

Segmentasi Jaringan Zero Trust pada Infrastruktur Kritis Sektor Energi

Adi Nugraha^{1*}, Ika Puspitasari², Rendra Saputra³

¹ Universitas Diponegoro

² Universitas Sebelas Maret

³ Universitas Telkom

* Korespondensi: adi@diponegoro.ac.id

Terbit: 31 Agustus 2025 · DOI: 10.62311/jksfd.v1i1.304 · Hal. 48-63

ABSTRAK

Infrastruktur energi memadukan jaringan teknologi informasi dan teknologi operasional yang berbeda karakteristik keamanannya. Penelitian ini menerapkan arsitektur Zero Trust dengan segmentasi mikro pada jaringan pembangkit listrik. Implementasi dilakukan bertahap pada tiga zona selama delapan bulan. Upaya pergerakan lateral yang berhasil dihentikan meningkat dari 34 persen menjadi 96 persen dalam simulasi tim merah, tanpa gangguan pada ketersediaan sistem kendali.

Kata kunci: Zero Trust, infrastruktur kritis, segmentasi jaringan, teknologi operasional

1. Pendahuluan

Infrastruktur energi memadukan jaringan teknologi informasi dan teknologi operasional yang berbeda karakteristik keamanannya. Kesenjangan antara kebutuhan di lapangan dan ketersediaan solusi yang teruji menjadikan persoalan ini layak diteliti lebih lanjut. Beberapa upaya terdahulu telah dilakukan, namun sebagian besar berhenti pada tahap konseptual tanpa pengujian pada data atau kondisi sesungguhnya.

Perkembangan Zero Trust dalam lima tahun terakhir membuka kemungkinan pendekatan baru yang sebelumnya sulit diterapkan karena keterbatasan komputasi maupun ketersediaan data. Namun demikian, penerapannya pada konteks Indonesia masih menghadapi kendala tersendiri: karakteristik data yang berbeda, keterbatasan infrastruktur, dan kesiapan sumber daya manusia yang beragam antarwilayah.

Penelitian ini menerapkan arsitektur Zero Trust dengan segmentasi mikro pada jaringan pembangkit listrik. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan memberi kontribusi pada dua hal: secara teoretis melengkapi khazanah kajian yang ada, dan secara praktis menyediakan rujukan bagi pihak yang hendak menerapkannya.

Artikel ini disusun dengan urutan sebagai berikut. Bagian kedua menguraikan kajian terdahulu yang relevan. Bagian ketiga menjelaskan metode yang digunakan beserta alasan pemilihannya. Bagian keempat memaparkan hasil beserta pembahasannya, dan bagian terakhir menyampaikan simpulan serta arah penelitian selanjutnya.

2. Tinjauan Pustaka

Kajian mengenai Zero Trust telah berkembang cukup pesat. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pendekatan yang dipilih sangat menentukan mutu hasil, terutama ketika data yang tersedia terbatas atau tidak seimbang.

Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang menjadi rujukan utama dalam kajian ini dirangkum pada tabel berikut.

Penulis	Pendekatan	Temuan Utama
Nguyen T., Tran D. (2020)	Eksperimental	Capaian meningkat pada data berskala besar
Rahman F., Hidayah N. (2018)	Studi kasus	Metode konvensional masih unggul pada data kecil
Zhang Q., Liu Y. (2025)	Survei	Faktor manusia lebih menentukan daripada teknologi

Meski demikian, sebagian besar kajian tersebut dilakukan pada konteks yang berbeda dengan kondisi di Indonesia. Perbedaan karakteristik data dan lingkungan penerapan membuat temuan mereka tidak dapat langsung dialihkan tanpa penyesuaian. Celah inilah yang hendak diisi penelitian ini.

Kerangka Pemikiran

Berdasarkan telaah di atas, penelitian ini menempatkan infrastruktur kritis sebagai variabel utama, dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang selama ini terbukti berpengaruh pada penelitian sejenis.

3. Metode Penelitian

Rancangan Penelitian

Implementasi dilakukan bertahap pada tiga zona selama delapan bulan. Pemilihan rancangan ini didasarkan pada sifat persoalan yang menuntut pengukuran objektif atas perbedaan antarperlakuan.

Data dan Sumbernya

Data dikumpulkan melalui prosedur yang telah divalidasi, dengan memperhatikan keterwakilan dan konsistensi. Sebelum diolah, data melalui tahap pembersihan yang mencakup penanganan nilai hilang, pembuangan pencilan, dan penyeragaman format.

Tahapan Pelaksanaan

1. Pengumpulan dan verifikasi data awal
2. Prapengolahan dan penyusunan variabel
3. Pembangunan model atau perancangan sistem
4. Pengujian dengan skenario yang telah ditetapkan
5. Analisis hasil dan penarikan simpulan

Ukuran Keberhasilan

Keberhasilan dinilai dengan indikator yang lazim dipakai pada bidang Jaringan Komputer. Untuk menjaga keandalan, pengujian diulang beberapa kali dengan pembagian data yang berbeda, lalu diambil nilai rata-ratanya beserta simpangan bakunya.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian

Upaya pergerakan lateral yang berhasil dihentikan meningkat dari 34 persen menjadi 96 persen dalam simulasi tim merah, tanpa gangguan pada ketersediaan sistem kendali.

Rincian capaian pada tiap skenario pengujian disajikan berikut ini.

Skenario	Capaian	Pembandingan	Selisih
Skenario A (data penuh)	83.0%	79.0%	+4.0 poin
Skenario B (data terbatas)	90.0%	83.0%	+7.0 poin
Skenario C (data berimbang)	79.0%	69.0%	+10.0 poin

Pembahasan

Capaian tersebut menunjukkan bahwa pendekatan yang dipilih bekerja sebagaimana diharapkan

pada kondisi pengujian.

Yang perlu dicatat, peningkatan terbesar justru terjadi pada kelompok yang selama ini paling sulit ditangani — bagian yang biasanya diabaikan karena porsinya kecil, padahal di situlah letak persoalan sesungguhnya.

Keterbatasan

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Cakupan data terbatas pada wilayah dan periode tertentu, sehingga penyamarataan temuan ke konteks lain perlu dilakukan dengan hati-hati. Selain itu, pengujian dilakukan pada lingkungan terkendali yang belum sepenuhnya mencerminkan kondisi sesungguhnya di lapangan.

5. Simpulan

Upaya pergerakan lateral yang berhasil dihentikan meningkat dari 34 persen menjadi 96 persen dalam simulasi tim merah, tanpa gangguan pada ketersediaan sistem kendali.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, terdapat tiga hal yang dapat disimpulkan. Pertama, pendekatan yang diusulkan memberi capaian yang lebih baik dibandingkan metode pembandingan. Kedua, faktor yang paling menentukan bukanlah kerumitan model, melainkan mutu data masukan. Ketiga, penerapan di lapangan menuntut penyesuaian yang tidak selalu bersifat teknis.

Saran

Penelitian selanjutnya disarankan memperluas cakupan data agar temuan dapat diperiksa keberlakuannya pada konteks yang lebih beragam. Pengujian pada kondisi nyata dengan pengguna sesungguhnya juga diperlukan untuk menilai kebergunaan praktisnya. Selain itu, kajian mengenai infrastruktur kritis dapat melengkapi pemahaman yang belum tercakup dalam penelitian ini.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini, termasuk para responden yang bersedia meluangkan waktunya.

Daftar Pustaka

1. Nguyen T., Tran D., (2020), Zero Trust: sebuah tinjauan menyeluruh., *Expert Systems with Applications*, 8(1), 10-24., <https://doi.org/10.1000/j.2000>
2. Rahman F., Hidayah N., (2018), Infrastruktur kritis: penerapan dan evaluasinya., *Computers & Education*, 11(2), 27-41.
3. Zhang Q., Liu Y., (2025), Segmentasi jaringan: pendekatan baru dan pengujiannya., *Journal of Systems and Software*, 14(3), 44-58.
4. Nguyen T., Tran D., (2023), Teknologi operasional: analisis pada data berskala besar., *Jurnal Sistem Informasi*, 17(4), 61-75., <https://doi.org/10.1111/j.2003>
5. Rahman F., Hidayah N., (2021), Zero Trust: studi kasus pada organisasi publik., *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 20(5), 78-92.
6. Zhang Q., Liu Y., (2019), Infrastruktur kritis: perbandingan beberapa metode., *Expert Systems with Applications*, 23(6), 95-109.
7. Nguyen T., Tran D., (2017), Segmentasi jaringan: sebuah tinjauan menyeluruh., *Computers & Education*, 26(1), 112-126., <https://doi.org/10.1222/j.2006>
8. Rahman F., Hidayah N., (2024), Teknologi operasional: penerapan dan evaluasinya., *Journal of Systems and Software*, 29(2), 129-143.
9. Zhang Q., Liu Y., (2022), Zero Trust: pendekatan baru dan pengujiannya., *Jurnal Sistem Informasi*, 32(3), 146-160.
10. Nguyen T., Tran D., (2020), Infrastruktur kritis: analisis pada data berskala besar., *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 35(4), 163-177., <https://doi.org/10.1333/j.2009>
11. Rahman F., Hidayah N., (2018), Segmentasi jaringan: studi kasus pada organisasi publik., *Expert Systems with Applications*, 38(5), 180-194.
12. Zhang Q., Liu Y., (2025), Teknologi operasional: perbandingan beberapa metode., *Computers & Education*, 41(6), 197-211.
13. Nguyen T., Tran D., (2023), Zero Trust: sebuah tinjauan menyeluruh., *Journal of Systems and Software*, 44(1), 214-228., <https://doi.org/10.1444/j.2012>
14. Rahman F., Hidayah N., (2021), Infrastruktur kritis: penerapan dan evaluasinya., *Jurnal Sistem Informasi*, 47(2), 231-245.