

Penerapan Algoritma Prim Dalam Optimasi Jaringan *Fiber To The Home*

Christy Luisa Henuk¹, Johanis F.M. Bowakh,² Samy Y. Doo³

¹²³Teknik Telekomunikasi/Teknik Elektro/Fakultas Sains dan Teknik/Universitas Nusa Cendana

*Corresponding author, email: christyhenuk226@gmail.com

Abstrak	INFO.
Perencanaan jaringan Fiber To The Home (FTTH) memerlukan optimasi jalur distribusi kabel untuk meminimalkan panjang kabel. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan algoritma Prim dalam menentukan jalur optimal pada jaringan FTTH. Penelitian dilakukan pada dua segmen jaringan, yaitu segmen OLT ke ODC dan segmen ODC ke ODP dengan satu ODC dan sembilan belas ODP sebagai sampel. Data yang digunakan berupa jarak antar perangkat jaringan yang direpresentasikan dalam bentuk graf berbobot dan diproses menggunakan algoritma Prim untuk memperoleh minimum spanning tree (MST). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada segmen ODC ke ODP, algoritma Prim berhasil membentuk MST dengan total bobot minimum sebesar 7.634,10 meter dari bobot awal 8.488 meter, sehingga diperoleh penghematan kabel sebesar 853,9 meter atau efisiensi sebesar 10,05%. Pada segmen OLT ke ODC, diperoleh penghematan kabel sebesar 600 meter atau 8,73% dari bobot awal 6.878 meter, namun segmen ini tidak dapat dikategorikan sebagai MST karena hanya melibatkan dua node dan lebih tepat diselesaikan menggunakan pendekatan shortest path. Secara keseluruhan, pada segmen gabungan dari OLT hingga ODP diperoleh penghematan kabel sebesar 1.453,9 meter atau efisiensi sebesar 9,46%. Penelitian ini membuktikan bahwa algoritma Prim efektif diterapkan pada segmen jaringan FTTH yang melibatkan lebih dari dua node, khususnya pada segmen ODC ke ODP.	Info. Artikel: No. 036 Received. January, 19, 2026 Revised. March, 02, 2026 Accepted. July, 22, 2026 Page. 8 – 15 Kata kunci: ✓ Fiber To The Home ✓ Algoritma Prim ✓ Minimum Spanning Tree ✓ Optimasi Jaringan ✓ MATLAB
Abstract <i>Planning a Fiber To The Home (FTTH) network requires route optimization to minimize cable length so that network deployment costs can be reduced. This study aims to apply Prim's algorithm to determine optimal routes in an FTTH network. The research was conducted on two network segments, namely the OLT–ODC segment and the ODC–ODP segment, with one ODC and nineteen ODPs used as samples. The data used consist of distances between network devices, which are represented as a weighted graph and processed using Prim's algorithm to obtain a minimum spanning tree (MST). The results show that in the ODC–ODP segment, Prim's algorithm successfully formed an MST with a minimum total weight of 7,634.10 meters from an initial weight of 8,488 meters, resulting in cable savings of 853.9 meters or an efficiency of 10.05%. In the OLT–ODC segment, cable savings of 600 meters or 8.73% from the initial length of 6,878 meters were obtained; however, this segment cannot be classified as an MST because it involves only two nodes and is more appropriately solved using a shortest path approach. Overall, in the combined segment from OLT to ODP, total cable savings of 1,453.9 meters or an efficiency of 9.46% were achieved. This study demonstrates that Prim's algorithm is effective for FTTH network segments involving more than two nodes, particularly in the ODC–ODP segment.</i>	

PENDAHULUAN

Algoritma Prim merupakan salah satu algoritma optimasi yang digunakan untuk mencari *Minimum Spanning Tree* (MST). Algoritma ini memiliki keunggulan dalam menentukan jalur minimum berdasarkan bobot terkecil sehingga sering diimplementasikan dalam berbagai studi optimasi [1]. Salah satu implementasi nyata adalah penelitian pada lingkungan kampus ITERA yang berhasil mengoptimalkan jaringan dan menghemat panjang penggunaan kabel optik [2]. Seiring pesatnya perkembangan telekomunikasi, jaringan optik saat ini semakin luas digunakan melalui teknologi *Fiber to the Home* (FTTH), yaitu sistem jaringan di mana titik konversi optik berada langsung di lokasi pelanggan [3].

Implementasi FTTH melibatkan perangkat-perangkat krusial seperti *Optical Line Terminal* (OLT), *Optical Distribution Cabinet* (ODC), *Optical Distribution Point* (ODP), dan *Optical Network Terminal* (ONT) yang membutuhkan perancangan jalur kabel yang presisi [4]. Mengingat jaringan FTTH menuntut efisiensi dan keandalan tinggi, perancangan jalur kabel menjadi faktor yang sangat penting. Oleh karena itu, diperlukan metode optimasi yang mampu menentukan jalur terpendek dengan biaya instalasi minimum namun tetap menjamin keterhubungan antarperangkat jaringan. Penelitian ini berfokus pada penerapan algoritma Prim untuk mengetahui efektivitasnya dalam meminimalkan total panjang kabel pada jaringan FTTH.

Secara teknis, fiber optik adalah saluran transmisi berbahan kaca atau plastik yang mentransmisikan cahaya dari pengirim ke penerima [5]. Dalam model matematika, optimasi ini dilakukan melalui konsep MST, yaitu sebuah subgraf dari graf berbobot yang menghubungkan semua titik (*node*) dengan biaya total minimum tanpa membentuk siklus [6]. Pohon (*tree*) sendiri merupakan bentuk graf terhubung tanpa sirkuit, sedangkan kumpulan pohon yang saling lepas disebut sebagai hutan (*forest*) [7].

Permasalahan utama dalam MST adalah menentukan sisi dari suatu graf yang menghubungkan seluruh simpul tanpa membentuk sirkuit dengan total bobot minimum [8]. Algoritma Prim, yang dikembangkan oleh Vojtěch Jarník dan dipopulerkan oleh R.C. Prim serta E.W. Dijkstra, merupakan solusi yang diakui secara luas untuk masalah ini [9]. Algoritma ini bekerja dengan memilih satu titik awal, lalu secara iteratif menambahkan sisi dengan bobot terkecil yang menghubungkan titik di dalam pohon dengan titik di luar pohon hingga diperoleh $n-1$ garis untuk n jumlah titik dalam graf [10][11].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dan analitis untuk mengoptimalkan desain jaringan *Fiber To The Home* (FTTH). Fokus utama penelitian adalah meminimalkan total panjang kabel distribusi melalui pembentukan *Minimum Spanning Tree* (MST) menggunakan algoritma Prim.

1. Objek dan Data Penelitian

Objek penelitian ini adalah infrastruktur jaringan FTTH yang terbagi menjadi dua segmen utama:

1. Segmen OLT ke ODC: Menghubungkan *Optical Line Terminal* (OLT) sebagai pusat penyedia ke *Optical Distribution Cabinet* (ODC).
2. Segmen ODC ke ODP: Menghubungkan ODC ke 19 unit *Optical Distribution Point* (ODP).

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi koordinat lokasi perangkat dan jarak antarperangkat jaringan yang diperoleh melalui hasil pengukuran lapangan serta pemetaan jaringan digital.

2. Pemodelan Graf

Jaringan dimodelkan ke dalam bentuk graf berbobot $G = (V, E)$, di mana setiap simpul (V) merepresentasikan perangkat jaringan (OLT, ODC, atau ODP) dan setiap sisi (E) merepresentasikan jalur kabel dengan bobot yang ditentukan berdasarkan jarak fisik antarperangkat.

3. Prosedur Implementasi Algoritma Prim

Prosedur penerapan algoritma Prim dilakukan secara sistematis pada kedua segmen jaringan untuk menghasilkan jalur dengan total bobot terkecil. Berdasarkan prinsip dasar yang dikemukakan dalam referensi [9] dan [11], langkah-langkah yang dilakukan adalah:

1. Inisialisasi Simpul: Menentukan simpul awal sebagai titik keberangkatan (misalnya simpul OLT pada segmen pertama atau ODC pada segmen kedua).
2. Pemilihan Sisi Minimum: Mencari dan memilih sisi dengan bobot (jarak) terkecil yang menghubungkan simpul yang telah terpilih dengan simpul yang belum terhubung dalam jaringan.
3. Pembentukan Subgraf: Menambahkan simpul dan sisi terpilih ke dalam himpunan MST, memastikan tidak terbentuk sirkuit (loop) dalam prosesnya [10].
4. Iterasi dan Terminasi: Mengulangi proses tersebut hingga seluruh simpul terhubung. Algoritma dinyatakan selesai apabila telah terbentuk $n-1$ sisi, di mana n adalah total jumlah perangkat dalam satu segmen.

4. Analisis Efisiensi

Setelah jalur MST terbentuk pada kedua segmen, dilakukan perhitungan total panjang kabel hasil optimasi. Hasil ini kemudian dibandingkan dengan total panjang kabel pada kondisi eksisting untuk mengetahui persentase efisiensi yang berhasil dicapai melalui penerapan algoritma Prim.

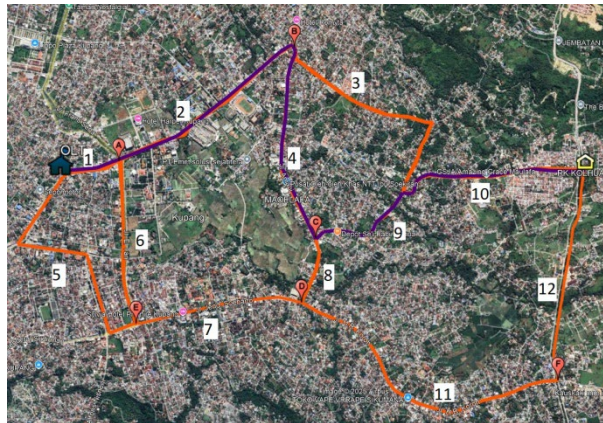
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan algoritma Prim pada jaringan *Fiber To The Home* (FTTH) dilakukan melalui dua tahap utama, yaitu segmen OLT ke ODC dan segmen ODC ke ODP. Evaluasi efisiensi dilakukan dengan membandingkan total panjang kabel kondisi eksisting dengan hasil optimasi algoritma Prim.

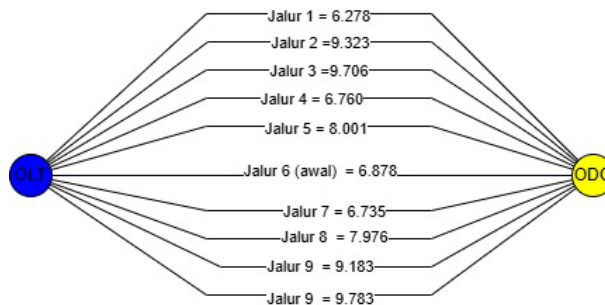
1. Segmen OLT-ODC

Pada segmen ini, dilakukan pemetaan jalur awal (eksisting) dan jalur alternatif yang direpresentasikan dalam bentuk graf berbobot. Berdasarkan data lapangan, rute awal OLT-ODC memiliki panjang kabel sebesar 6.878 meter.

Gambar 1 merupakan peta awal dengan jalur-jalur alternatif dan jalur asli yang ditandai dengan line berwarna orange dan ungu yang akan di buat dalam bentuk graf (gambar 3) dengan jarak dari setiap simpul seperti yang tertera pada tabel 1.



Gambar. 1 Peta Awal Segmen OLT-ODC

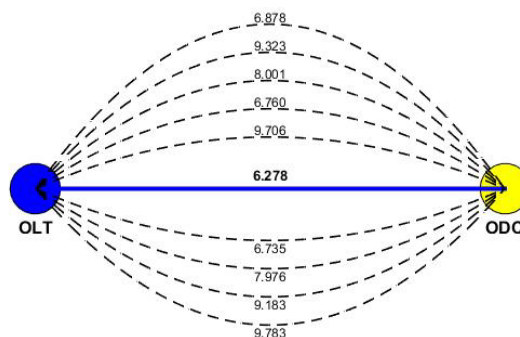


Gambar. 2 Graf berbobot segmen OLT-ODC

Tabel 1. Jalur alternatif segmen OLT-ODC

No	Uraian	Rute	Bobot (M)
1	jalur 1	1 + 2 + 3 + 10	6.278
2	jalur 2	1 + 2 + 4 + 8 + 11 + 12	9.323
3	jalur 3	1 + 6 + 7 + 8 + 4 + 3 + 10	9.706
4	jalur 4	1 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10	6.760
5	jalur 5	1 + 6 + 7 + 11 + 12	8.001
6	jalur 6 (jalur awal)	1 + 2 + 4 + 9 + 10	6.878
7	jalur 7	5 + 7 + 8 + 9 + 10	6.735
8	jalur 8	5 + 7 + 11 + 12	7.976
9	jalur 9	5 + 6 + 2 + 3 + 10	9.183
10	jalur 10	5 + 6 + 2 + 4 + 9 + 10	9.783

Karena segmen ini hanya melibatkan dua simpul (*node*), proses pemilihan jalur oleh algoritma Prim menjadi sangat sederhana, yaitu langsung memilih sisi dengan bobot terkecil sebesar 6.278 meter. Hasil simulasi menunjukkan adanya penghematan panjang kabel sebesar 600 meter atau efisiensi sebesar 8,73%. Berikut merupakan visualisasi graf pada aplikasi matlab yang menunjukkan bahwa algoritma langsung memilih jalur dengan bobot terkecil.



Gambar. 3 Hasil MST segmen OLT-ODC

Tabel 2. Perbandingan Segmen segmen OLT-ODC

Bobot jarak (panjang kabel)	Sebelum (m)	Sesudah (m)	Penghematan (m)	Presentase (%)
	6.878	6.278	600	8,73

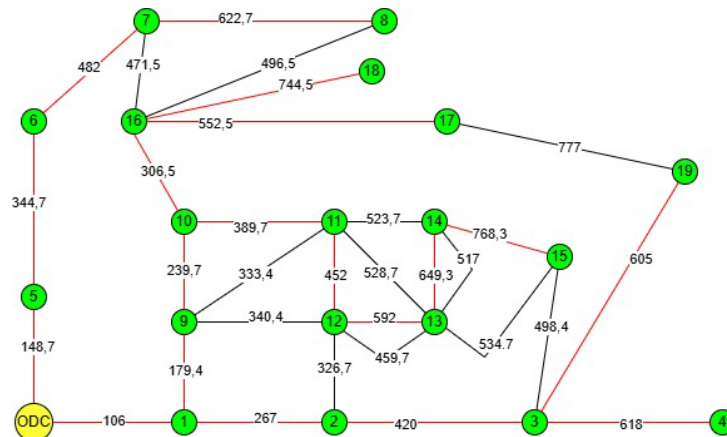
Meskipun terdapat penghematan, perlu dicatat bahwa karena hanya terdapat dua simpul, hasil ini secara teknis lebih tepat disebut sebagai pencarian jalur terpendek (*shortest path*) daripada *Minimum Spanning Tree* (MST). Oleh karena itu, pada segmen dengan struktur poin-ke-poin sederhana seperti ini, penggunaan algoritma Prim menjadi kurang signifikan secara fungsional.

2. Segmen ODC-ODP

Optimasi pada segmen kedua melibatkan 1 unit ODC dan 19 unit ODP sebagai simpul graf. Representasi graf dibuat dengan mempertimbangkan jalur asli (ditandai dengan garis merah) dan jalur alternatif (garis hitam) berdasarkan kondisi geografis lapangan.



Gambar. 4 Peta awal segmen ODC-ODP



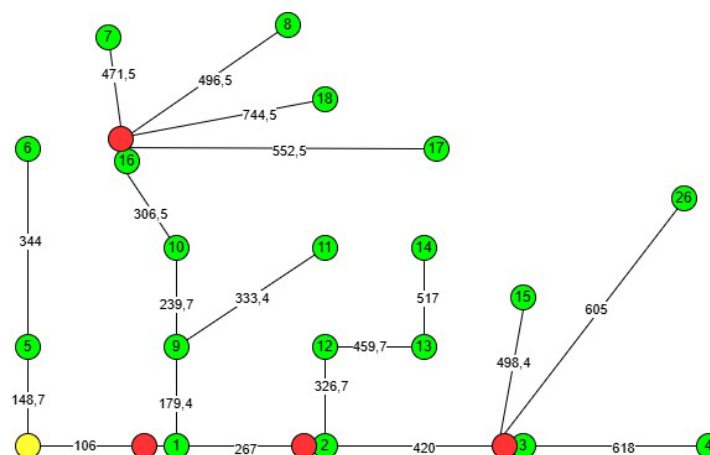
Gambar. 5 Gambar graf berbobot dengan Jalur Alternatif

Gambar.4 merupakan peta asli dilapangan yang memiliki 19 node ODP yang ditandai dengan simbol berwarna hijau sedangkan bagian ODC ditandai dengan simbol rumah berwarna kuning. Gambar.5 merupakan representasi bentuk graf dari peta awal pada segmen ODC-ODP dan pada kedua gambar tersebut terdapat jalur-jalur alternatif yang dipilih berdasarkan kondisi lapangan. Line yang berwarna merah pada gambar merupakan rute asli dan yang berwarna hitam merupakan rute alternatif. Setelah merepresentasikan peta dalam bentuk graf maka diterapkan algoritma prim.

Tabel 3. Jalur Alternatif dan jalur terpilih

Titik Asal	Rute Jalur Asli	Rute Jalur Alternatif	Titik Tujuan	Bobot jalur asli	Bobot jalur Alternatif	Bobot MST terpilih
ODC	ODC-1		ODP 1	106		106
	ODC-1-2		ODP 2	267		267
	ODC-1-2-3		ODP 3	420		429
	ODC-1-2-3-4		ODP 4	618		618
	ODC-1-5		ODP 5	148,7		148,7
	ODC-1-5-6		ODP 6	344,7		344,7
	ODC-1-5-6-7	ODC-9-10-16-7	ODP 7	482,7	471,5	471,5
	ODC-1-5-6-7-8	ODC-9-10-16-8	ODP 8	622,7	496,5	496,5
	ODC-1-9		ODP 9	179,4		179,4
	ODC-9-10		ODP 10	239,7		239,7
	ODC-9-10-11	ODC-1-9-11	ODP 11	389,7	333,4	333,4
	ODC-9-10-11-12	ODC-1-2-12	ODP 12	452	326,7	326,7
	ODC-9-10-11-12-13	ODC-1-2-12-13	ODP 13	592	549,7	549,7
	ODC-9-10-11-12-13-14	ODC-1-2-12-13-14	ODP 14	649,3	517	517
	ODC-9-10-11-12-13-14-15	ODC-1-2-12-13-15	ODP 15	768,3	534,7	534,7
	ODC-9-10-16		ODP 16	306,5		306,5
	ODC-9-10-16-17	ODC-1-2-3-19-17	ODP 17	552,5	777	552,5
	ODC-9-10-16-18		ODP 18	744,5		744,5
	ODC-1-2-3-19		ODP 19	605		605

Setelah dilakukan iterasi algoritma Prim, diperoleh hasil berupa pohon merentang minimum (MST) yang menghubungkan seluruh ODP ke ODC dengan total bobot terkecil. Berbeda dengan segmen pertama, pada bagian ini algoritma Prim bekerja secara efektif dengan mengevaluasi banyak kemungkinan jalur yang saling terhubung tanpa membentuk siklus (*cycle*).

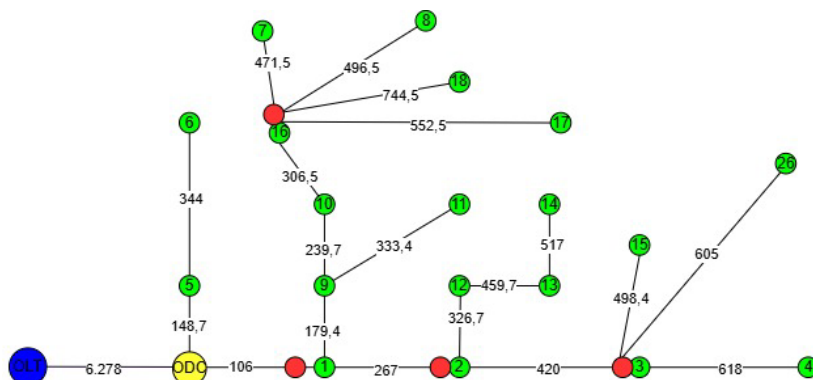


Gambar. 6 Graf Hasil MST segmen ODC-ODP

Tabel. 1 Perbandingan Jarak Segmen ODC-ODP

Bobot jarak (panjang kabel)	Sebelum (m)	Sesudah (m)	Penghematan (m)	Persentase (%)
	8.488	7.635,2	852,8	10,05

Setelah melakukan optimasi pada masing-masing segmen, hasil akhir digabungkan untuk melihat dampak total pada infrastruktur FTTH secara keseluruhan. Dari hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa efektivitas algoritma Prim dalam optimasi jaringan FTTH sangat bergantung pada kompleksitas jumlah simpul. Pada segmen ODC-ODP yang memiliki banyak titik distribusi, algoritma Prim terbukti mampu menemukan rute distribusi kabel optik yang jauh lebih efisien dibandingkan metode konvensional. Gambar dibawah ini merupakan gambar graf gabungan dari segmen 1 dan 2 setelah diterapkan algoritma prim.



Gambar. 7 Graf MST segmen Gabungan

Tabel 4.Perbandingan segmen gabungan

Bobot jarak (panjang kabel)	Sebelum (m)	Sesudah (m)	Penghematan (m)	Efisiensi (%)
	15.366	13.913,20	1.453	9,46

Secara teoritis, hal ini terjadi karena algoritma Prim secara konsisten memilih sisi dengan bobot terkecil yang terhubung ke akar (*root*) simpul. Namun, pada segmen OLT-ODC yang hanya menghubungkan dua titik, algoritma ini secara otomatis beralih fungsi menjadi algoritma *shortest path* biasa. Oleh karena itu, penerapan algoritma Prim sangat direkomendasikan pada tahap distribusi jaringan yang memiliki densitas perangkat (ODP) yang tinggi guna meminimalkan biaya material dan kompleksitas instalasi kabel di lapangan. Dengan demikian maka pada penelitian ini dapat dikatakan bahwa algoritma prim hanya efektif diterapkan pada jaringan FTTH segmen ODC ke ODP yang memiliki lebih dari 2 node.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terkait dengan penerapan algoritma prim dalam optimasi jaringan fiber to the home, maka dihasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan algoritma Prim dapat dilakukan dengan tahapan seperti mengubah peta jaringan FTTH ke dalam bentuk graf berbobot dengan node jaringan seperti OLT, ODC dan ODP direpresentasikan sebagai node dan jarak dari perangkat dapat dijadikan bobot sisi kemudian diterapkan algoritma Prim untuk menemukan minimum spanning tree.
2. Penerapan algoritma Prim berhasil menemukan rute baru dengan bobot total minimum dan dapat mengurangi panjang kabel yang dibutuhkan. Penghematan total pada segmen gabungan, didapatkan total penghematan kabel sebesar 1.453,9 meter atau efisiensi sebesar 9,46% dari total bobot awal. Segmen ODC ke ODP mendapatkan penghematan sebesar 853,9 meter atau 10,05%, selanjutnya segmen OLT ke ODC mendapatkan penghematan mencapai 600 meter atau 8,73% tetapi bukan MST. Dari hasil ini membuktikan bahwa algoritma mampu menghasilkan jalur dengan total bobot terkecil.
3. Algoritma Prim lebih efektif jika diterapkan pada segmen jaringan yang melibatkan lebih dari 2 node seperti pada segmen ODC ke ODP, pada segmen OLT ke ODC dapat dikatakan sebagai hasil dari algoritma MST secara matematis untuk optimasi lebih efektif menggunakan algoritma Shortest

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Iqbal, A. P. U. Siahaan, N. Elizabeth, & D. Purwanto, "Prim's Algorithm for Optimizing Fiber Optic Trajectory Planning," *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, vol. 3, no. 7, pp. 504–509, 2017.
- [2] Suhika, Tryana, & Ruwandar, "Optimalisasi Rencana Pemasangan Kabel Fiber Optik Di Itera Dengan Algoritma Prim," *Program & Pendidikan*, vol. 9, no. 1, pp. 86–92, 2020.
- [3] D. Dunggio, B. P. Asmara, & S. Abdussamad, "Perancangan Jaringan Distribusi FTTH Menggunakan Teknologi GPON Di Perumahan Griya Dulomo Indah," *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 3, no. 2, pp. 28–33, 2021.
- [4] NET 102 BIZNET INFRASTRUCTURE, *Training Department Biznet*, 2023.
- [5] G. Keiser, *Fiber Optic Communications*, New Delhi: Tata McGraw Hill, 2010.
- [6] C. J. Klivans, *Spanning Trees. In: The Mathematics of Chip-Firing*, 2019.
- [7] D. W. Nugraha, "Aplikasi Algoritma Prim untuk Menentukan Minimum Spanning Tree Suatu Graf Berbobot Berorientasi Objek," *Teknik Elektro UNTAD Palu*, vol. 1, no. 2, pp. 70–79, 2011.
- [8] Wamiliana, *Minimum Spanning Tree dan Desain Jaringan*, Bandar Lampung: Pustaka Media, 2022.
- [9] T. Syahputra & D. Setiawan, "Implementasi Algoritma Prim Dengan Teori Graph Pada Wpf Graph," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi STMIK Royal*, vol. 2, pp. 65–71, 2016.
- [10] Edy R.S., "Analisis Perbandingan Algoritma Prim dengan Algoritma Dijkstra dalam Pembentukan Minimum Spanning Tree," *Jurnal Teknik Informatika Unika St. Thomas*, vol. 1, no. 2, 2016.
- [11] T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, & C. Stein, *Introduction to Algorithms*, 3rd ed., Cambridge, MA: The MIT Press, 2009.