EVALUASI PERFORMA *ONOS* DAN *ODL CONTROLLERS* DENGAN IMPLEMENTASI *INTRUSION DETECTION AND PREVENTION SYSTEM* (IDPS) PADA *SOFTWARE-DEFINED NETWORKS*

Oleh:

Lutfi Kiki Fuadi

22206051015

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

PROGRAM MAGISTER

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2025

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1891/Un.02/DST/PP.00.9/08/2025

Tugas Akhir dengan judul : EVALUASI PERFORMA SDN CONTROLLERS DENGAN IMPLEMENTASI INTRUSION DETECTION AND PREVENTION SYSTEM (IDPS) PADA SOFTWARE-DEFINED NETWORKS

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : LUTFI KIKI FUADI, S.Kom
Nomor Induk Mahasiswa : 22206051015
Telah diujikan pada : Sabtu, 16 Agustus 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

Ir. Muhammad Taufiq Nuruzzaman, S.T. M.Eng., Ph.D.
SIGNED

Valid ID: 68a781bbefae9

Penguji I

Dr. Ir. Bambang Sugiantoro, M.T., IPU., ASEAN Eng.
SIGNED

Valid ID: 68a46e33a75ac

Penguji II

Ir. Maria Ulfah Siregar, S.Kom., MIT., Ph.D.
SIGNED

Valid ID: 68a7347a03315

Yogyakarta, 16 Agustus 2025
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 68a7d09eeb2af

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lutfi Kiki Fuadi

NIM : 22206051015

Jenjang : Magister

Program Studi : Informatika

Menyatakan bahwa naskah tesis ini secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali pada bagian-bagian yag dirujuk sumbernya.

Yogyakarta, 13 Agustus 2025

Saya yang menyatakan,

Lutfi Kiki Fuadi

NIM: 22206051015

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lutfi Kiki Fuadi

NIM : 22206051015

Jenjang : Magister

Program Studi : Informatika

Menyatakan bahwa naskah tesis ini secara keseluruhan benar-benar bebas dari plagiasi. Jika di kemudian hari terbukti melakukan plagiasi, maka saya siap ditindak sesuai ketentuan hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 13 Agustus 2025

Saya yang menyatakan,

Lutfi Kiki Fuadi

NIM: 22206051015

NOTA DINAS PEMBIMBING

Yth,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga

Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr. Wb,

Setelah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi terhadap penulisan tesis yang berjudul:

EVALUASI PERFORMA *ONOS* DAN *ODL CONTROLLERS* DENGAN IMPLEMENTASI *INTRUSION DETECTION AND PREVENTION SYSTEM* (IDPS) PADA *SOFTWARE-DEFINED NETWORKS*

Yang ditulis oleh:

Nama	: Lutfi Kiki Fuadi
NIM	: 22206051015
Jenjang	: Magister
Program Studi	: Informatika

Saya berpendapat bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Program Studi Magister Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta untuk diujikan dalam rangka memperoleh gelar Magister Informatika.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 13 Agustus 2025

Pembimbing,

Ir. Muhammad Taufiq Nuruzzaman, S.T., M.Eng., Ph.D.

ABSTRAK

Dalam dekade terakhir, *Software-Defined Networking* (SDN) muncul di dunia jaringan komputer sebagai solusi dari keterbatasan jaringan tradisional. Arsitektur SDN memperkenalkan *controller* terpusat sebagai komponen baru dalam jaringan yang mampu mengelola dan memprogram jaringan secara efisien sekaligus mengurangi kompleksitas. Namun, SDN menghadapi kerentanan keamanan yang signifikan, terutama yang menargetkan *controller*. Serangan terhadap *controller* dapat membahayakan jaringan secara keseluruhan, sehingga masalah tersebut masih tebuka luas untuk diteliti lebih lanjut. Sementara itu, implementasi *Intrusion Detection System* (IDS) dan *Intrusion Prevention System* (IPS) mempengaruhi performa jaringan secara keseluruhan. Keberagaman *SDN controller* juga menimbulkan ambiguitas dalam menentukan *controller* yang tepat. Penelitian ini mengusulkan integrasi *Intrusion Detection and Prevention System* (IDPS) ke dalam SDN menggunakan dua *controllers* yang didukung secara luas, *Open Network Operating System* (ONOS) dan *Open DayLight* (ODL), serta membandingkan performa jaringan dan keamananya. Implementasi IDPS berhasil memitigasi serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) yang dapat diblokir dengan baik. Pengukuran *Quality of Service* (QoS) terhadap ONOS menunjukkan *througput* 24.46, *delay* 0,5 ms,*packet loss* 1,19%, dan *jitter* 0,0000024 ms. Pengukuran QoS terhadap ODL meunjukkan *througput* 36.71, *delay* 0.46 ms, *packet loss* 0.46%, dan *jitter* 0,0000017 ms.

Kata Kunci: *Controllers*, *DDoS Attacks, Intrusion Detection and Prevention System, Quality of Service, Software-Defined Networking*

ABSTRACT

In the past decade, Software-Defined Networking (SDN) has emerged as a promising solution to the limitations of traditional networks. SDN architecture introduces a centralized controller as a new network component capable of managing and programming the network efficiently while reducing complexity. However, SDN faces significant security vulnerabilities, particularly targeting the controller. Attacks on the controller can compromise the entire network, leaving this issue open for further investigation. Meanwhile, implementing Intrusion Detection Systems (IDS) and Intrusion Prevention Systems (IPS) can affect overall network performance. The diversity of SDN controllers also raises ambiguity in selecting the most appropriate solution. This research proposes integrating an Intrusion Detection and Prevention System (IDPS) into SDN using two widely supported controllers, Open Network Operating System (ONOS) and Open DayLight (ODL), and comparing their performance and security. The applied IDPS successfully mitigates Distributed Denial of Service (DDoS) attacks, effectively blocking malicious traffic. Quality of Service (QoS) measurements on ONOS show a throughput of 24.46 Mbps, a delay of 0.5 ms, a packet loss of 1.19%, and a jitter of 0,0000024 ms. QoS measurements on ODL indicate a throughput of 36.71 Mbps, a delay of 0.46 ms, a packet loss of 0.46%, and a jitter of 0,0000017 ms.

Keywords: *Controllers, DDoS Attacks, Intrusion Detection and Prevention System, Quality of Service, Software-Defined Networking*

MOTTO

الْعِلْمُ صَيْدٌ وَالْكِتَابَةُ قَيْدُهُ

"Ilmu adalah buruan, dan tulisan adalah ikatannya."

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulis persembahkan tesis ini untuk segenap keluarga dan kolega:

Persembahan karya tulis ini sebagai tanda hormat dan baktiku terutama untuk Ayahanda Yahya Putra dan Ibunda Juariah serta kedua Mertuaku Bapak Ahmad Hidayat dan Ibu N. Enok, berkat doa tirakat kalian akhirnya Allah takdirkan saya sampai pada titik ini.

Untuk Istriku tercinta Euis Latifah Nurazijah serta kedua anakku Malika dan Salsabila yang senantiasa membersamai, memotivasi dan mendoakan tiap jengkal langkah perjuangan yang saya lalui.

Untuk Sahabat seperjuanganku Ejah Said Mansur dan Pimpinan Ponpes al-Hikmah Mugarsari KH. Ricky Assegaf yang menjadi salah satu wasilah saya meraih Beasiswa PBSB Kementerian Agama RI.

Tidak lupa kepada Pak Asda Zunaedi selaku pimpinan tempat saya bekerja yang telah mengizinkan dan mendukung saya untuk menempuh jenjang studi lanjut ini.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya telah memberikan kita kesehatan dan kekuatan. Sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul "**EVALUASI PERFORMA *ONOS DAN ODL CONTROLLERS* DENGAN IMPLEMENTASI *INTRUSION AND DETECTION PREVENTION SYSTEM* (IDPS) PADA *SOFTWARE-DEFINED NETWORKS*".**

Penulis mengakui dalam penyusunan dan penyelesaian karya tulis ini tidak terlepas dari banyaknya pihak yang telah memberikan dukungan dan bimbingan. Oleh karen itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
2. Bapak Dr. Ir. Sumarsono, S.T., M.Kom., selaku Kaprodi Magister Informatika.
3. Bapak Ir. Muhammad Taufiq Nuruzzaman, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Dosen Penasehat Akademik sekaligus Pembimbing Tesis.
4. Bapak Dr. Ir. Bambang Sugiantoro, MIT., IPU., ASEAN Eng., selaku Penguji I.
5. Ibu Ir. Maria Ulfah Siregar, S.Kom., MIT., Ph.D., selaku Penguji II.

6. Bapak Prof. Dr. K.H. Abdul Mustaqim, S.Ag., M.Ag., dan Keluarga Besar Pondok Pesantren Mahasiswa Lingkar Studi al-Quran (LSQ) ar-Rohmah.
7. Kawan-kawan Magister Informatika Angkatan 2022, terkhusus kawan-kawan PBSB 2022.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh dosen Program Studi Magister Informatika yang telah memberikan banyak ilmu dan wawasan bermanfaat selama masa perkuliahan. Penulis juga ingin memanfaatkan kesempatan ini untuk mengucapkan terimakasih kepada kepada keluarga, terutama orang tua, mertua dan istri yang telah medoakan serta anak-anak yang menambah motivasi penulis sehingga dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.

Tidak dipungkiri bahwa karya tulis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif untuk perbaikan kedepan. Semoga Allah senantiasa meridhoi kita, aamiin. Akhir kata, semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi semua orang dan dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 13 Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Software-Defined Networking (SDN) dapat dikatakan sebagai kemajuan paling penting dan menarik dalam perkembangan jaringan komputer modern dalam beberapa dekade ini (Kurose and Ross, 2021). SDN merupakan sebuah paradigma baru yang mengubah konsep arsitektur jaringan sehingga memungkinkan administrator untuk menyediakan jaringan dengan cepat dan mengurangi kompleksitas dalam konfigurasi (Afif et al., 2018). Paradigma tersebut mengharuskan suatu *controller* sebagai komponen baru di dalam jaringan. *Controller* ini memiliki kekuatan besar untuk mengelola dan memprogram jaringan (Masoud et al., 2015). Administrator dapat mengatur lalu lintas melalui *console* terpusat pada *controller*, sehingga tidak perlu mengkonfigurasi perangkat jaringan satu per satu. Konsep utama teknologi SDN yaitu untuk mendesain, membangun dan mengelola jaringan komputer secara terpusat dengan memisahkan *data plane* dan *control plane* pada *network layer* (Mulyana, 2015).

Controller merupakan komponen penting dalam arsitektur SDN sehingga memungkinkan untuk menerapkan beberapa konsep seperti *advance security*, *monitoring*, dan *high availability* (Kaur et al., 2016) (Hanifa and Kartadie, 2018). Pemilihan jenis *controller* yang tepat dapat berpengaruh terhadap performa jaringan SDN (Sari et al., 2019) yang efisien untuk mengontrol *bandwidth*,

mengurangi *packet loss* dan *delay* untuk berbagai jenis layanan (Mon and Mon, 2018). Sebagai pusat pengontrol jaringan, *controller* juga bertanggung jawab terhadap lalu lintas komunikasi data sehingga isu ancaman keamanan menjadi suatu hal yang penting untuk diperhatikan. Salah satunya adalah *Denial of Service* (DoS) yang berakibat fatal apabila *attacker* berhasil melumpuhkan *controller* (Afif et al., 2018).

Kerentanan *controller* terhadap serangan *Denial of Service* (DoS) atau *Distributed Denial of Service* (DDoS) adalah isu yang masih terbuka luas untuk diteliti lebih lanjut. Dampak serangan DDoS mengakibatkan penggunaan CPU dan *memory* meningkat secara signifikan dan arus data legal jaringan terganggu karena sibuk melakukan pemrosesan data palsu yang dikirimkan oleh *attacker* (Tri Mahesi et al., 2018). Peningkatan keamanan dengan mengimplementasikan *Network Intrusion Detection System* (NIDS) diperlukan pada jaringan SDN (Sultana et al., 2019). Karena, serangan terhadap *controller* berbahaya terhadap jaringan secara keseluruhan (Ahmad and Mir, 2021).

Centralized controller seperti *NOX*, *Maestro, Floodlight, MUL*, *POX*, *Trema, Beacon, Ryu, IRIS*, *Rosemary* dan *ParaFlow* menghadapi masalah skalabilitas, keandalan, dan keamanan karena kontrol jaringan terpusat pada satu titik. *Centralized controller* diterapkan di perusahaan kecil, jaringan kampus, jaringan khusus domain di pusat data skala kecil, dan jaringan *edge*. Dalam beberapa tahun terakhir, SDN *controller* yang terdistribusi secara fisik telah mendapat banyak perhatian dari komunitas penelitian dan sejumlah *distributed controller* telah diusulkan diantaranya

ODL, ONOS, DISCO, *Hydra, Expresso,* dan lainnya (Ahmad and Mir, 2021).

ODL dan ONOS merupakan *controller* modern yang secara logis terpusat namun secara fisik terdistribusi yang menyediakan skalabilitas layanan dan ketersediaan tinggi. Dibandingkan *controller* lain, ODL dan ONOS termasuk *open-source* yang dikembangkan dengan kemitraan dengan *Linux Foundation* dan mendapat dukungan yang cukup besar dari dunia industri (Kurose and Ross, 2021) (Fuadi, 2021).

Berdasarkan uraian yang telah dijabarkan di atas, maka fokus dari penelitian ini adalah "Evaluasi Performa *ONOS* dan *ODL Controllers* dengan Implementasi *Intrusion Detection and Prevention System* (IDPS) pada *Software-Defined Networks* (SDN)". Penelitian ini berfokus pada perbandingan *Quality of Service* (QoS) dengan penerapan sistem keamanan jaringan terhadap serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) pada arsitektur SDN dengan *controller* yang diujikan yaitu *ODL* dan *ONOS*.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perbandingan performa *SDN controllers* yang diimplementasikan pada arsitektur jaringan *Software-Defined Networks* (SDN)?

2. Bagaimana kinerja sistem keamanan *Intrusion Detection and Prevention System* (IDPS) pada arsitektur jaringan *Software-Defined Networks* (SDN)?

C. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbandingan performa dan kinerja *ONOS* dan *ODL controllers* dengan penerapan sistem keamanan *Intrusion Detection and Prevention System* (IDPS) pada arsitektur jaringan *Software-Defined Networks* (SDN).

D. BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan dalam *Virtual Machine Oracle VirtualBox.*
2. Simulasi arsitektur SDN menggunakan emulator *Mininet* pada OS *Linux Ubuntu.*
3. *SDN controllers* yang diujikan yaitu *Open Network Operating System* (ONOS) dan *Open DayLight* (ODL).
4. Simulasi trafik jaringan SDN menggunakan *Iperf* dalam emulator *Mininet*.
5. Pengujian dilakukan pada protokol TCP.
6. Pengujian *Quality of Service* (QoS) menggunkan *Wireshark* dengan parameter QoS yang diukur yaitu *throughput, delay, packet loss*.

7. Sistem keamanan *Intrusion Detection and Prevention System* (IDPS) menggunakan *Snort*.
8. Simulasi serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) dengan *Hping3*.

E. MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi pengembang jaringan komputer, dapat menentukan *controller* dengan performa terbaik untuk diterapkan pada jaringan SDN sesungguhnya (*real)* yang memungkinkan penglolaan jaringan secara terpusat namun tetap aman.
2. Bagi peneliti jaringan komputer, penerapan sistem keamanan IDPS dalam arsitektur SDN dapat dijadikan rujukan dalam mengantisipasi ancaman serangan terhadap jaringan khususnya *DDoS attack.*

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian eksperimental untuk mengevaluasi dan membandingkan performa *ONOS controller* dan *ODL controller* dengan implementasi *Intrusion Detection Prevention System* (IDPS) pada *Software-Defined Networks* (SDN), dapat disimpulkan yaitu:

1. Implementasi IDPS pada jaringan SDN kedua *controller* baik ONOS maupun ODL efektif dapat meningkatkan ketahanan terhadap serangan DDoS yang disimulasikan.
2. Hasil pengukuran *throughput* pada *ONOS Controller* sebesar 24.46 Mbps, sedangkan pada *ODL Controller* sebesar 36,71 Mbps.
3. Hasil pengukuran *packet loss* pada *ONOS Controller* sebesar 1,19%, sedangkan pada *ODL Controller* sebesar 0,46%.
4. Hasil pengukuran *delay* pada *ONOS Controller* sebesar 0,50 ms, sedangkan pada *ODL Controller* sebesar 0,46 ms.
5. Hasil pengukuran *jitter* pada *ONOS Controller* sebesar 0,0000024 ms, sedangkan pada *ODL Controller* sebesar 0,0000017 ms.
6. Secara umum hasil *Quality of Service* (QoS) kedua *controllers* sangat bagus. Namun, ODL menunjukkan QoS yang relatif lebih baik dibandingkan ONOS. Selain itu, implementasi IDPS secara efektif dapat mengatasi serangan DDoS dengan baik.

B. SARAN

Keamanan jaringan mencakup area penelitian yang luas dan masih terbuka untuk penelitian lebih lanjut khususnya dalam *Software-Defined Networking* (SDN) yang merupakan arsitektur jaringan baru yang modern. Penelitian mendatang diharapkan dapat melakukan pengujian ketahanan jaringan dengan kombinasi dan beban serangan lebih banyak serta variasi topologi yang berbeda. Sehingga, keamanan jaringan SDN semakin baik untuk dapat diterapkan pada jaringan sesungguhnya.

DAFTAR PUSTAKA

Afif, S.R., Sukarno, P. and Nugroho, M.A. (2018), "Analisis Perbandingan Algoritma Naive Bayes dan Decision Tree untuk Deteksi Serangan Denial of Service (DoS) pada Arsitektur Software Defined Network (SDN)", *E-Proceeding of Engineering*, Vol. 5 No. 3.

Arsin, F., Yamin, M., Surimi, L., Teknik Informatika, J., Teknik, F. and Halu Oleo, U. (2017), "IMPLEMENTASI SECURITY SYSTEM MENGGUNAKAN METODE IDPS (INTRUSION DETECTION AND PREVENTION SYSTEM) DENGAN LAYANAN REALTIME NOTIFICATION", *SemanTIK*, Vol. 3 No. 2.

Badotra, S. and Panda, S.N. (2020), "Experimental comparison and evaluation of various OpenFlow software defined networking controllers", *International Journal of Applied Science and Engineering*, Vol. 17 No. 4, doi: 10.6703/IJASE.202012_17(4).317.

ETSI. (1999), "Tr 101 329 V2.1.1 (1999-06)", *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)*, Vol. 1, pp. 1–37.

Fuadi, L.K. (2021), "Analisis Performa Segment Routing dan Reactive Routing pada Software-defined Networking", *Innovation in Research of Informatics (INNOVATICS)*, Vol. 3 No. 2, doi: 10.37058/innovatics.v3i2.4354.

Girdler, T. and Vassilakis, V.G. (2021), "Implementing an intrusion detection and prevention system using Software-Defined Networking: Defending against ARP spoofing attacks and Blacklisted MAC Addresses", *Computers and Electrical Engineering*, Vol. 90, doi: 10.1016/j.compeleceng.2021.106990.

Hanifa, S.L. and Kartadie, R. (2018), "UJI PERFORMA KONTROLER SOFTWARE-DEFINE NETWORK FLOODLIGHT vs ONOS", *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, Vol. 3 No. 2, doi: 10.29100/jipi.v3i2.688.

Kaur, S., Kaur, K. and Gupta, V. (2016), "Implementing Static Router based on Software Defined Networking", *2016 International Conference on Computational Techniques in Information and Communication Technologies, ICCTICT 2016 - Proceedings*, doi: 10.1109/ICCTICT.2016.7514607.

Kreutz, D., Ramos, F.M.V., Verissimo, P.E., Rothenberg, C.E., Azodolmolky, S. and Uhlig, S. (2015), "Software-defined networking: A comprehensive survey", *Proceedings of the IEEE*, Vol. 103 No. 1, doi: 10.1109/JPROC.2014.2371999.

Kurose, J. and Ross, K. (2021), *Computer Networking: A Top-down Approach, Global Edition*, *Pearson Education*.

Masoud, M.Z., Jaradat, Y. and Jannoud, I. (2015), "On preventing ARP poisoning attack utilizing Software Defined Network (SDN) paradigm", *2015 IEEE Jordan Conference on Applied Electrical Engineering and Computing Technologies, AEECT 2015*, doi: 10.1109/AEECT.2015.7360549.

Mon, O.M. and Mon, M.T. (2018), "Quality of Service Sensitive Routing for Software Defined Network Using Segment Routing", *ISCIT 2018 - 18th International Symposium on Communication and Information Technology*, doi: 10.1109/ISCIT.2018.8587944.

Mulyana, E. (2015), *BUKU Komunitas SDN-RG*, *GitBook*.

Nugroho, M.A. and Suwastika, N.A. (2018), "Perancangan Intrusion Prevention System pada Jaringan Software Defined Networks", *JUMANJI (Jurnal Masyarakat Informatika Unjani)*, Vol. 2 No. 1, doi: 10.26874/jumanji.v2i1.17.

ONF. (2023), "Open Networking Foundation", *Https://Opennetworking.Org/Software-Defined-Standards/Specifications/*.

ONOS. (2023), "Open Network Operating System", *Https://Opennetworking.Org/Onos/*.

ODL. (2023), "OpenDaylight", *Https://Www.Opendaylight.Org/Platform-Overview*.

Putri, V.U., Cahyono, E.B. and Azhar, Y. (2020), "Deteksi Botnet Pada Passive DNS Dengan Menggunakan Metode K Nearest

Neighbor", *Jurnal Repositor*, Vol. 2 No. 12, doi: 10.22219/repositor.v2i12.450.

Sari, S.R., Munadi, R. and Sanjoyo, D.D. (2019), "Analisis Performansi Segment Routing Pada Software Defined Network Menggunakan Kontroler Onos", *EProceedings of Engineering*, Vol. 6 No. 2.

Satasiya, D. and Raviya Rupal, D. (2016), "Analysis of Software Defined Network firewall (SDF)", *Proceedings of the 2016 IEEE International Conference on Wireless Communications, Signal Processing and Networking, WiSPNET 2016*, doi: 10.1109/WiSPNET.2016.7566125.

Sultana, N., Chilamkurti, N., Peng, W. and Alhadad, R. (2019), "Survey on SDN based network intrusion detection system using machine learning approaches", *Peer-to-Peer Networking and Applications*, Springer New York LLC, Vol. 12 No. 2, pp. 493–501, doi: 10.1007/s12083-017-0630-0.

Tri Mahesi, P., Dwi Setiawan Sumadi, F. and Syaifuddin. (2018), "ANALISIS DAMPAK SERANGAN DISTRIBUTED DENIAL OF SERVICE PADA JARINGAN OPENFLOW", *Seminar Nasional Teknologi Dan Rekayasa (SENTRA)* .

Ummah, I. (2016), "Perancangan Simulasi Jaringan Virtual Berbasis Software-Define Networking", *Indonesian Journal on Computing (Indo-JC)*, Vol. 1 No. 1, doi: 10.21108/indojc.2016.1.1.20.