

**PENGEMBANGAN DESAIN SISTEM *SENSITIVITY-BASED
RESOURCE ALLOCATOR* UNTUK MENINGKATKAN AKURASI
PADA APLIKASI *VIDEO ANALYTICS***

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Institut Teknologi Bandung**

Oleh

FAISHAL ZHARFAN

NIM: 18119002

(Program Studi Teknik Telekomunikasi)



INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

Mei 2024

ABSTRAK

PENGEMBANGAN DESAIN SISTEM *SENSITIVITY-BASED RESOURCE ALLOCATOR* UNTUK MENINGKATKAN AKURASI PADA APLIKASI *VIDEO ANALYTICS*

Oleh

Faishal Zharfan

NIM: 18119002

(Program Studi Teknik Telekomunikasi)

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Kata kunci: pertama, kedua, ketiga.

ABSTRACT

THE DEVELOPMENT OF SENSITIVITY-BASED RESOURCE ALLOCATOR SYSTEM TO ENHANCE VIDEO ANALYTICS APPLICATIONS ACCURACY

By

Faishal Zharfan

NIM: 18119002

(Telecommunication Engineering Program)

LaTeX Lorem ipsum (Du dkk., 2020), (Zhang dkk., 2017), (Huang dkk., 2024) Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Keywords: first, second, third.

**PENGEMBANGAN DESAIN SISTEM *SENSITIVITY-BASED*
RESOURCE ALLOCATOR UNTUK MENINGKATKAN
AKURASI PADA APLIKASI *VIDEO ANALYTICS***

Oleh
Faishal Zharfan
NIM: 18119002
(Program Studi Sarjana Teknik Telekomunikasi)

Institut Teknologi Bandung

Menyetujui
Tim Pembimbing

Tanggal 23 Mei 2024

Ketua

Prof. Ir. Hendrawan, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196007051987021002

**PENGEMBANGAN DESAIN SISTEM *SENSITIVITY-BASED*
RESOURCE ALLOCATOR UNTUK MENINGKATKAN
AKURASI PADA APLIKASI *VIDEO ANALYTICS***

HALAMAN PENGESAHAN

Oleh
Faishal Zharfan
NIM: 18119002
(Program Studi Teknik Telekomunikasi)

Institut Teknologi Bandung

Menyetujui
Tim Pembimbing

Tanggal 23 Mei 2024

Ketua

Prof. Ir. Hendrawan, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196007051987021002

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Sarjana yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Institut Teknologi Bandung, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Institut Teknologi Bandung. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penelitian Tugas Akhir ini dapat ditulis dalam bahasa Indonesia sebagai berikut:

Zharfan, Faishal. (2024): *Pengembangan Desain Sistem Sensitivity-based Resource Allocator untuk Meningkatkan Akurasi pada Aplikasi Video Analytics*, Tugas Akhir Program Sarjana, Institut Teknologi Bandung

dan dalam bahasa Inggris sebagai berikut:

Zharfan, Faishal. (2024): *The Development of Sensitivity-based Resource Allocator System to Enhance Video Analytics Applications Accuracy*, Undergraduate Final Year Project, Institut Teknologi Bandung

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Tugas Akhir haruslah seizin Dekan Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung.

Jangan bingung
Tidak usah repot-repot

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya yang telah memberikan kesempatan penulis untuk menyelesaikan salah satu kewajiban dalam menempuh studi sarjana S1 pada Program Studi Teknik Telekomunikasi di Institut Teknologi Bandung yaitu Tugas Akhir berjudul “**Pengembangan Desain Sistem *Sensitivity-based Resource Allocator* untuk Meningkatkan Akurasi pada Aplikasi *Video Analytics*”**”.

Ucapan terima kasih dan rasa syukur juga tidak lupa disampaikan oleh penulis kepada seluruh orang yang telah melancarkan dan membantu dalam pelaksanaan Tugas Akhir yang telah diberikan baik dalam bentuk usaha, waktu, material dan juga dukungan. Tanpa ada dukungan dari orang-orang tersebut, penulis tidak akan mampu untuk menyelesaikan pengerjaan Tugas Akhir ini dengan baik. Maka izinkanlah penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada

1. Orang Tua penulis yang selalu memberikan dukungan finansial maupun secara moral
2. Bapak Prof. Ir. Hendrawan, M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang selalu membimbing dan membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini
3. Prof. Junchen Jiang dan Prof. Haryadi S. Gunawi selaku kolaborator yang selalu memberikan masukan
4. Roy Huang selaku rekan kolaborator riset yang telah banyak membantu terkait hal teknis
5. Farhan Krishna selaku rekan TA yang kadang nyebelin

Penulisan buku tugas akhir ini tidak akan bisa dilakukan tanpa adanya orang-orang yang selalu membantu dalam penyelesaiannya. Penulis buku akhir ini hanyalah manusia yang tidak lepas dari kesalahan. Maka dari itu, penulis terbuka dan menerima kritik, saran dan diskusi sebagai bahan perbaikan dan pembelajaran agar penulis dapat menjadi pribadi yang lebih baik lagi kedepannya. Semoga Buku tugas

akhir yang penulis but mampu bermanfaat bagi pembaca, terutama teman-teman
pegiat telekomunikasi.

Bandung, 23 Mei 2024

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| ABSTRAK | i |
| <i>ABSTRACT</i> | ii |
| PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR | v |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR LAMPIRAN | xi |
| DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG | xiv |
| 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan dan Manfaat | 2 |
| 1.4 Lingkup Permasalahan | 3 |
| 1.5 Asumsi-asumsi | 3 |
| 1.6 Hipotesis | 3 |
| 1.7 Sistematika Buku Tugas Akhir | 3 |
| 2 PROSES DAN PENGEMBANGAN DESAIN | 5 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 5 |
| 2.1.1 Bekerja dengan Float | 5 |
| 2.1.2 Persamaan Matematika | 6 |
| 2.2 Studi Terkait | 7 |
| 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN | 8 |
| 3.1 Analisis Masalah | 8 |
| 3.2 Solusi Umum | 8 |
| 3.3 Rancangan Solusi | 8 |
| 4 EVALUASI DAN PEMBAHASAN | 10 |
| 4.1 Tujuan Pengujian | 10 |
| 4.2 Skenario Pengujian | 10 |

| | |
|-------------------------------|-----------|
| 4.3 Hasil Pengujian | 10 |
| 4.4 Pembahasan | 11 |
| 5 PENUTUP | 12 |
| 5.1 Kesimpulan | 12 |
| 5.2 Saran | 12 |
| DAFTAR PUSTAKA | 13 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| Lampiran A Instrumen Pengujian | 16 |
| Lampiran B Rincian Kasus Uji | 17 |

DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI

| | | |
|-------------|-------------------------|---|
| Gambar II-1 | Contoh gambar | 5 |
|-------------|-------------------------|---|

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|------------------------|---|
| Tabel II-1 | Contoh Tabel | 6 |
|------------|------------------------|---|

DAFTAR SINGKATAN

| SINGKATAN | NAMA | KEMUNCULAN PERTAMA |
|-----------|------------------------------|-----------------------|
| ADT | Atlantic Daylight Time | 5 |
| EST | Eastern Standard Time | 5 |
| UTC | Coordinated Universal Time | 5 |
| VAP | Video Analytics Applications | 2 |

| LAMBANG | NAMA | KEMUNCULAN PERTAMA |
|---------|--|-----------------------|
| N_A | Bilangan Avogadro | 5 |
| π | Rasio keliling lingkaran terhadap diameternya | 5 |

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam 5 tahun terakhir, perkembangan teknologi telekomunikasi merupakan salah satu yang paling masif. Hal ini dibuktikan dengan kehadiran standar komunikasi mobile 5G pada tahun 2019. 5G tidak hanya dapat meningkatkan kecepatan internet menjadi 10Gb/s dari yang mulanya hanya 300Mb/s pada 4G LTE-Advanced (Khalifa, 2024a), namun 5G juga memiliki 2 *use-case* lainnya yakni *Massive Machine-Type Communication* dan *Ultra-Reliable Low-Latency Communication* (Reply, 2024).

Hadirnya *Massive Machine-Type Communication* memungkinkan banyak perangkat yang dapat terkoneksi dalam sebuah jaringan. Hal ini dapat mendukung keberlangsungan sistem IoT atau *Internet of Things*. IoT adalah sebuah teknologi komunikasi yang memungkinkan perangkat-perangkat dalam sebuah jaringan dapat berkomunikasi satu sama lainnya sehingga menciptakan sebuah sistem cerdas (Al-Fuqaha dkk., 2015). Perangkat-perangkat yang dimaksud dalam kasus ini adalah berbagai macam sensor. Data yang dikumpulkan dari berbagai macam sensor tersebut akan diproses oleh sebuah perangkat komputasi terpusat yang saat ini dikenal dengan istilah *cloud computing*

Cloud computing memiliki beberapa keterbatasan yakni lokasi yang terbatas sehingga memiliki waktu respon yang cukup lama dan tidak cocok diterapkan pada sistem yang real-time. Untuk mengatasi masalah ini, lahirlah sebuah istilah baru, yakni *Edge Computing* (Satyanarayanan, 2017). *Edge Computing* adalah sebuah paradigma dalam cloud computing yang bertujuan untuk mendekatkan proses komputasi pada perangkat *edge* sehingga pemrosesan dapat dilakukan dalam waktu singkat (Khalifa, 2023).

Masalah yang sering ditemukan pada *Edge Computing* adalah keterbatasan *bandwidth* dan waktu pemrosesan yang relatif lama terutama pada perangkat *edge* yang memiliki ukuran data yang relatif besar. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan sumber daya komputasi yang dimiliki oleh *edge computing* (Mao dkk., 2017).

Contohnya adalah kamera keamanan, kamera akan mengirimkan video pada server untuk dilakukan proses deteksi objek (kendaraan, orang, objek lainnya). Untuk mengatasi masalah tersebut, maka diperlukan lah sebuah sistem cerdas yang dapat mengalokasikan *resource* secara periodik yang bergantung pada kebutuhan tiap kamera sehingga tidak ditemukan *backlog* pada sistem dan juga dapat memperoleh hasil yang maksimal (Cao dkk., 2020).

Dari perumusan masalah tersebut, pada tugas akhir ini akan dirancang sebuah sistem *resource allocator* pada yang berfokus pada *bandwidth* yang berbasis sensitivitas sehingga dapat meminimalkan trade-off antara alokasi bandwidth dan akurasi deteksi pada tiap kamera.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah penelitian yang dirumuskan adalah apakah penggunaan *sensitivity-based resource allocator* yang diajukan dapat meningkatkan rata-rata akurasi dari sistem *video analytics applications* (Video Analytics Applications (VAP)) seperti DDS (Du dkk., 2020) dan lebih baik dari pendahulunya seperti VideoStorm (Zhang dkk., 2017)?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan tugas akhir ini adalah untuk menghasilkan sebuah *sensitivity-based resource allocator* yang dapat meningkatkan rata-rata akurasi dari sistem *video analytics applications*

Hadirnya konsep smart city yang mengintegrasikan berbagai macam teknologi seperti kecerdasan buatan pada ekosistem perkotaan yang dapat membuat hidup lebih aman dan nyaman (Khalifa, 2019). Salah satu sistem yang sudah diterapkan adalah sistem untuk mendeteksi plat nomor kendaraan untuk kemudahan identifikasi kendaraan apabila terjadi sebuah pelanggaran. Beberapa tahun terakhir Kepolisian Indonesia menetapkan aturan warna terbaru plat nomor kendaraan menjadi putih, hal ini dilakukan karena warna putih dapat lebih mudah dideteksi oleh model object detection dibandingkan dengan warna hitam (Khalifa, 2024b). Dengan pengimplementasian *resource allocator*, kami berharap performa, yakni akurasi,

yang dihasilkan dari sistem tersebut dapat maksimal sehingga tidak terdapat pelanggar yang bebas tilang.

1.4 Lingkup Permasalahan

Pada topik *Enhancing Video Analytics Accuracy via Real-time Automated Video Compression Parameter Tuning as well as Enabling Resource Allocator*, secara garis besar terdiri dari 2 buah subsistem, yakni *video analytics applications* dan *resource allocator*. Fokus penulis adalah untuk mengembangkan dan menguji *resource allocator*. Selain itu, karena keterbatasan waktu yang diberikan dan alasan keamanan, *resource allocator* hanya dapat bekerja dalam jaringan lokal.

1.5 Asumsi-asumsi

Dalam pengerjaan tugas akhir ini terdapat asumsi-asumsi yang digunakan antara lain:

1. Protokol komunikasi yang digunakan adalah HTTP
2. Kondisi jaringan yang stabil sehingga komunikasi data dapat terus terjalin
3. *Resource allocator* hanya dapat dijalankan pada sistem operasi berbasis kernel Linux
4. Jumlah *client* atau kamera yang dapat terkoneksi adalah sebanyak 3 buah

1.6 Hipotesis

Penggunaan *resource allocator* yang diintegrasikan dengan gRPC dan *self-adaptive VAP* dapat memberikan gambaran kondisi kebutuhan bandwidth tiap kamera sehingga alokasi bandwidth ideal akan diperoleh yang berakibat pada peningkatan akurasi

1.7 Sistematika Buku Tugas Akhir

Pada bab 2 menjelaskan hal-hal terkait pengembangan dan perancangan *resource allocator* yang dimulai dari tinjauan pustaka, persyaratan desain, konsep desain, dan pengembangan desain.

Pada bab 3 menjelaskan hal-hal terkait model desain dan implementasi dari *resource allocator*.

Pada bab 4 menjelaskan hal-hal terkait pengujian desain dan analisis hasil pengujian dari *resource allocator* yang telah dibuat.

Pada bab 5 menjelaskan kesimpulan dari seluruh pengerjaan tugas akhir dan saran untuk pengembangan topik kedepannya.

BAB II PROSES DAN PENGEMBANGAN DESAIN

2.1 Tinjauan Pustaka

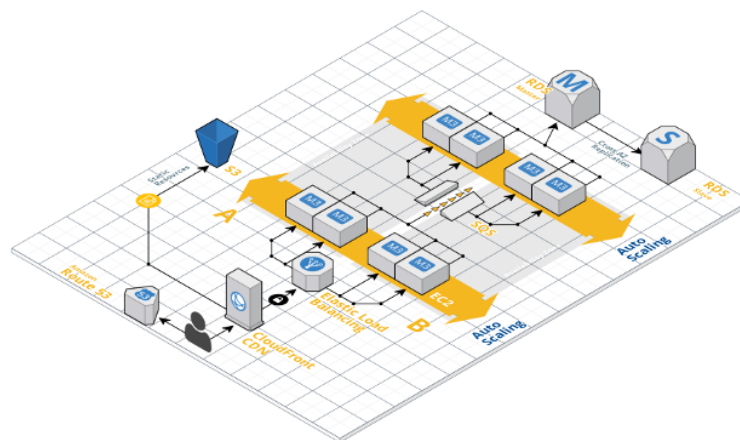
Perujukan literatur dapat dilakukan dengan menambahkan entri baru di berkas. Tulisan ini merujuk pada Knuth (2001). Ini adalah contoh penggunaan singkatan yang telah didefinisikan: penggunaan pertama: Coordinated Universal Time (UTC), kedua dan selanjutnya: UTC. Juga dapat digunakan singkatan lain: Atlantic Daylight Time (ADT), Eastern Standard Time (EST). Berikut adalah contoh penggunaan lambang: π , N_A .

2.1.1 Bekerja dengan Float

Float adalah *container* untuk elemen-elemen dokumen yang tidak dapat dipisah menjadi beberapa halaman. Environment “table” dan “figure” secara default adalah float. Float berguna untuk memudahkan peletakan objek yang tidak cukup jika diletakkan di halaman sekarang. Peletakan float diatur oleh \LaTeX dan pengguna sebaiknya memberikan keleluasaan kepada \LaTeX agar dapat mengatur peletakan dengan baik.

2.1.1.1 Gambar

Float bisa di-*cross reference*. Contohnya Gambar II-1 adalah contoh gambar.



Gambar II-1. Contoh gambar

2.1.1.2 Tabel

Tabel juga merupakan float. Tabel II-1 adalah contoh tabel.

Tabel II-1. Contoh Tabel

| Contoh Judul Kolom | Nilai |
|--------------------|-------------------|
| Besaran 1 | 12 meter |
| Besaran 2 | 360° |
| Besaran 3 | 0,2 meter |
| Besaran 4 | 1° |
| Besaran 5 | 8000 sampel/detik |

2.1.2 Persamaan Matematika

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper. Persamaan (II.1) adalah contoh persamaan matematika,

$$c^2 = a^2 + b^2. \quad (\text{II.1})$$

Contoh penggunaan notasi custom,

$$p(x | y). \quad (\text{II.2})$$

2.2 Studi Terkait

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN

3.1 Analisis Masalah

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

3.2 Solusi Umum

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

3.3 Rancangan Solusi

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies

vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

BAB IV EVALUASI DAN PEMBAHASAN

4.1 Tujuan Pengujian

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

4.2 Skenario Pengujian

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

4.3 Hasil Pengujian

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies

vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

4.4 Pembahasan

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

5.2 Saran

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., and Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4):2347–2376.
- Cao, K., Liu, Y., Meng, G., and Sun, Q. (2020). An overview on edge computing research. *IEEE Access*, 8:85714–85728.
- Du, K., Pervaiz, A., Yuan, X., Chowdhery, A., Zhang, Q., Hoffmann, H., and Jiang, J. (2020). Server-driven video streaming for deep learning inference. In *Proceedings of the Annual Conference of the ACM Special Interest Group on Data Communication on the Applications, Technologies, Architectures, and Protocols for Computer Communication*, SIGCOMM '20, page 557–570, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Huang, Y., Zharfan, F., Hendrawan, Gunawi, H. S., and Jiang, J. (2024). Concierge: Towards accuracy-driven bandwidth allocation for video analytics applications in edge network. In *2024 IEEE International Conference on Edge Computing & Communications (EDGE 24)*. IEEE.
- Khalifa, E. (2019). Smart cities: Opportunities, challenges, and security threats. *Journal of Strategic Innovation and Sustainability*, 14(3).
- Khalifa, E. (2023).
- Khalifa, E. (2024a).
- Khalifa, E. (2024b).
- Knuth, D. (2001). *The Art of Computer Programming: Fundamental Algorithms*. Number v. 1 in *The Art of Computer Programming: Fundamental Algorithms*. Addison-Wesley.
- Mao, Y., You, C., Zhang, J., Huang, K., and Letaief, K. B. (2017). A survey on mobile edge computing: The communication perspective. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 19(4):2322–2358.

Reply, T. (2024). What is 5g - an introduction to the technology.

Satyanarayanan, M. (2017). The emergence of edge computing. *Computer*, 50(1):30–39.

Zhang, H., Ananthanarayanan, G., Bodik, P., Philipose, M., Bahl, P., and Freedman, M. J. (2017). Live video analytics at scale with approximation and Delay-Tolerance. In *14th USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI 17)*, pages 377–392, Boston, MA. USENIX Association.

LAMPIRAN

Lampiran A Instrumen Pengujian

Lampiran B Rincian Kasus Uji