

Implementasi Quality of Service (QoS) pada Jaringan Intra Pemerintah (Studi Kasus: Pada Pemerintah Kabupaten Timor Tengah Selatan)

Viky G.L. Radja Pono^{1*}, Indah Octaviani Laleb², Demas Eklopas Neno³

¹²³Jurusan Teknik Elektro, Prodi Teknik Komputer dan Jaringan, Politeknik Negeri Kupang, Indonesia

¹²³ Lasiana, Kelapa Lima, Kupang City, East Nusa Tenggara, Indonesia

Correspondence Email *: vikyradja pono@gmail.com

ABSTRAK

Merujuk pada Peraturan Presiden No. 95 Tahun 2018 tentang Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE), seluruh instansi pemerintah diwajibkan menggunakan Jaringan Intra Pemerintah, termasuk di tingkat kabupaten. Pemerintah Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) telah membangun jaringan intra pemerintah di 37 lokasi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kualitas jaringan tersebut menggunakan parameter Quality of Service (QoS) melalui pendekatan metode TIPHON. Dengan mengadopsi metodologi PPDIIO (Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, Optimize), dilakukan redesain topologi jaringan dari model ring menjadi hybrid ring-star guna meningkatkan keandalan dan skalabilitas. Implementasi awal dilakukan di lima perangkat daerah, disertai standarisasi perangkat (OLT, ONT, router, switch) dengan spesifikasi tinggi. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan signifikan, dengan throughput rata-rata mencapai 2.118 kbps (naik 120%), packet loss 1%, delay 118 ms, dan jitter 26 ms, yang dikategorikan “memuaskan”. Studi ini membuktikan bahwa pendekatan sistematis PPDIIO efektif dalam mengoptimalkan jaringan intra pemerintah. Rekomendasi mencakup perluasan implementasi ke seluruh lokasi, penerapan manajemen bandwidth berbasis kebutuhan, serta pemantauan jaringan secara real-time menggunakan tools seperti PRTG atau NetFlow.

Kata Kunci: QoS, TIPHON, Jaringan Komputer, Jaringan Intra-Pemerintah, Topologi Hibrida, Manajemen Bandwidth

ABSTRACT

Referring to Presidential Regulation No. 95 of 2018 concerning Electronic-Based Government Systems (SPBE), all government agencies must use Intra-Government Networks, including at the district level. The South Central Timor (TTS) Regency Government has built an intra-government network in 37 locations. This study aims to evaluate the quality of the network using Quality of Service (QoS) parameters through the TIPHON approach. Adopting the PPDIIO methodology (Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, Optimize), the network topology was redesigned from a ring model to a hybrid ring-star to improve reliability and scalability. Initial implementation was carried out in five regional devices, accompanied by standardizing devices (OLT, ONT, router, switch) with high specifications. The test results showed a significant increase, with an average throughput reaching 2,118 kbps (up 120%), packet loss of 1%, delay of 118 ms, and jitter of 26 ms, which was categorized as "satisfactory". This study proves that the PPDIIO systematic approach effectively optimizes intra-government networks. Recommendations include expanding implementation to all locations, implementing demand-based bandwidth management, and real-time network monitoring using tools such as PRTG or NetFlow.

Keywords: *QoS, TIPHON, Computer Networks, Intra-Government Networks, Hybrid Topology, Bandwidth Management*

Pendahuluan

Jaringan Intra Pemerintah merupakan jaringan interkoneksi tertutup yang menghubungkan antar Jaringan Intra Instansi Pusat dan Pemerintah Daerah. Merujuk pada Peraturan Presiden Nomor 95 Tahun 2018 Tentang Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik, maka setiap instansi pusat dan daerah harus menggunakan Jaringan Intra Pemerintah salah satu jenisnya yaitu Jaringan Intra Pemerintah Daerah Kabupaten [1]–[4]. Sesuai dengan amanat Peraturan Presiden diatas, maka Pemerintah Kabupaten Timor Tengah Selatan telah melakukan pembangunan dan penggunaan Jaringan Intra Pemerintah Daerah. Pemerintah Kabupaten Timor Tengah Selatan telah menyediakan

jaringan intra pemerintah daerah pada 37 lokasi. Dalam perjalanannya jaringan intra pemerintah daerah ini mulai memiliki beberapa kendala dalam operasionalnya dan perlu untuk diperbaiki. Oleh karena itu, perlu adanya evaluasi Jaringan Intra Pemerintah Daerah yang terstandarisasi, terintegrasi dan menggunakan teknologi jaringan terkini yang efektif dan efisien. Kinerja jaringan yang optimal sangat penting untuk memastikan kelancaran tugas dan fungsi pemerintahan, termasuk layanan publik seperti *e-government*, *e-health*, dan *e-learning* [5]–[8]. Salah satu metode yang digunakan untuk melakukan pengukuran kehandalan jaringan dan karakteristik dari sebuah layanan yaitu QoS (*Quality of Service*) [9]–[11]. *Quality of Service* merupakan kemampuan suatu jaringan untuk dapat menyediakan layanan yang baik, parameter QoS diantaranya adalah *packet loss*, *throughput*, *delay* dan *jitter*. QoS mengacu pada tingkat kinerja jaringan yang dapat diukur dan dijamin untuk memenuhi kebutuhan aplikasi dan layanan tertentu. Analisis QoS adalah alat yang penting untuk memastikan jaringan intra pemerintah daerah dapat memenuhi kebutuhan aplikasi dan layanan yang digunakan [12]–[15]. Dengan menganalisis QoS, pemerintah daerah dapat mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan dan membuat keputusan yang tepat tentang peningkatan jaringan.

Penelitian ini fokus pada jaringan intra pemerintah daerah kabupaten TTS yang belum banyak diteliti pada jaringan intra pemerintah. Pendekatan pada penelitian ini menggunakan kombinasi pendekatan kualitatif dan kuantitatif, dengan menggunakan wawancara dan analisis data performa jaringan sehingga bisa menghasilkan rancangan jaringan yang mendukung QoS yang baik. Beberapa penelitian terdahulu sudah dilakukan untuk mengetahui kehandalan dan karakteristik jaringan internet. Penelitian sebelumnya dilakukan dengan mengecek performansi jaringan internet yang memiliki banyak faktor yang bisa diprediksi menjadi penyebab buruknya performansi jaringan. Sedangkan dalam penelitian ini akan dilakukan pengecekan terhadap jaringan intra pemerintah daerah yang menghubungkan antar perangkat daerah di dalam satu kabupaten. Melalui penelitian ini diharapkan mendapatkan model QoS yang baik untuk meningkatkan performa jaringan intra pemerintah daerah.

Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini akan diimplementasikan QoS pada jaringan intra pemerintah daerah kabupaten Timor Tengah Selatan. Setelah dilakukan identifikasi masalah, secara umum kegiatan ini mengikuti tahapan-tahapan dalam metode PPDIIO. Alasan menggunakan metode PPDIIO dilatarbelakangi mendesain suatu jaringan sesuai dengan kebutuhan dari konsumen, membutuhkan suatu proses identifikasi dari beberapa elemen yang ada di dalamnya, termasuk tujuan dan kendala yang dihadapi dari organisasi tersebut. Tujuan teknis dan kendala harus dapat diidentifikasi dengan baik, oleh karena itu Cisco membuat sebuah *lifecycle* jaringan yang dapat membantu mengatasi permasalahan tersebut menjadi enam fase/tahapan, yaitu: **Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, dan Optimize** (PPDIIO) [16]–[20].

Tahap Persiapan (Prepare)

Tahap persiapan adalah tahapan untuk menetapkan kebutuhan organisasi dalam penyediaan layanan jaringan internet. Pada tahap ini dilakukan persiapan dengan melakukan pendataan perangkat yang dibutuhkan untuk membangun jaringan [21]–[24]. Tahap persiapan dari kegiatan ini meliputi pengambilan data awal yang diperlukan sebagai bahan evaluasi dan rekomendasi seperti topologi jaringan, aplikasi yang digunakan dan SOP dalam pengelolaan jaringan.

Tahap Perencanaan (Plan)

Tahap perencanaan adalah tahapan mengidentifikasi persyaratan jaringan berdasarkan tujuan, fasilitas dan kebutuhan jaringan. Tahap ini mendeskripsikan karakteristik suatu jaringan, yang bertujuan untuk menilai jaringan tersebut, melakukan perbandingan kinerja sesuai yang diharapkan [9]. Pada tahap ini dilakukan pengambilan sampel pengukuran kondisi awal menggunakan parameter standar kualitas jaringan TIPHON pada 5 perangkat daerah dengan hasil pengujian sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Awal

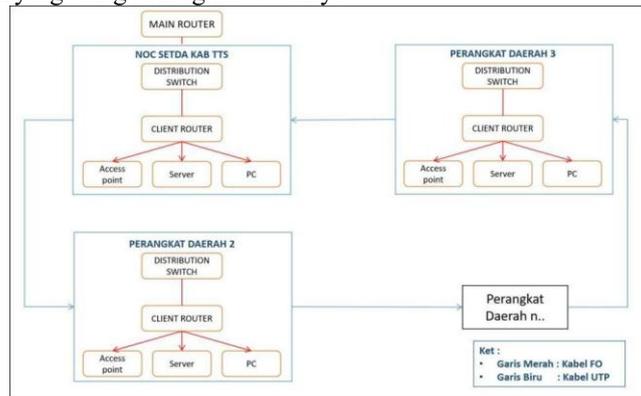
Lokasi	Throughput (Kbps)	Hop Count	Packet Loss(%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Bappeda	710	12	10	179	71
Diskominfo	1125	13	9	284	66
Bagian Umum	923	14	3	299	68
BPKAD	1071	14	12	160	95
Dinsos	992	12	14	154	89
Average	964.2	13	9.6	215.2	77.8

Dari hasil pengujian awal ini dapat disimpulkan sebagai berikut, *Throughput* dengan rata-rata 964 Kbps mendapatkan kategori Sedang. *Packet Loss* dengan rata-rata 9.6% mendapatkan kategori Sedang. *Delay* dengan rata-rata 215ms mendapatkan kategori Bagus. Sedangkan *jitter* dengan rata-rata 77.8ms mendapatkan kategori

Sedang. Sehingga dapat disimpulkan QoS pada jaringan intra pemerintah daerah Kabupaten TTS mendapatkan predikat Kurang Memuaskan.

Tahap Desain (Design)

Tahap desain merupakan tahapan yang dikembangkan berdasarkan persyaratan teknis berdasarkan kondisi wilayah yang bersifat terperinci dan memenuhi persyaratan teknis. Pada tahap ini dilakukan perancangan ulang dan penggambaran topologi arsitektur jaringan yang akan diterapkan sehingga akan mengoptimalkan rangkaian sistem jaringan yang hendak diimplementasikan. Jaringan tersebut haruslah menyediakan ketersediaan, kehandalan, keamanan, skalabilitas dan kinerja [25]–[27]. Hasil akhir dari tahap desain adalah menghasilkan analisis-analisis meliputi analisis kondisi eksisting, analisis kebutuhan perangkat jaringan, dan analisis manajemen bandwidth. Tujuan dari pemetaan ini adalah untuk memudahkan dalam tahap pengimplementasian ke depannya sehingga terbentuk suatu jaringan yang saling terintegrasi seutuhnya.



Gambar 1. Topologi Jaringan Eksisting

Tahap Implementasi (Implement)

Tahap implementasi mendeskripsikan tentang implementasi lapangan, set-up dan konfigurasi yang digunakan dengan mensimulasikan dan melakukan penambahan dari desain jaringan yang belum tergambar. Mengatasi kemungkinan permasalahan dan kendala yang akan dihadapi dan melakukan penerapan dari rancangan. Pada penelitian ini, implementasi akan dilakukan pada 5 lokasi perangkat daerah, akan dilakukan pengujian desain, konfigurasi dan topologi arsitektur jaringan yang telah digambarkan dan setelah selesai diimplementasikan dilakukan pengujian terhadap jaringan untuk memastikan bahwa pengoperasian jaringan sesuai dengan yang diharapkan.

Tahap Pengoperasian (Operate)

Tahap pengoperasian adalah ujian akhir dari kesesuaian tahap desain. Tahap pengoperasian melibatkan menjaga kestabilan jaringan melalui penggunaan sehari-hari, termasuk menjaga ketersediaan daya dan mengurangi biaya. Deteksi kesalahan, koreksi, dan pemantauan kinerja yang terjadi dalam operasi sehari-hari memberikan data awal untuk tahap pengoptimalan. Pada tahap ini akan dilakukan pengukuran kembali ke lokasi penelitian untuk mendapatkan data pengukuran kondisi setelah implementasi menggunakan parameter standar kualitas jaringan TIPHON [28], [29].

Tahap Pengoptimalan (Optimize)

Tahap pengoptimalan melibatkan manajemen proaktif dari jaringan. Tujuan dari manajemen proaktif adalah untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah sebelum mempengaruhi penyusunan proyek [30]. Dalam proses PPDIOO, tahap pengoptimalan mungkin akan meminta rekomendasi untuk mendesain ulang jaringan. Proses mendesain ulang mungkin diperlukan jika masalah terlalu banyak pada jaringan atau terdapat banyak kesalahan yang muncul seperti kinerja tidak memenuhi harapan, atau aplikasi baru diidentifikasi untuk mendukung kebutuhan penyusunan dan teknis tidak berjalan dengan baik.

Hasil dan Diskusi

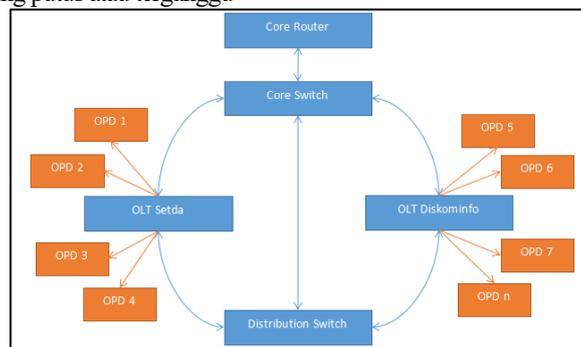
Hasil dalam penelitian ini meliputi evaluasi kondisi eksisting, perancangan perbaikan, implementasi dan pengujian kualitas layanan jaringan yang baru. Sebelum melakukan evaluasi telah dikumpulkan data awal tentang topologi jaringan dan juga hasil pengujian kualitas layanan jaringan.

Evaluasi Kondisi Eksisting

Evaluasi kondisi eksisting merupakan evaluasi yang dilakukan untuk melihat performance jaringan yang terdapat pada setiap perangkat daerah. Berdasarkan hasil survey dapat disimpulkan 40 perangkat daerah yang telah memiliki jaringan intra pemerintah atau dengan kata lain seluruh perangkat daerah telah terkoneksi dengan jaringan intra pemerintah daerah. Pada saat observasi/pengamatan langsung terkait ketersediaan jaringan pada beberapa perangkat daerah topologi jaringan yang digunakan adalah Topologi Ring yang menimbulkan beberapa kelemahan dalam penggunaan. Apabila mengalami kesalahan pada satu node maupun titik, hal ini dapat berdampak pada seluruh jaringan. Pengembangan dan perluasan jaringan juga menjadi tidak *flexible* karena setiap adanya perubahan, penambahan, atau pemindahan terhadap suatu node akan memberikan pengaruh terhadap seluruh jaringan yang ada. Proses pertukaran data juga lebih lambat dari yang diharapkan karena semakin banyak node yang ada maka akan semakin banyak juga gangguan yang mungkin terjadi dalam transmisi data.

Desain Jaringan

Perlu dilakukan perbaikan pada beberapa aspek Jaringan Intra Pemerintah Daerah Timor Tengah Selatan agar dapat berfungsi secara optimal. Rekomendasi perbaikan dilakukan pada topologi jaringan dan standarisasi perangkat. Topologi awal berupa ring harus diganti menjadi topologi hybrid ring-star sehingga tidak terjadi *blackout* jaringan ketika ada titik yang putus atau terganggu



Gambar 2. Topologi Jaringan Baru

Berdasarkan Topologi di atas tergambar bahwa semua perangkat daerah terhubung dalam satu jaringan fiber optik dimana jaringan induk digambarkan menggunakan garis berwarna biru. Jaringan induk dihubungkan secara ring dengan tujuan apabila salah satu jaringan induk bermasalah maka tidak mengganggu jaringan lainnya. Direkomendasikan pengelompokan jaringan induk yang menghubungkan setiap perangkat daerah menjadi 2 kelompok, yaitu Jaringan Induk Diskominfo (OLT Diskominfo) dan Jaringan Induk Setda (OLT Setda). Kedua OLT tersebut merupakan terminal utama yang akan menghubungkan jaringan seluruh perangkat daerah terdekat. Setelah dilakukan perancangan dan pemetaan lokasi jaringan induk fiber optik, langkah selanjutnya dilakukan standarisasi perangkat jaringan. Setiap perangkat yang akan digunakan wajib memenuhi rancangan spesifikasi standar perangkat seperti ditunjukkan pada tabel berikut ini :

Tabel 4
Standarisasi Perangkat

Jenis Standarisasi	Keterangan
Topologi	<ul style="list-style-type: none"> • Mendukung topologi ring – star • Dapat menjalankan Multi Protocol Label Switching (MPLS) • Dapat menjalankan Point-to-Point Protocol over Ethernet (PPPOE) • Dapat dilakukan Port Bridging • Menggunakan konfigurasi OLT – ONT
Management System	<ul style="list-style-type: none"> • Mendukung remote management system • Dapat memberikan alarm ke NOC apabila terjadi failure
Kapasitas	<ul style="list-style-type: none"> • Last mile Gigabit LAN • Last mile Gigabit Wireless LAN • 3x10 Gbps Local Loop

Selain melakukan standarisasi perangkat juga diberikan rekomendasi spesifikasi perangkat yang harus digunakan oleh setiap perangkat daerah dengan keterangan sebagai berikut :

Tabel 2. Spesifikasi Perangkat

Jenis Perangkat	Spesifikasi
Optical Line Termination (OLT) Unit	<ul style="list-style-type: none"> • Chasis 19” 2U

Optical Network Termination (ONT) Unit	<ul style="list-style-type: none"> • PRAM AC/DC • SMXA Board 10 Gbps Uplink • 16x SFP 1G Port Card Service • PPPOE Support • Remote Management Support • VOIP Support • 4x Gigabit LAN Port • 1x Gigabit WLAN • 2x POTS Port
Router	<ul style="list-style-type: none"> • CPU Core Count: 16 • CPU Nominal Frequency: 1.2 GHz • RAM: 2GB • Storage Size: 128MB • Storage Type: NAND • Power Input: 2x AC • 12 SFP 1G Cage • 1 SFP+ 10G Cage • 1U Rackmount
Switch	<ul style="list-style-type: none"> • Managed Layer 3 Switch • 2 Port SFP+ 10G • 24 Port SFP 1G • 4 Port Gigabit LAN/SFP Combo • 1U Rackmount

Implementasi dan Pengujian Kualitas Jaringan

Implementasi pada tahap awal telah dilakukan pada 5 lokasi perangkat daerah. Setelah melakukan implementasi menggunakan desain topologi yang baru dan melakukan konfigurasi untuk manajemen bandwidth. Jaringan yang telah diimplementasikan kemudian dilakukan pengujian QoS dengan Metode TIPHON. Berikut adalah hasil pengujianya :

Tabel 3. Hasil Pengujian QoS setelah Implementasi

Lokasi	Throughput (kbps)	Hop Count	Packet Loss (%)	Delay (ms)	Jitter (ms)
Bappeda	1815	9	1	70	15
Diskominfo	2385	9	1	127	22
Bagian Umum	2091	9	0	98	8
BPKAD	2182	9	0	155	55
Dinsos	2115	9	1	139	32
<i>Average</i>	2118	9	1	118	26

Dari hasil pengujian setelah implementasi ini dapat disimpulkan sebagai berikut, *Throughput* dengan rata-rata 2118 Kbps mendapatkan kategori Sangat Bagus. *Packet Loss* dengan rata-rata 1% mendapatkan kategori Bagus. *Delay* dengan rata-rata 118ms mendapatkan kategori Sangat Bagus. Sedangkan *jitter* dengan rata-rata 26ms mendapatkan kategori Bagus.

Simpulan

Dari hasil analisis dan pengujian yang telah diberikan di bab sebelumnya maka dapat diambil Kesimpulan yaitu Jaringan intra pemerintah Kabupaten TTS awalnya memiliki kualitas layanan (QoS) "Kurang Memuaskan" berdasarkan metode TIPHON. Topologi *ring* yang digunakan rentan terhadap *blackout* dan menghambat skalabilitas. Dengan melakukan redesain jaringan komputer terbukti dapat meningkatkan kualitas layanan jaringan menjadi lebih baik. Implementasi Solusi berupa penggantian topologi menjadi *hybrid ring-star* untuk menghindari gangguan menyeluruh. Standarisasi perangkat jaringan (OLT, ONT, router, switch) dengan spesifikasi tinggi juga berpengaruh dalam meningkatkan kualitas jaringan. Pengelompokan jaringan *backbone* dengan 2 lokasi OLT Diskominfo dan OLT Setda untuk optimasi koneksi berhasil meningkatkan QoS ke predikat "Memuaskan". *Throughput* melonjak $\pm 120\%$ (rata-rata 2.118 kbps), *packet loss* turun drastis (1%), *delay* dan *jitter* membaik signifikan. Pendekatan sistematis melalui tahap *Prepare, Plan, Design, Implement, Operate, Optimize* (PPDIOO) terbukti efektif dalam mengidentifikasi masalah, merancang solusi, dan memvalidasi peningkatan kinerja jaringan.

Saran bagi pemerintah daerah TTS yaitu perluasan implementasi ke seluruh Lokasi karena uji coba baru dilakukan di 5 dari 37 lokasi. Perlu diterapkan ke semua perangkat daerah untuk memastikan konsistensi peningkatan QoS dan mengidentifikasi potensi kendala spesifik lokasi. Pemda TTS juga bisa membuat kebijakan *bandwidth management* berbasis kebutuhan riil (misal: prioritas untuk layanan kritis seperti SIPKD), serta pemantauan *real-time* menggunakan *tools* seperti PRTG atau NetFlow untuk menghindari kemacetan jaringan. Studi Lanjutan juga dibutuhkan untuk optimalisasi yang berkelanjutan dengan melakukan pengukuran QoS berkala dengan metode TIPHON. Evaluasi pemanfaatan teknologi baru seperti SD-WAN atau *load balancing* untuk meningkatkan redundansi dan efisiensi. Sehingga dapat disimpulkan QoS pada jaringan intra pemerintah daerah Kabupaten TTS mendapatkan predikat Memuaskan.

Daftar Pustaka

- [1] Y.Mao, "Rate-Splitting Multiple Access: Fundamentals, Survey, and Future Research Trends," *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 24, no. 4, pp. 2073–2126, 2022, doi: 10.1109/COMST.2022.3191937.
- [2] H. A.Ammar, "User-Centric Cell-Free Massive MIMO Networks: A Survey of Opportunities, Challenges and Solutions," *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 24, no. 1, pp. 611–652, 2022, doi: 10.1109/COMST.2021.3135119.
- [3] R.Liu, "Joint Transmit Waveform and Passive Beamforming Design for RIS-Aided DFRC Systems," *IEEE J. Sel. Top. Signal Process.*, vol. 16, no. 5, pp. 995–1010, 2022, doi: 10.1109/JSTSP.2022.3172788.
- [4] B.Mao, "AI Models for Green Communications Towards 6G," *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 24, no. 1, pp. 210–247, 2022, doi: 10.1109/COMST.2021.3130901.
- [5] X.Xu, "Service Offloading with Deep Q-Network for Digital Twinning-Empowered Internet of Vehicles in Edge Computing," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 18, no. 2, pp. 1414–1423, 2022, doi: 10.1109/TII.2020.3040180.
- [6] D.Serghiou, "Terahertz Channel Propagation Phenomena, Measurement Techniques and Modeling for 6G Wireless Communication Applications: A Survey, Open Challenges and Future Research Directions," *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 24, no. 4, pp. 1957–1996, 2022, doi: 10.1109/COMST.2022.3205505.
- [7] Z.Li, "Joint Beamforming Design and Power Splitting Optimization in IRS-Assisted SWIPT NOMA Networks," *IEEE Trans. Wirel. Commun.*, vol. 21, no. 3, pp. 2019–2033, 2022, doi: 10.1109/TWC.2021.3108901.
- [8] H.Wang, "A Graph Neural Network-Based Digital Twin for Network Slicing Management," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 18, no. 2, pp. 1367–1376, 2022, doi: 10.1109/TII.2020.3047843.
- [9] M.Noor-A-Rahim, "A Survey on Resource Allocation in Vehicular Networks," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 23, no. 2, pp. 701–721, 2022, doi: 10.1109/TITS.2020.3019322.
- [10] R.Zhang, "Energy Efficiency Maximization in RIS-Assisted SWIPT Networks with RSMA: A PPO-Based Approach," *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, vol. 41, no. 5, pp. 1413–1430, 2023, doi: 10.1109/JSAC.2023.3240707.
- [11] J.Wang, "Dependent Task Offloading for Edge Computing based on Deep Reinforcement Learning," *IEEE Trans. Comput.*, vol. 71, no. 10, pp. 2449–2461, 2022, doi: 10.1109/TC.2021.3131040.
- [12] X.Xue, "A Hybrid Cross Layer with Harris-Hawk-Optimization-Based Efficient Routing for Wireless Sensor Networks," *Symmetry (Basel)*, vol. 15, no. 2, 2023, doi: 10.3390/sym15020438.
- [13] J.Li, "Cost-Aware Dynamic SFC Mapping and Scheduling in SDN/NFV-Enabled Space-Air-Ground-Integrated Networks for Internet of Vehicles," *IEEE Internet Things J.*, vol. 9, no. 8, pp. 5824–5838, 2022, doi: 10.1109/JIOT.2021.3058250.
- [14] B.Brik, "Deep Learning for B5G Open Radio Access Network: Evolution, Survey, Case Studies, and Challenges," *IEEE Open J. Commun. Soc.*, vol. 3, pp. 228–250, 2022, doi: 10.1109/OJCOMS.2022.3146618.
- [15] C.Liu, "Solving the Multi-Objective Problem of IoT Service Placement in Fog Computing Using Cuckoo Search Algorithm," *Neural Process. Lett.*, vol. 54, no. 3, pp. 1823–1854, 2022, doi: 10.1007/s11063-021-10708-2.
- [16] J.Liu, "RL/DRL Meets Vehicular Task Offloading Using Edge and Vehicular Cloudlet: A Survey," *IEEE Internet Things J.*, vol. 9, no. 11, pp. 8315–8338, 2022, doi: 10.1109/JIOT.2022.3155667.
- [17] F.Dong, "Sensing as a Service in 6G Perceptive Networks: A Unified Framework for ISAC

- Resource Allocation,” *IEEE Trans. Wirel. Commun.*, vol. 22, no. 5, pp. 3522–3536, 2023, doi: 10.1109/TWC.2022.3219463.
- [18] G.Sun, “Game Theoretic Approach for Multipriority Data Transmission in 5G Vehicular Networks,” *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 23, no. 12, pp. 24672–24685, 2022, doi: 10.1109/TITS.2022.3198046.
- [19] M.Dai, “PSACCF: Prioritized Online Slice Admission Control Considering Fairness in 5G/B5G Networks,” *IEEE Trans. Netw. Sci. Eng.*, vol. 9, no. 6, pp. 4101–4114, 2022, doi: 10.1109/TNSE.2022.3195862.
- [20] M.Ghobaei-Arani, “A cost-efficient IoT service placement approach using whale optimization algorithm in fog computing environment,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 200, 2022, doi: 10.1016/j.eswa.2022.117012.
- [21] G. K.Walia, “AI-Empowered Fog/Edge Resource Management for IoT Applications: A Comprehensive Review, Research Challenges, and Future Perspectives,” *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, vol. 26, no. 1, pp. 619–669, 2024, doi: 10.1109/COMST.2023.3338015.
- [22] A.Khalili, “Resource Management for Transmit Power Minimization in UAV-Assisted RIS HetNets Supported by Dual Connectivity,” *IEEE Trans. Wirel. Commun.*, vol. 21, no. 3, pp. 1806–1822, 2022, doi: 10.1109/TWC.2021.3107306.
- [23] K.Fu, “Adaptive Resource Efficient Microservice Deployment in Cloud-Edge Continuum,” *IEEE Trans. Parallel Distrib. Syst.*, vol. 33, no. 8, pp. 1825–1840, 2022, doi: 10.1109/TPDS.2021.3128037.
- [24] B.Gao, “An Online Framework for Joint Network Selection and Service Placement in Mobile Edge Computing,” *IEEE Trans. Mob. Comput.*, vol. 21, no. 11, pp. 3836–3851, 2022, doi: 10.1109/TMC.2021.3064847.
- [25] F.Cheng, “Cost-aware job scheduling for cloud instances using deep reinforcement learning,” *Cluster Comput.*, vol. 25, no. 1, pp. 619–631, 2022, doi: 10.1007/s10586-021-03436-8.
- [26] Y.Ye, “Resource Allocation in Backscatter-Assisted Wireless Powered MEC Networks With Limited MEC Computation Capacity,” *IEEE Trans. Wirel. Commun.*, vol. 21, no. 12, pp. 10678–10694, 2022, doi: 10.1109/TWC.2022.3185825.
- [27] Y. C.Hsu, “ABC-Norm Regularization for Fine-Grained and Long-Tailed Image Classification,” *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 32, pp. 3885–3896, 2023, doi: 10.1109/TIP.2023.3273455.
- [28] A. S.Manalu, I. M.Siregar, N. J.Panjaitan, and..., “Rancang Bangun Infrastruktur Cloud computing Dengan Openstack Pada Jaringan Lokal Menggunakan Virtualbox,” ... (*Teknik Inf. dan ...*, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.murnisadar.ac.id/index.php/Teknikom/article/view/335>
- [29] H.Alfiansyah and K. A.Solihin, “Keamanan Jaringan Menggunakan Teknik DMZ Dengan Sistem Operasi Linux Pada Dial Musik.” repo.palcomtech.ac.id, 2023. [Online]. Available: [http://repo.palcomtech.ac.id/id/eprint/1724/1/SKRIPSI_IF_2023_HUANITO ALFIANSYAH_KI_AGUS_SOLIHIN.pdf](http://repo.palcomtech.ac.id/id/eprint/1724/1/SKRIPSI_IF_2023_HUANITO_ALFIANSYAH_KI_AGUS_SOLIHIN.pdf)
- [30] F.Jurusan, S.Informasi, F.Sains, T.Uin, and S.Riau, “Rancang Bangun Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Pemilihan Sekolah Menengah Pertama (SMP) Menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP)(Studi,” *ejournal.uin-suska.ac.id*, vol. 9, no. 2, 2012, Accessed: Jun.05, 2022. [Online]. Available: <http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/sitekin/article/view/595>