean, B. L. E., and Yoshida, T. (2021). Evaluating graphql and rest api services performance in a massive and intensive accessible information system. *Computers*, 10(11).

- Leavitt, N. (2010). *Will NoSQL Databases Live Up to Their Promise?*
- Leow, R. (2018). *WebRTC-based Video Quality of Experience Evaluation of the Janus Streaming Plugin-Integrating Video Door Systems and WebRTC-Supported Browsers Videoutvärdering av Janus streamingmodul med fokus på WebRTC-baserad Quality of Experience.*
- Li, G., Ding, Y., Xu, B., and Li, X. (2019). *2019 IEEE 3rd Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC)*. IEEE.
- Martins, P., Abbasi, M., and Sá, F. (2019). A Study over NoSQL Performance. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 930, 603–611.
- Montazerolghaem, A., and Yaghmaee, M. H. (2020). Load-Balanced and QoS-Aware Software-Defined Internet of Things. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(4), 3323–3337.
- Nayyef, Z. T., Faris Amer, S., and Hussain, Z. (2018). *Peer to Peer Multimedia Real-Time Communication System based on WebRTC Technology.*
- Ofoeda, J., Boateng, R., and Effah, J. (2019). Application programming interface (API) research: A review of the past to inform the future. In *International Journal of Enterprise Information Systems* (Vol. 15, Issue 3, pp. 76–95). IGI Global.
- Openvidu. (2023). *What is OpenVidu?*
- Pekrun, R. (1992). *Applied Psychology: An International Review*, 1992, 4/ (4) 355-376 1992 International Association of Applied Psychology.
- Prayogi, A. A., Niswar, M., Indrabayu, and Rijal, M. (2020). Design and Implementation of REST API for Academic Information System. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 875(1).
- Pressman, R. S. (2001). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (5th ed.).
- Radharamana, K. K. P., Mouli, C., and Kumar, U. (2019). Web architecture for monitoring field using representational state transfer methods. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, 12(1), 84–93.
- Rajkumar, R., Lee, C., Lehoczky, J., and Siewiorek, D. (1997). *Real-Time Systems Symposium, 18th IEEE (RTSS '97)*. IEEE Computer Society Press.
- Reiss, S. (2021). *Dynamic Web Pages.*

- Safrin, H. (2020). *Implementasi Teknologi Web Real-time Communication (WebRTC) dalam Perancangan Kelas Virtual Sebagai Sarana Pembelajaran Interaktif dengan Media Server Kurento*.
- Sergiienko, Andrii. (2014). *WebRTC blueprints: develop your very own media applications and services using WebRTC*. Packt Pub.
- Sharma, V., Singh, M., Galgotias College of Engineering and Technology, Galgotias College of Engineering and Technology. Department of Computer Science and Engineering, Galgotias College of Engineering and Technology. Department of Information Technology, Institute of Electrical and Electronics Engineers. Uttar Pradesh Section, and Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2018). *Proceedings, IEEE 2018 International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking: (ICACCCN): on 12th-13th Oct, 2018*.
- Smilkov, D., Thorat, N., Assogba, Y., Yuan, A., Kreeger, N., Yu, P., Zhang, K., Cai, S., Nielsen, E., Soergel, D., Bileschi, S., Terry, M., Nicholson, C., Gupta, S. N., Sirajuddin, S., Sculley, D., Monga, R., Corrado, G., Viégas, F. B., and Wattenberg, M. (2019). *TensorFlow.js: Machine Learning for the Web and Beyond*.
- Soni, A., and Ranga, V. (2019). API features individualizing of web services: REST and SOAP. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(9 Special Issue), 664–671.
- Sredojev, B., Samardzija, D., and Posarac, D. (2015). *WebRTC technology overview and signaling solution design and implementation*.
- Velasquez-Villada, C., IEEE Communications Society, and Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2017). *2017 IEEE 9th Latin-American Conference on Communications (LATINCOM)*.
- Wang, C. M., and Reeves, T. C. (2007). Synchronous online learning experiences: The perspectives of international students from Taiwan. *Educational Media International*, 44(4), 339–356.
- Zeidan, A., Lehmann, A., and Trick, U. (2014). *WebRTC enabled multimedia conferencing and collaboration solution*.