

Jurnal JTik (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)

DOI: <https://doi.org/10.35870/jtik.v10i3.6549>

Desain Topologi Jaringan (FTTR) Berbasis (GPON) dengan Pendekatan Algoritma Dijkstra di SMK NU Ma'arif Kudus

Rizky Alhusani Gifari ^{1*}, Nur Aeni Widiastuti ², Gentur Wahyu Nyipto Wibowo ³

^{1*,2,3} Teknik Informatika, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara, Kabupaten Jepara, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia.

article info

Article history:

Received 20 December 2025

Received in revised form

20 January 2026

Accepted 1 February 2026

Available online July 2026.

Keywords:

Dijkstra's Algorithm; Weighted

Graph; Fiber Optic Network;

Topology Design Route

Efficiency.

Kata Kunci:

Algoritma Dijkstra; Graf

Berbobot; Jaringan Serat

Optik; Desain Topologi

Efisiensi Rute.

abstract

The need for reliable internet connectivity in educational environments is crucial, but is often hampered by inefficient network infrastructure. This study aims to design an optimal Fiber To The Room (FTTR) network topology design based on Gigabit Passive Optical Network (GPON) at SMK NU Ma'arif Kudus, focusing on the efficiency of fiber optic cable installation routes. The research method used is engineering design with a quantitative approach, where the school architectural plan is modeled into a weighted graph. Route optimization is carried out by implementing the Dijkstra Algorithm to find the shortest path from the center node (ODC) to all node termination points (ODP). While node I (ODC) is designated as the starting node because it functions as the network distribution center. The calculation process is carried out by determining the minimum distance from the starting node to all destination nodes (ODP). The calculation results show that the shortest path is divided into two main routes, namely I to C to B to A to D to E and I to F to G to H. The selection of this node is proven to be able to produce a more efficient total distance compared to direct paths in several network segments. Based on these results, it can be concluded that Dijkstra's algorithm is effective in fiber optic network planning because it can optimally determine the path with the minimum distance. The application of this method is expected to assist in decision-making regarding fiber optic network infrastructure planning, making it more efficient and applicable for implementation in school environments.

abstrak

Kebutuhan akan konektivitas internet yang andal di lingkungan pendidikan sangat penting, tetapi seringkali terhambat oleh infrastruktur jaringan yang tidak efisien. Studi ini bertujuan untuk merancang topologi jaringan Fiber To The Room (FTTR) yang optimal berdasarkan Gigabit Passive Optical Network (GPON) di SMK NU Ma'arif Kudus, dengan fokus pada efisiensi jalur instalasi kabel fiber optik. Metode penelitian yang digunakan adalah desain rekayasa dengan pendekatan kuantitatif, di mana rencana arsitektur sekolah dimodelkan menjadi grafik berbobot. Optimasi jalur dilakukan dengan menerapkan Algoritma Dijkstra untuk menemukan jalur terpendek dari node pusat (ODC) ke semua titik terminasi node (ODP). Sedangkan node I (ODC) ditetapkan sebagai node awal karena berfungsi sebagai pusat distribusi jaringan. Proses perhitungan dilakukan dengan menentukan jarak minimum dari node awal ke semua node tujuan (ODP). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jalur terpendek terbagi menjadi dua rute utama, yaitu I ke C ke B ke A ke D ke E dan I ke F ke G ke H. Pemilihan node ini terbukti mampu menghasilkan jarak total yang lebih efisien dibandingkan jalur langsung di beberapa segmen jaringan. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa algoritma Dijkstra efektif dalam perencanaan jaringan fiber optik karena dapat secara optimal menentukan jalur dengan jarak minimum. Penerapan metode ini diharapkan dapat membantu pengambilan keputusan terkait perencanaan infrastruktur jaringan fiber optik, menjadikannya lebih efisien dan dapat diterapkan di lingkungan sekolah.

Corresponding Author. Email: 221240001300@unisnu.ac.id ^{1}.



Copyright 2026 by the authors of this article. Published by Lembaga Otonom Lembaga Informasi dan Riset Indonesia (KITA INFO dan RISET). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

1. Pendahuluan

Transformasi infrastruktur digital saat ini mendominasi berbagai sektor, khususnya pada aspek stabilitas layanan internet. Setiap pengguna menuntut ketersediaan *bandwidth* yang konsisten agar pertukaran data berlangsung secara optimal; fenomena yang mengonfirmasi bahwa kemajuan teknologi telekomunikasi merupakan sebuah keniscayaan menurut (Suwandi dkk., 2023). Masyarakat memerlukan efisiensi dalam aktivitas harian—baik komunikasi berbasis teks, video, maupun suara—sehingga kualitas pengiriman data yang cepat menjadi standar utama. Dinamika tersebut mendorong penyedia layanan untuk memprioritaskan pembaruan desain serta inovasi jaringan guna memenuhi ekspektasi pengguna (Nasution & Aziz, 2022). Guna mengimbangi peningkatan populasi pengguna, jaringan serat optik digunakan sebagai media transmisi utama menggantikan tembaga. Peralihan ini bertujuan menjamin kecepatan transfer data yang tinggi bagi pelanggan (Hidayat dkk., 2021). Salah satu langkah teknis yang diambil adalah mengimplementasikan teknologi *Fiber To The Room* (FTTR). Sebagai evolusi dari *Fiber To The Home* (FTTH), FTTR dirancang agar konektivitas optik menjangkau setiap unit dalam gedung.

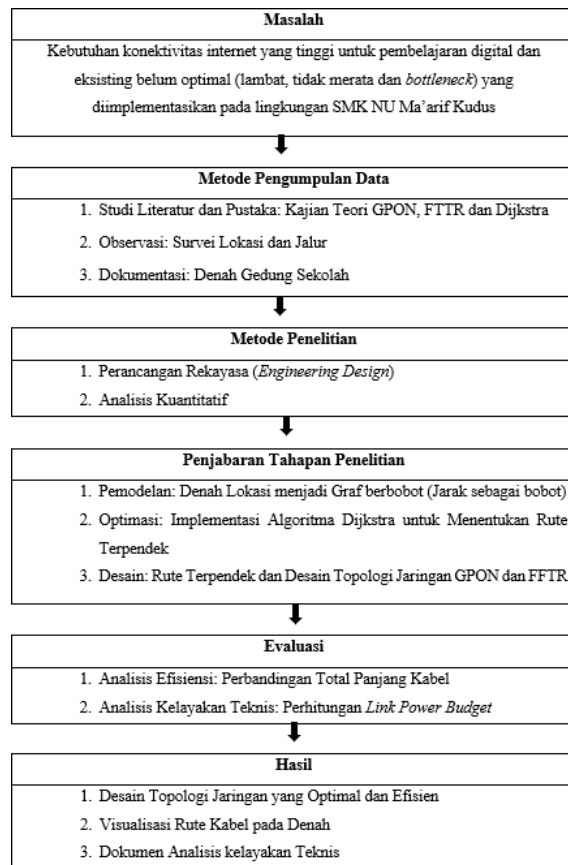
Teknologi tersebut mampu menyediakan kapasitas *bandwidth* hingga 40 kali lebih besar dengan penggunaan ruang yang jauh lebih efisien dibandingkan kabel tembaga, sehingga serat optik menjadi pilihan superior dalam hal kecepatan transmisi (Pratama, 2022). Namun, implementasi FTTR memerlukan arsitektur pendukung yang mengubah media transmisi dari tembaga ke optik secara menyeluruh. Dengan laju bit 1.244 Gbit/s pada jalur *upstream* dan 2.44 Gbit/s pada *downstream*, *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) yang merupakan pengembangan dari *Passive Optical Network* (PON) memungkinkan perangkat *splitter* mendistribusikan informasi dari pusat ke pelanggan secara efektif (Sutrisno, 2020). Keunggulan sistem GPON terletak pada kemampuannya mendukung layanan *triple play* melalui satu inti (*core*) serat optik. Desain jaringan yang terukur memegang peranan vital dalam mengatasi hambatan distribusi serta menjamin kualitas layanan internet. Serat optik memiliki kemampuan

mentransmisikan data jarak jauh hingga ratusan kilometer dengan redaman minimal, menjadikannya opsi yang jauh lebih unggul dibandingkan media komunikasi lainnya (Saputra, 2021). Di era sekarang, integrasi Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) tidak lagi terbatas pada aspek manajerial, melainkan telah menjadi bagian inti dari proses pembelajaran di dunia pendidikan (Wahyudi dkk., 2022). Salah satu institusi yang menghadapi urgensi kebutuhan infrastruktur TIK adalah SMK NU Ma'arif Kudus. Peningkatan penggunaan teknologi dalam kurikulum, seperti operasional laboratorium dan ujian berbasis komputer, menuntut perbaikan jaringan yang mendesak. Tanpa penanganan segera, hambatan teknis berisiko mengganggu proses edukasi serta kredibilitas sekolah. Oleh karena itu, perancangan ulang infrastruktur jaringan di lingkungan SMK NU Ma'arif Kudus menjadi prioritas. Berdasarkan teori dari (Dijkstra, 1959), Algoritma Dijkstra merupakan metode yang digunakan untuk menentukan lintasan terpendek antar titik secara akurat dalam skala besar. Logika algoritma tersebut dapat diterapkan untuk optimasi rute kabel serat optik di sekolah guna meminimalkan panjang kabel serta biaya instalasi. Pendekatan ini dipilih karena efisiensinya dalam menemukan jalur distribusi yang paling presisi berdasarkan parameter jarak. Melalui penerapan algoritma Dijkstra sebagai kerangka berpikir baru, diharapkan tercipta infrastruktur jaringan yang andal dan berkecepatan tinggi guna mendukung aktivitas administrasi dan pendidikan secara optimal.

2. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini menguraikan proses inti yang sistematis, dimulai dengan pengumpulan data komprehensif melalui studi literatur, observasi langsung dan dokumentasi (denah gedung sekolah). Pada metode ini menerapkan perancangan rekayasa (*engineering design*) dengan menerapkan pemodelan denah lokasi menjadi graf berbobot kemudian dilakukan optimasi dengan menggunakan algoritma dijkstra sebagai penentu rute terpendek dan desain topologi jaringan GPON dan FTTR. Selanjutnya dengan model evaluasi secara analisis efisiensi perbandingan total panjang kabel dan analisis kelayakan teknik tentang perhitungan *link power budget*. Maka tujuan hasil akhir adalah mendesain topologi jaringan yang optimal dan efisien dan visualisasi rute

kabel terpendek dengan menggunakan algoritma dijkstra yang optimal. Gambar 1 menunjukkan gambaran umum alur proses penelitian.



Gambar 1. Kerangka Berpikir

1) Jaringan Komputer

Infrastruktur jaringan mencakup integrasi berbagai perangkat seperti server, unit seluler, dan perangkat *Internet of Things* (IoT) yang saling terhubung untuk memfasilitasi pertukaran data (Tanenbaum & Wetherall, 2021). Secara teknis, sistem ini dirancang untuk memastikan komunikasi antarperangkat berjalan stabil melalui skema telekomunikasi yang terstandarisasi.

2) Metodologi Topologi Jaringan

Topologi merupakan representasi fisik atau logis dari interaksi antarnode dalam sebuah sistem komputasi. Penentuan susunan perangkat menentukan efektivitas berbagi data dan sumber daya, baik melalui media kabel maupun nirkabel (Stallings, 2022). Implementasi pada jaringan lokal (*Local Area Network*) umumnya merujuk pada beberapa klasifikasi struktural:

- Topologi Bus: Menggunakan jalur tunggal sebagai tulang punggung (*backbone*) komunikasi antarperangkat.
- Topologi Ring: Menghubungkan node dalam jalur melingkar tertutup.
- Topologi Star: Seluruh perangkat terhubung pada satu titik pusat kendali seperti *switch* atau *hub*.
- Topologi Tree: Struktur hierarkis yang mengintegrasikan beberapa topologi *star* ke dalam satu jaringan yang lebih luas.
- Topologi Mesh: Setiap node memiliki koneksi langsung ke node lainnya, menjamin redundansi data yang tinggi.

3) Infrastruktur Serat Optik

Media ini menggunakan serat kaca atau plastik halus untuk mentransmisikan sinyal cahaya. Serat optik menjadi standar utama dalam komunikasi data modern karena memiliki kapasitas *bandwidth* yang besar serta karakteristik redaman yang rendah dibandingkan media tembaga (Keiser, 2020).

4) Arsitektur Fiber To The X (FTTX)

Konsep FTTX menentukan titik terminasi serat optik relatif terhadap posisi pengguna. Teknologi FTTR (*Fiber To The Room*) merupakan pengembangan lebih lanjut yang membawa jalur optik hingga ke dalam ruangan atau unit gedung guna mengeliminasi hambatan kecepatan (*bottleneck*) yang sering ditemukan pada jaringan internal konvensional (Zheng dkk., 2022).

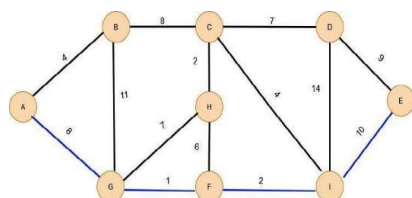
5) Gigabit Passive Optical Network (GPON)

GPON menyediakan akses *broadband* dengan kecepatan *upstream* 1.244 Gbps dan *downstream* 2.488 Gbps. Teknologi ini menggunakan mekanisme *multiplexing* berbasis *Time Division Multiple Access* (TDMA) untuk efisiensi distribusi data. Komponen utama dalam ekosistem ini meliputi *Optical Line Terminal* (OLT), *Optical Distribution Cabinet* (ODC), dan *Optical Network Terminal* (ONT) yang menjamin distribusi sinyal berkualitas tinggi (Kramer, 2021).

6) Implementasi Algoritma Dijkstra

Algoritma yang dikembangkan oleh Edsger W. Dijkstra pada tahun 1959 ini bertujuan menentukan lintasan terpendek pada sebuah graf berbobot tanpa harus mengevaluasi seluruh rute secara eksplisit. Prinsip kerjanya menitikberatkan pada pemilihan *vertex* dengan bobot terkecil secara

iteratif. Proses akan memperbarui parameter jarak jika ditemukan jalur yang lebih singkat melalui titik tertentu dan akan berhenti setelah seluruh simpul terproses (Dijkstra, 1959). Dalam perancangan jaringan, metode ini digunakan untuk menekan penggunaan material kabel melalui penentuan jalur distribusi yang paling efisien.



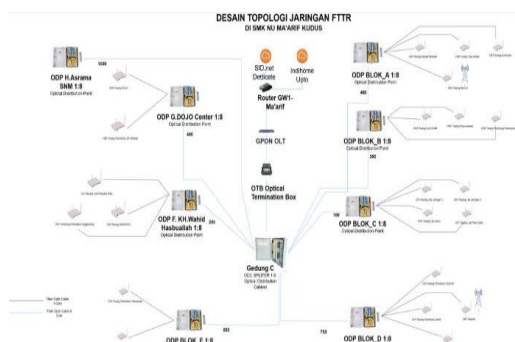
Gambar 2. Ilustrasi Algoritma Dijkstra

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil

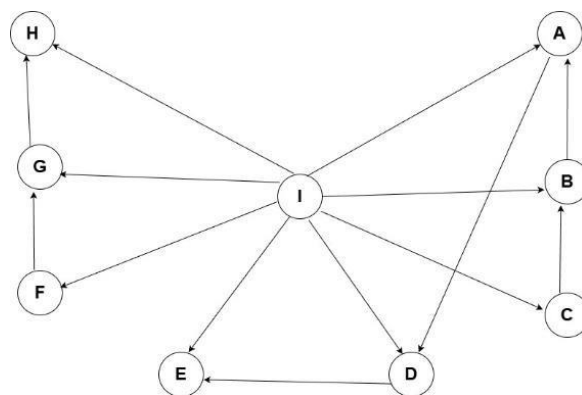
Akuisisi dan Pemetaan Data

Tahapan awal penelitian difokuskan pada pemetaan jalur distribusi internet dari *Optical Distribution Center* (ODC) menuju seluruh *Optical Distribution Point* (ODP) pada tiap gedung di SMK NU Ma'arif Kudus. Prosedur ini diawali dengan menetapkan titik asal dan titik terminasi, serta mengidentifikasi lintasan kabel serat optik yang diposisikan sebagai sisi (*edge*) penghubung antarsimpul (*node*). Titik pusat distribusi (ODC) ditetapkan di Gedung C (KH. R. ASNAWI), sedangkan titik akhir pemetaan mencakup seluruh unit gedung yang berfungsi sebagai *end-point* (ODP). Setiap jalur penghubung diberikan nilai bobot yang merepresentasikan jarak aktual atau estimasi panjang bentangan kabel serat optik. Visualisasi perancangan ini diwujudkan melalui desain topologi jaringan yang disesuaikan dengan tata letak geografis sekolah.



Gamnbar 3. Topologi Jaringan dari SMK NU Ma'arif Kudus

Selanjutnya, topologi jaringan dijelaskan dalam bentuk graf berbobot. Pada graf ini, setiap simpul menunjukkan titik pada jalur, dan setiap sisi atau sisi menunjukkan hubungan antara simpul. Nilai jarak antara titik-titik tersebut diukur oleh bobot. Dibawah ini terdapat gambaran graf yang dibuat berdasarkan pemetaan jalur rute kabel fiber optic yang telah dilaksanakan di area SMK NU Ma'arif Kudus.



Gambar 4. Representasi Graf Berbobot untuk Jalur dalam Topologi Jaringan

Keterangan Simpul (*Node*):

- A = ODP BLOK A
- B = ODP BLOK B
- C = ODP BLOK C KH. R. ASNAWI
- D = ODP BLOK D
- E = ODP BLOK E
- F = ODP BLOK F KH. WAHID HASBULLAH
- G = ODP BLOK G DOJO CENTER
- H = ODP BLOK H ASRAMA SNM
- I = ODC BLOK C KH. R. ASNAWI

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan algoritma Dijkstra, simpul I digunakan sebagai titik awal pencarian, sedangkan simpul H ditetapkan sebagai titik akhir.

Penentuan Bobot pada Graf dari ODC ke ODP

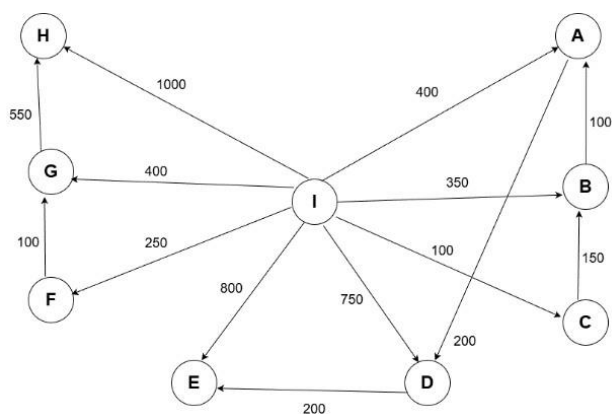
Setelah transformasi tata letak fisik ke dalam model graf selesai, tahap selanjutnya adalah menetapkan nilai bobot pada setiap sisi (*edge*) yang menghubungkan antarsimpul (*node*). Parameter bobot merupakan variabel krusial dalam implementasi algoritma Dijkstra untuk mengidentifikasi lintasan minimum. Penetapan nilai bobot didasarkan pada metrik jarak fisik antarjalur yang telah diidentifikasi pada tahap observasi. Nilai tersebut merepresentasikan panjang

kabel serat optik yang diperlukan untuk menghubungkan dua titik koordinat pada graf. Data jarak diperoleh melalui pengukuran presisi menggunakan perangkat ukur digital serta mengacu pada data teknis pemasangan kabel serat optik di lapangan. Detail nilai bobot yang menjadi dasar kalkulasi algoritma disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Detail Bobot Sisi Ditampilkan Dalam Graf

No	Simpul	Total Jarak
1	I->A	400m
2	I->B	350m
3	I->C	100m
4	I->D	750m
5	I->E	800m
6	I->F	250m
7	I->G	400m
8	I->H	1000m
9	B->A	100m
10	A->D	200m
11	C->B	150m
12	D->E	200m
13	F->G	100m
14	G->H	550m

Menurut bobot data yang telah ditetapkan pada tabel di atas, maka graf berbobot dibuat dengan mencerminkan kompatibilitas antara simpul-simpul, dengan nilai bobot pada masing-masing sisi yang terhubung.



Gambar 5. Representasi Graf Berbobot Jalur dari ODC ke ODP

Penghitungan Graf

Setelah seluruh sisi graf diberi bobot, simpul I ditetapkan sebagai node awal dan simpul H sebagai

node tujuan. Proses komputasi dimulai dengan inisialisasi jarak, di mana node awal memiliki jarak 0, sementara node lainnya diinisialisasi dengan nilai tak terhingga (∞). Tahapan perhitungan selanjutnya dilakukan sebagai berikut:

- 1) Memulai Jarak jauh: tentukan nilai awal jarak antara node pertama dalam graf dan node lainnya. Pada tahap inisialisasi, seluruh simpul selain simpul awal diberikan nilai jarak awal tak terhingga (∞). Hal ini menunjukkan bahwa jarak dari simpul awal ke simpul-simpul tersebut belum diketahui. Sementara itu, simpul awal ditetapkan memiliki jarak 0, karena jarak dari simpul tersebut ke dirinya sendiri adalah nol. Inisialisasi Jarak Simpul, berikut adalah nilai jarak awal untuk masing-masing simpul:

Jarak simpul I = 0

Jarak simpul A = ∞

Jarak simpul B = ∞

Jarak simpul C = ∞

Jarak simpul D = ∞

Jarak simpul E = ∞

Jarak simpul F = ∞

Jarak simpul G = ∞

Jarak simpul H = ∞

- 2) Mengidentifikasi simpul dengan jarak terpendek dari simpul awal berdasarkan nilai jarak sementara yang telah ditentukan. Simpul I terhubung pada simpul C dengan jarak keseluruhan 100 m. Dari simpul C terdapat simpul tetangga yaitu simpul B dengan jarak 150 m. Dilakukan perhitungan jalur alternatif dari simpul I ke simpul B melalui simpul C yaitu: I ke C ke B = 100 + 150 = 250 m. Hasil ini lebih kecil dibandingkan jarak sebelumnya dari simpul I ke B dengan jarak (350 m), sehingga jarak ke simpul B diperbarui menjadi 250 m melalui simpul C.
- 3) Proses selanjutnya yaitu dimulai dari titik F dengan total jarak 250 m. Dari simpul F terdapat simpul tetangga yaitu simpul G dengan jarak 100 m. Jalur alternatif yang diperoleh dalam perhitungan adalah: I ke F ke G = 250 + 100 = 350 m. Nilai ini lebih kecil dibandingkan jarak langsung dari simpul I ke simpul G (400 m), sehingga jarak dari simpul G diperbarui menjadi 350 m melalui simpul F.
- 4) Perhitungan selanjutnya dimulai dari simpul B yang berjarak 250 m. Simpul ini terhubung dengan

simpul tetangga yaitu simpul A melalui jalur dengan jarak 100 m. Maka jalur alternatif yang dihasilkan adalah: I ke C ke B ke A = $250 + 100 = 350$ m. Karena jarak ini lebih kecil dibandingkan jarak langsung dari simpul I ke simpul A (400 m), maka jarak ke simpul A yang diperbarui menjadi 350 m.

- 5) Selanjutnya perhitungan dimulai dari simpul A dipilih pada iterasi berikutnya dengan 400 m. Simpul A terhubung dengan simpul tetangga yaitu simpul D dengan jarak 200 m. Jalur alternatif yang diperoleh yaitu: I ke C ke B ke A ke D = $350 + 200 = 550$ m. Dengan hasil ini lebih kecil dibandingkan jarak sebelumnya ke simpul D (750 m), sehingga jarak ke simpul D diperbarui menjadi 550 m.
- 6) Perhitungan tambahan dimulai dari simpul pertama simpul I yang terhubung ke simpul E

dengan jarak 800 m. Dari simpul E terdapat simpul tetangga yaitu simpul D dengan jarak 200 m. Jadi, perhitungan jalur alternatif yang menghubungkan simpul I ke C ke B ke A ke D ke E = $100 + 150 + 100 + 200 + 200 = 750$ m. nilai ini lebih kecil dibandingkan jarak langsung ke simpul I ke E dengan jarak (800 m), sehingga jarak ke simpul E diperbarui menjadi 750 m melalui simpul D.

- 7) Selanjutnya perhitungan dimulai dari simpul G dengan jarak 350 m kemudian diproses perhitungan. Pada simpul ini memiliki simpul tetangga yaitu simpul H dengan jarak 550 m. Jalur alternatif yang diperoleh adalah: I ke F ke G ke H = $350 + 550 = 900$ m. Nilai ini lebih kecil dibandingkan jarak langsung dari simpul I ke simpul H (1000 m), sehingga jarak ke simpul H diperbarui menjadi 900 m melalui simpul G.

Tabel 2. Tabel perhitungan Algoritma Dijkstra

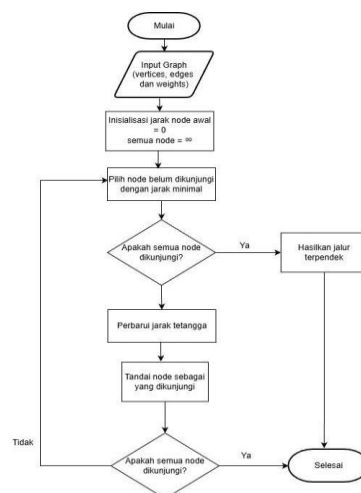
Round	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	∞ , -	∞ , -	∞ , -	∞ , -	∞ , -	∞ , -	∞ , -	∞ , -	0, -
2	400, I	350, I	100, I	750, I	800, I	250, I	400, I	1000, I	
3	400, I	250, C		750, I	800, I	250, I	400, I	1000, I	
4	350, B			750, I	800, I	250, I	400, I	1000, I	
5	350, B			750, I	800, I		350, F	1000, I	
6				550, A	800, I		350, F	1000, I	
7				550, A	800, I			900, G	
8					750, D			900, G	
9								900, G	

Dari gambar diatas, terlihat jalur terpendek tidak selalu merupakan jalur yang langsung dari simpul pusat. Sebaliknya, jalur tersebut dapat berupa rute tidak langsung yang memiliki total jarak yang lebih kecil, seperti rute jalur I ke C ke B ke A ke D ke E dan I ke E ke G ke H.

Pelaksanaan Algoritma Dijkstra

Bagian ini akan disampaikan ringkasan dengan penerapan algoritma dijkstra dalam bentuk diagram flow. Pembuatan diagram alur ini bertujuan untuk menampilkan tindakan penting menggunakan algoritma secara visual dan terstruktur, karenanya dapat membantu dalam memahami urutan jalur terpendek yang ditemukan melalui logika. Sangat penting untuk diingat bahwa tidak ada aplikasi dalam bahasa pemograman manapun, fokus utama saat ini

adalah menyediakan skema dalam proses algoritma secara konseptual.



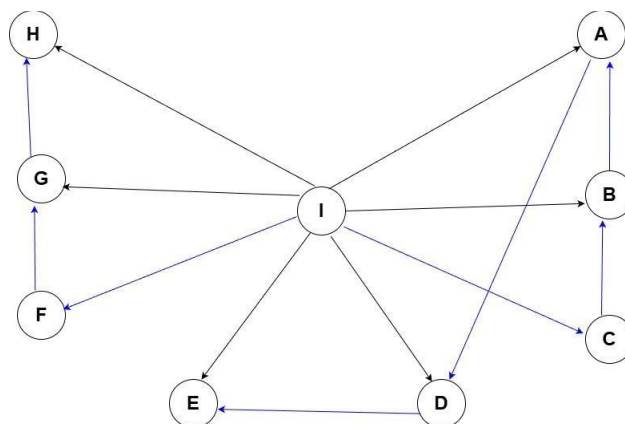
Gambar 6. Diagram Alur

Analisis alur kerja algoritma Dijkstra dalam menentukan lintasan minimum dapat dijabarkan melalui langkah-langkah sistematis berikut:

- 1) Inisialisasi Prosedur (Mulai)
Algoritma mengawali eksekusi untuk mengidentifikasi rute dengan akumulasi bobot terendah pada struktur graf.
- 2) Input Data Struktural
Memproses data graf yang mencakup himpunan simpul (*vertices*), relasi antarsimpul (*edges*), serta nilai bobot (*weights*) yang merepresentasikan parameter jarak atau biaya transmisi.
- 3) Penetapan Parameter Jarak Awal
Simpul asal ditetapkan bernilai 0, sementara simpul lainnya diberikan nilai tak hingga (∞) sebagai penanda bahwa jarak belum terverifikasi.
- 4) Seleksi Simpul Minimum
Algoritma memilih simpul dengan jarak sementara terkecil yang belum dikunjungi untuk diproses lebih lanjut.
- 5) Pembaruan Jarak Tetangga (*Relaxation*)
Menghitung kalkulasi rute baru menuju simpul-simpul yang berdekatan. Jika rute melalui simpul aktif menghasilkan jarak yang lebih pendek dibandingkan data sebelumnya, maka nilai jarak tersebut diperbarui.
- 6) Validasi Kunjungan
Simpul yang telah selesai diproses ditandai sebagai simpul yang sudah dikunjungi untuk mencegah redundansi pada iterasi berikutnya.
- 7) Terminasi Sistem
Prosedur berakhir secara otomatis setelah seluruh simpul terlampaui atau ketika simpul tujuan berhasil teridentifikasi dengan jarak minimum.

Penentuan rute paling efisien dari *Optical Distribution Center* (ODC) menuju setiap *Optical Distribution Point* (ODP) di SMK NU Ma'arif Kudus dilakukan melalui kalkulasi manual berbasis algoritma Dijkstra. Dasar perhitungan merujuk pada pemodelan graf yang disusun dari data pengukuran fisik selama instalasi infrastruktur serat optik. Dalam model tersebut, simpul merepresentasikan titik distribusi atau terminasi, sedangkan sisi menggambarkan bentangan kabel dalam satuan meter. Berdasarkan analisis komputasi, teridentifikasi dua rute utama dengan efisiensi jarak tertinggi. Simpul I ditetapkan sebagai titik awal distribusi (ODC BLOK C KH. R.

ASNAWI). Hasil optimasi menunjukkan lintasan menuju titik akhir sebagai berikut:



Gambar 7. Jalur yang paling dekat dari simpul I ke E dan dari simpul I ke H

Jalur tersebut menunjukkan lintasan dengan jarak minimum yang dapat ditempuh dari titik awal distribusi (ODC) menuju titik tujuan (ODP). Penentuan jalur dilakukan dengan membandingkan bobot antar simpul dan memilih rute secara bertahap berdasarkan nilai bobot terkecil. Maka dari hasil akhir ini bahwa jalur perhitungan terpendek dipilih dari simpul I (ODC BLOK C KH. R. ASNAWI) ke masing-masing simpul tujuan. Dengan hasil ini maka bahwa algoritma Dijkstra pada jaringan fiber optik mampu menghasilkan jalur terpendek secara optimal. Jalur yang diperoleh tidak selalu berupa koneksi langsung, melainkan dapat melalui simpul perantara apabila menghasilkan jarak total yang lebih efisien. Dengan demikian algoritma ini sangat relevan digunakan dalam perencanaan jalur jaringan fiber optik untuk meminimalkan kebutuhan Panjang kabel fiber optic dan biaya instalasi.

Pembahasan

Implementasi algoritma Dijkstra dalam perancangan topologi jaringan *Fiber To The Room* (FTTR) di SMK NU Ma'arif Kudus menunjukkan bahwa optimasi rute merupakan variabel krusial dalam efisiensi infrastruktur serat optik. Melalui pemodelan denah sekolah ke dalam graf berbobot, proses komputasi berhasil mengidentifikasi lintasan minimum yang menghubungkan pusat distribusi (ODC) ke titik terminasi (ODP) di setiap gedung. Hasil analisis data mengungkapkan bahwa rute yang paling efisien tidak selalu berkorelasi dengan jalur fisik yang paling linear

atau langsung. Sebagai contoh, akses menuju ODP Blok E dan ODP Blok H terbukti lebih optimal saat melalui simpul perantara daripada menggunakan koneksi langsung dari ODC. Fenomena ini terjadi karena akumulasi bobot pada jalur transit ternyata memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan beban pada jalur tunggal yang tersedia. Temuan dalam penelitian ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh (Putra dkk., 2021), yang menegaskan bahwa algoritma Dijkstra memiliki tingkat akurasi tinggi dalam meminimalkan penggunaan material kabel pada jaringan komputer berskala luas. Selain itu, efisiensi yang dihasilkan melalui penentuan rute terpendek ini secara teknis mampu mereduksi nilai redaman total pada jaringan GPON. Hal tersebut memperkuat argumen (Sutrisno, 2020) bahwa pemilihan rute yang presisi merupakan langkah preventif untuk menjaga kualitas daya sinyal (*link power budget*) tetap berada pada batas standar operasional. Dengan meminimalkan panjang kabel, risiko kehilangan daya (*path loss*) dapat ditekan secara signifikan, sehingga stabilitas konektivitas di lingkungan SMK NU Ma'arif Kudus dapat terjamin. Secara konseptual, keberhasilan pemetaan rute $I \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow D \rightarrow E$ dan $I \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow H$ membuktikan bahwa pemodelan graf berbobot adalah pendekatan yang reliabel untuk perencanaan infrastruktur digital. Pemanfaatan metodologi ini memberikan landasan logis bagi institusi dalam mengambil keputusan strategis terkait pengembangan jaringan, terutama dalam upaya menekan biaya instalasi tanpa mengurangi performa layanan. Sinkronisasi antara hasil kalkulasi manual dengan kondisi geografis sekolah menunjukkan bahwa algoritma Dijkstra tetap menjadi instrumen optimasi rute yang paling relevan untuk arsitektur jaringan berbasis optik saat ini.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, algoritma Dijkstra terbukti efektif dalam menghasilkan solusi akurat untuk menentukan lintasan minimum yang menghubungkan titik asal menuju berbagai titik tujuan dalam model graf. Simpul I, yang merepresentasikan ODC BLOK C (KH. R. ASNAWI), berfungsi sebagai titik awal distribusi menuju simpul E (ODP BLOK E) serta simpul H

(ODP BLOK H ASRAMA SNM). Seluruh titik tersebut terintegrasi melalui rangkaian simpul dengan akumulasi jarak yang paling optimal. Proses optimasi tersebut dilaksanakan berdasarkan prinsip dasar algoritma Dijkstra, yakni melakukan seleksi simpul dengan jarak terpendek secara iteratif dan melakukan pembaruan nilai jarak pada simpul-simpul yang berdekatan. Identifikasi jalur terbaik menunjukkan bahwa simpul awal memiliki dua rute utama yang paling efisien untuk menjangkau seluruh destinasi.

Jalur pertama terbentuk melalui rangkaian simpul $I \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow D \rightarrow E$, sedangkan jalur kedua melalui rangkaian simpul $I \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow H$. Kedua lintasan tersebut memiliki total bobot terendah dibandingkan rute alternatif lainnya yang tersedia. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa algoritma Dijkstra merupakan instrumen yang andal untuk menyelesaikan kompleksitas pencarian rute terpendek dalam perancangan infrastruktur serat optik di SMK NU Ma'arif Kudus. Implementasi metode tersebut mampu meminimalkan total bentangan kabel serat optik serta mereduksi potensi redaman pada teknologi PON. Pemanfaatan jalur yang optimal diharapkan dapat menekan biaya operasional selama proses instalasi sekaligus meningkatkan efisiensi pengembangan infrastruktur jaringan di masa depan.

5. Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada SMK NU Ma'arif Kudus dan UNISNU Jepara atas kerja sama dan dukungan yang tak ternilai dalam menyelesaikan penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

- Abusalim, S. W. G., Ibrahim, R., Zainuri Saringat, M., Jamel, S., & Abdul Wahab, J. (2020). Comparative analysis between Dijkstra and Bellman-Ford algorithms in shortest path optimization. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 917(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/917/1/012077>.
- Alzi, H. (2023). Pengaruh manajemen bandwidth terhadap QoS dengan standar TIPHON pada

- alur monitoring SNMP. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 17(1), 9–20.
- Ananda, R., Alamsyah, H., & Mardiana, Y. (2025). Development of WiFi 6 based computer network at LPK Sulthoon 4M. *Jurnal Media Computer Science*, 4(1), 63–78. <https://doi.org/10.37676/jmcs.v4i1.7709>.
- Berutu, I., Auzi, S., Ashillah, S., & Harliana, P. (2024). Integrasi algoritma Dijkstra pada aplikasi QGIS untuk simulasi rute tercepat di Medan: Studi kasus rute dari Universitas Negeri Medan ke Rumah Sakit Royal Prima. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(1), 453–461. <https://doi.org/10.36040/jati.v9i1.12296>.
- Budiman Aziz, L., Rahayu Santi, P. A., et al. (2023). Pengenalan dasar jaringan komputer berdasarkan jenis dan penggunaannya di Amalina Islamic Junior High School. *Jurnal Kreativitas Informatika*, 4, 125–127.
- Dunggio, D., Asmara, B. P., & Abdussamad, S. (2021). Perancangan jaringan distribusi FTTH menggunakan teknologi GPON di Perumahan Griya Dulomo Indah. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 3(2), 28–33.
- Gautama, I. P. W., & Hermanto, K. (2020). Penentuan rute terpendek dengan menggunakan algoritma Dijkstra pada jalur bus sekolah. *Jurnal Matematika*, 10(2), 116. <https://doi.org/10.24843/jmat.2020.v10.i02.p128>.
- Gofur, A. (2023). Problematika pelaksanaan Asesmen Nasional Berbasis Komputer (ANBK) sekolah di Kabupaten Seruyan. *Adaara: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 13(1), 1–9. <https://doi.org/10.30863/ajmpi.v13i1.3828>.
- Heryana, N., Erkamim, M., & Arfianto, A. Z. (2023). *Definisi jaringan komputer secara umum*. Penerbit [Nama Penerbit jika ada].
- Husna, F. A. (2024). Sejarah dan perkembangan jaringan komputer. *Maliki Interdisciplinary Journal*, 2(8), 372–376.
- Ibrahim, M. Y., & Nawaningtyas, N. (2025). Evaluasi kinerja jaringan FTTH berbasis ODC dan GPON berdasarkan Power Link Budget di RT 015 Tanjung Duren Utara. *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 4(2), 112–123. <https://doi.org/10.56211/sudo.v4i2.945>.
- Ibrahim, M., Suryayusra, & Wijaya, A. (2024). Analisis perencanaan pembangunan jaringan fiber optik pada Pemerintahan Kota Palembang. *Sci-tech Journal*, 3(1), 74–82. <https://doi.org/10.56709/stj.v3i1.388>.
- Purba, R., & Suharyanto, C. E. (2021). Perancangan jaringan Fiber To The Home (FTTH) dengan teknologi GPON di wilayah Tanjung UMA Kota Batam. *Jurnal Comasie*, 4(1), 104–110.
- Rahman, P. S., & Irwanto, I. (2025). Analisis redaman fiber optik pada PT. Telkom STO Serang pada jarak transmisi Serang-Ciruas menggunakan alat ukur Optical Time Domain Reflectometer (OTDR). *Teknika*, 10(1), 62–68. <https://doi.org/10.52561/teknika.v10i1.437>.
- Sidik, A. A. D., & Angga, H. A. (2024). Analisis redaman pada jaringan Fiber To Home berteknologi Gigabit Passive Optical Network di PT Telkom Palmerah. *Published Online*, 2406–2418.
- Suwandi, A. Y., & Mulyana, D. I. (2024). Optimasi Gigabit Passive Optical Network dan algoritma Naïve Bayes dalam analisis jaringan FTTH. *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, 9(1), 186–192. <https://doi.org/10.35870/jtik.v9i1.3058>.
- Syaifudin, A., & Assegaff, S. (2020). Analisis dan pengembangan manajemen jaringan dengan menggunakan Mikrotik RB750 pada PPM Al-Hidayah Jambi. *Jurnal Manajemen Sistem Informasi*, 5(1), 49–60.

- Wahyudi, W. T., Khair, F., & Budi, I. M. P. (2021). Analisis dan simulasi performansi teknologi Coarse Wavelength Division Multiplexing pada jaringan Fiber To The Home Plasa Telkom Kota Banjar Patroman. *Electron Control*, 8275, 17–25.
- Widodo, R. A., & Wulandari, D. A. (2024). Tantangan dan peluang implementasi Fiber-to-the-room (FTTR) bagi pendidikan tinggi di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Tinggi*, 3(1), 242–250.
- Zeng, T., Li, Q., Li, H., Zhang, D., & Jiang, M. (2023). China Telecom's research and applications of business-enterprise full-optical networking. *IEEE Access*, 11, 55824–55833. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3239882>.