



Aplikasi Algoritma Kruskal dalam Menentukan Lintasan Terpendek Kabel Internet di Universitas Andalas

Des Welyyanti*, Adebli Aulia Zami, Aisyah Khairunnisa Ramadhani, Bunga, Emi Lazola, Fazira Ramadhani, Raisatun Nuha

Matematika dan Sains Data, FMIPA, Universitas Andalas, Padang

wely@sci.unand.ac.id

Abstract

This study aims to determine the shortest path for installing internet cables connecting 30 main buildings at Andalas University using the Kruskal algorithm within the Minimum Spanning Tree (MST) framework. Each building is modeled as vertex, while the distance between buildings measured using Google Earth is used as the edge weight in the graph. The MST is formed through two approaches, namely manual calculation and Python program implementation using the *networkx* library. Both methods produce the same minimum total cable length, which is 4122.77 meters, thus demonstrating the consistency and validity of the model and calculations. The MST obtained describes the most efficient internet cable installation route that can minimize the total cable length and support optimal campus infrastructure planning. This study proves the effectiveness of applying graph theory in optimizing infrastructure development at Andalas University.

Keywords: Kruskal's algorithm; Minimum Spanning Tree; graph theory; cable network optimization; Andalas University

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menentukan lintasan terpendek untuk pemasangan kabel internet yang menghubungkan 30 gedung utama di Universitas Andalas dengan menggunakan algoritma Kruskal dalam kerangka Minimum Spanning Tree (MST). Setiap gedung dimodelkan sebagai simpul, sementara jarak antargedung yang diukur melalui Google Earth dijadikan bobot sisi pada graf. Pembentukan MST dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu perhitungan manual dan implementasi program Python menggunakan library *networkx*. Kedua metode menghasilkan total panjang kabel minimum yang sama, yaitu 4122,77 meter, sehingga menunjukkan konsistensi serta validitas model dan perhitungan. MST yang diperoleh menggambarkan rute pemasangan kabel internet paling efisien yang mampu meminimalkan total panjang kabel dan mendukung perencanaan infrastruktur kampus secara optimal. Penelitian ini membuktikan efektivitas penerapan teori graf dalam optimasi pembangunan infrastruktur di Universitas Andalas.

Kata Kunci: algoritma Kruskal; Minimum Spanning Tree; teori graf; optimasi jaringan kabel; Universitas Andalas

1. PENDAHULUAN

Universitas Andalas merupakan salah satu perguruan tinggi dengan kawasan kampus yang terluas di Indonesia. Pada kampus utama yang berlokasi di Limau Manis, Kota Padang, memiliki luas area lebih dari 450 hektar dengan 15 fakultas, 1 sekolah pasca sarjana (*Fasilitas - Universitas Andalas*, n.d.). Luasnya area dan kompleksitas tata letak ini, menyebabkan banyak kemungkinan jalur penghubung antar lokasi. Jika pemilihan jalur dilakukan tanpa perhitungan yang tepat, hal ini berpotensi menimbulkan inefisiensi berupa waktu, biaya, dan sumber daya lainnya. Misalnya, pemasangan jaringan kabel atau pembangunan jalan penghubung antar gedung bisa menghabiskan material lebih banyak dari yang seharusnya hanya karena jalur yang dipilih bukanlah jalur yang minimum.

Untuk memecahkan permasalahan tersebut, konsep dalam teori graf dapat diterapkan, dimana setiap gedung dipandang sebagai simpul dan setiap jalur antar gedung dipandang sebagai sisi dengan bobot berupa jarak. Dalam hal ini, salah satu solusi adalah melalui pendekatan Minimum Spanning Tree (MST) yang memungkinkan pencarian jalur terpendek yang menghubungkan seluruh simpul dengan total jarak minimum. Algoritma Kruskal merupakan salah satu algoritma yang umum digunakan dalam Minimum Spanning Tree (MST), yang bekerja dengan cara memilih sisi-sisi graf secara bertahap berdasarkan bobot terkecil hingga terbentuk pohon merentang minimum (Uktoriko & Kirso, 2025). Meskipun terdapat perbandingan efisiensi dengan algoritma lain pada penentuan jalur jalan kota, Kruskal terbukti efektif dalam berbagai kasus optimasi jaringan (Djafar & Ibrahim, 2011).

Penerapan Kruskal pada optimasi infrastruktur dan alokasi sumber daya terbukti signifikan. Misalnya, penelitian oleh Mustavia Marcelina Manik (2024) efektif meningkatkan efisiensi distribusi air bersih pada jaringan pipa (Manik & Sormin, 2024), Dady Sulaima (2021) menghasilkan penghematan kabel yang signifikan pada jaringan PT. Telkom Tanjung Selor (Sulaiman et al., 2021). Algoritma Kruskal dapat menjadi alternatif dalam upaya optimalisasi pembuatan saluran air PDAM di wilayah KLU (Latri et al., 2019). Hal ini didukung oleh studi pada PDAM Tirta Dharma Lamongan yang berhasil mendapatkan rute minimum sebesar 27.364,55 meter dari total panjang jaringan pipa (Mualimah & Fanani, 2020). Dalam konteks jaringan dan pengkabelan digital, Kruskal juga memiliki peran sentral. Algoritma Kruskal dapat meminimalisir pengkabelan pada jaringan Intranet (Ar Ruhimat et al., 2024), dan aplikasinya pada metode MST masih bisa dikembangkan, misalnya dengan menambahkan ukuran ruangan pada form analisis jaringan komputer (Mahardika, 2019). Selanjutnya, dalam pemodelan rute terpendek berbasis lokasi (*Spatial Routing*), Kruskal telah digunakan secara luas. Algoritma ini terbukti mampu memberikan informasi letak lokasi ATM BRI di Kota Bengkulu (Gunawan & Cahyani, 2018), bahkan berhasil menghasilkan aplikasi pencarian lokasi ATM terdekat berbasis android memanfaatkan *OpenStreetMap* (Dwi Anggara Putra et al., 2016). Implementasi Kruskal juga diperluas pada penentuan rute

pariwisata untuk mendapatkan rute terpendek dan biaya minimum di Lombok Barat (Ramadhan et al., 2023) dan penentuan rute wisata kuliner di Mataram (Primajati et al., 2025). Keberagaman penerapan ini memberikan justifikasi kuat bagi penggunaan Algoritma Kruskal dalam penelitian ini.

Keunggulan utama algoritma Kruskal terletak pada efisiensi komputasinya yang memiliki kompleksitas waktu sebesar $O(E \log E)$, yang diperoleh dari proses pengurutan sisi sebelum proses seleksi dilakukan (Uktoriko & Kirso, 2025). Kompleksitas tersebut menjadikan Kruskal efektif diterapkan pada graf dengan jumlah sisi yang cukup banyak namun tidak seluruh simpulnya saling terhubung secara langsung, seperti jaringan antar gedung dalam suatu kawasan kampus (Manik & Sormin, 2024). Selain itu, algoritma ini relatif sederhana dalam implementasi karena hanya memerlukan proses pengurutan sisi dan pengecekan terbentuknya siklus menggunakan struktur *disjoint set*, sehingga memudahkan verifikasi hasil baik secara manual maupun komputasional (Mahardika, 2019). Berbagai penelitian terakreditasi dalam delapan tahun terakhir menunjukkan bahwa algoritma Kruskal mampu menghasilkan optimasi panjang jaringan secara konsisten pada berbagai konteks infrastruktur, seperti jaringan PDAM (Latri et al., 2019), jaringan distribusi air (Manik & Sormin, 2024), jaringan listrik perumahan (Uktoriko & Kirso, 2025), serta rute antar fakultas dalam kawasan kampus (Mardhatillah et al., 2022). Hasil-hasil tersebut memperlihatkan bahwa algoritma Kruskal tidak hanya stabil secara matematis, tetapi juga relevan dalam implementasi nyata yang membutuhkan efisiensi biaya dan material.

Meskipun pendekatan Minimum Spanning Tree telah diterapkan sebelumnya pada jaringan kabel internet di Universitas Andalas menggunakan algoritma Prim (Puteri et al., 2021), terdapat perbedaan mendasar dalam mekanisme pembentukan pohon rentang minimum yang digunakan. Algoritma Prim membangun jaringan dengan memperluas koneksi dari satu simpul awal ke simpul terdekat secara bertahap, sedangkan algoritma Kruskal memilih sisi dengan bobot minimum secara global tanpa bergantung pada simpul awal tertentu. Selain perbedaan pendekatan tersebut, penelitian ini juga menggunakan jumlah titik lokasi yang lebih banyak dan lebih variatif, sehingga model graf yang dibentuk merepresentasikan kondisi jaringan kampus secara lebih menyeluruh dan kompleks dibandingkan penelitian sebelumnya.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan algoritma Kruskal sebagai pendekatan alternatif dalam optimasi jaringan kabel internet di Universitas Andalas dengan cakupan simpul yang lebih luas. Penelitian ini tidak hanya memperluas jumlah dan variasi gedung yang dimodelkan, tetapi juga menggabungkan perhitungan manual langkah demi langkah dengan implementasi komputasional menggunakan Python (library *networkx*) untuk memastikan konsistensi hasil secara matematis dan komputasional. Pemodelan yang didasarkan pada pengukuran spasial aktual menggunakan Google Earth dengan kriteria keterhubungan antar gedung yang eksplisit

memberikan kontribusi metodologis dalam perencanaan infrastruktur jaringan digital kampus berbasis data riil dan representasi graf yang lebih komprehensif.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersifat primer karena data diperoleh secara langsung melalui observasi menggunakan aplikasi Google Earth terhadap gedung yang ada di Universitas Andalas Limau Manis. Hasil data yang diperoleh berupa peta dasar gedung Universitas Andalas Limau Manis yang berfungsi sebagai dasar untuk tahapan pengolahan data lebih lanjut dan dimodelkan menjadi graf guna mendukung analisis penelitian.

2.2 Metode Analisis

Metode analisis yang diterapkan dalam penelitian ini adalah teori graf dengan fokus pada konsep *Minimum Spanning Tree* (MST) yang diselesaikan menggunakan algoritma Kruskal. Pemilihan analisis ini dilandasi oleh kondisi jarak antarbangunan di Universitas Andalas yang dapat dimodelkan sebagai suatu graf. Algoritma Kruskal dipandang sesuai untuk menentukan jarak minimum pada graf ini karena memiliki kompleksitas perhitungan yang efisien, langkah yang sederhana, serta hasil yang mudah divisualisasikan.

Tahapan analisis yang dilakukan sebagai berikut:

1. Pembentukan Model Matematis

Model matematis disusun dalam bentuk graf dengan tujuan membentuk *spanning tree*. Langkah-langkah berikut menjelaskan proses mengubah peta menjadi graf berbobot:

- a. Mengumpulkan data peta Universitas Andalas dengan merujuk Google Earth.
- b. Menentukan bangunan yang bersisian dengan asumsi bahwa dua bangunan dikategorikan bersisian apabila bersebelahan atau berseberangan tanpa adanya bangunan lain sebagai pembatas.
- c. Setiap bangunan ditandai sebagai sebuah simpul yang diberi nama v_1, v_2, \dots, v_{30} kemudian simpul-simpul yang bersisian dihubungkan dengan sebuah sisi.
- d. Menentukan panjang setiap sisi berdasarkan jarak antarbangunan yang diperoleh dari Google Earth sehingga terbentuk graf berbobot.

2. Metode Penyelesaian

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada model adalah algoritma Kruskal dengan tahapan sebagai berikut (Harris et al., 2008).

- a. Mengurutkan bobot setiap sisi dari yang terkecil hingga terbesar.
- b. Memilih sisi dengan bobot minimum yang tidak membentuk siklus.

- c. Mengulangi langkah kedua hingga seluruh simpul terhubung dengan ketentuan tidak terbentuk siklus.
 - d. Menghitung total bobot minimum dari spanning tree yang diperoleh.
3. Analisis dan Interpretasi
Hasil yang diperoleh kemudian diinterpretasikan untuk menentukan jarak minimum dari rute yang terbentuk di Universitas Andalas. Jarak minimum tersebut bermanfaat dalam menentukan lintasan terpendek kabel internet di Universitas Andalas.
 4. Rekomendasi Kebijakan
Hasil analisis yang diperoleh dapat digunakan sebagai masukan bagi pengambil keputusan dalam menentukan lintasan pemasangan kabel internet di Universitas Andalas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Universitas Andalas memiliki 30 gedung utama yang dalam penelitian ini diperlakukan sebagai simpul pada graf. Setiap gedung direpresentasikan sebagai simpul yang akan menjadi dasar dalam proses pemodelan dan analisis jaringan. Adapun simpul-simpul tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Gedung Utama di Universitas Andalas

Simpul	Gedung
v_1	PKM
v_2	Bussines Center (BC)
v_3	Klinik Medika
v_4	Fakultas Kedokteran
v_5	Fakultas Keperawatan
v_6	Bank Center
v_7	Pusat Bahasa
v_8	Masjid Nurul Ilmi
v_9	Convention Hall
v_{10}	Rektorat
v_{11}	Auditorium
v_{12}	Fakultas Ekonomi dan Bisnis
v_{13}	Gedung Kuliah 2 (Gedung F, Gedung E, Gedung A, Gedung D)
v_{14}	Perpustakaan
v_{15}	Fakultas Peternakan
v_{16}	Fakultas Teknologi Pertanian
v_{17}	Fakultas Pertanian
v_{18}	Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
v_{19}	Fakultas Kesehatan Masyarakat
v_{20}	Laboratorium Sentral
v_{21}	Gedung 1 (Gedung B, C, G, H, I, J)
v_{22}	LP2M
v_{23}	Fakultas Teknik

v_{24}	Fakultas Farmasi
v_{25}	Fakultas Teknologi Informasi
v_{26}	Pasca Sarjana
v_{27}	Fakultas Ilmu Budaya
v_{28}	Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik
v_{29}	Fakultas Hukum
v_{30}	Kearsipan

Pada tahap awal, dilakukan pemodelan lokasi gedung di Universitas Andalas sebagai simpul graf dengan total 30 simpul yang mewakili gedung-gedung utama yang paling banyak digunakan dalam aktivitas civitas akademik. Setiap simpul tidak hanya mewakili satu bangunan fisik, tetapi mewakili seluruh bangunan yang berkaitan dalam area gedung yang mewakili, seperti Fakultas MIPA yang terdiri dari beberapa departemen, Laboratorium, dan beberapa fasilitas fakultas, diwakili oleh satu simpul untuk fakultas MIPA. Hal ini dilakukan karena dalam konteks pemasangan kabel internet, distribusi kabel biasanya hanya membutuhkan satu simpul pusat per-fakultas, tanpa harus memodelkan setiap bangunan kecil secara terpisah. Dari observasi menggunakan Google Earth, ditentukan 76 pasang gedung yang dianggap saling bersisian. Kriteria bersisian yang digunakan adalah dua gedung yang berdekatan atau saling berhadapan tanpa adanya gedung lain yang menjadi penghalang fisik. Asumsi ini sesuai dengan prinsip pemasangan kabel udara yang biasanya ditarik secara langsung dari satu tiang ke tiang berikutnya selama tidak terhalang bangunan besar.

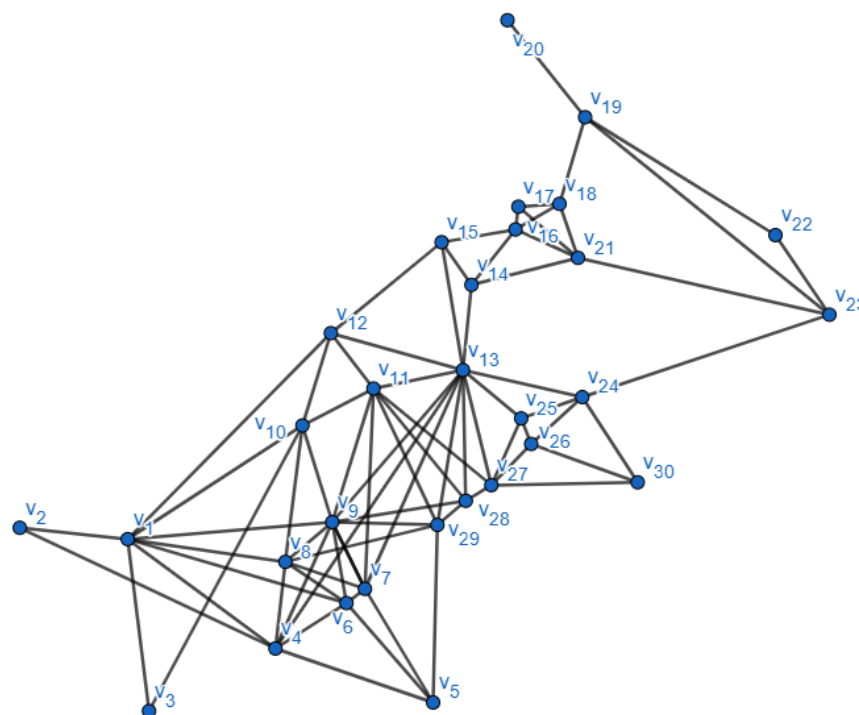
Seluruh jarak antargedung diperoleh melalui pengukuran Google Earth dengan mode pengukuran jarak antara dua simpul diukur melalui jalur udara. Pemilihan jarak udara dilakukan karena kabel internet akan dipasang menggunakan jalur udara, sehingga panjang kabel mengikuti garis lurus dari satu simpul ke simpul lain. Jarak ini kemudian dijadikan bobot pada masing-masing sisi graf yang menghubungkan dua simpul, sehingga terbentuklah graf berbobot. Selanjutnya, seluruh sisi diurutkan dari bobot terkecil hingga terbesar sebagai langkah awal penerapan algoritma Kruskal. Pengurutan ini penting karena algoritma Kruskal bekerja dengan memilih sisi terpendek terlebih dahulu agar total panjang kabel yang digunakan dapat diminimalkan. Sisi pertama yang dipilih adalah sisi dengan bobot 39,82 meter sebagai jarak terpendek di antara seluruh pasangan gedung. Kemudian sisi berikutnya dengan bobot 42,68 meter ditambahkan, dan proses ini dilanjutkan secara berurutan. Pada setiap pemilihan sisi baru, dilakukan pengecekan apakah sisi tersebut menimbulkan siklus dengan sisi-sisi yang telah lebih dulu terpilih. Jika penambahan suatu sisi menyebabkan terbentuknya siklus, sisi tersebut diabaikan karena keberadaannya hanya akan menyebabkan pemasangan kabel ganda dan pemborosan material.

Proses pemilihan, pengecekan siklus, dan penambahan sisi dilakukan secara berulang hingga seluruh simpul dapat dihubungkan dalam satu struktur jaringan tanpa adanya siklus. Dengan demikian, diperoleh Minimum Spanning Tree (MST) yang

merepresentasikan jalur pemasangan kabel internet paling efisien yang menghubungkan seluruh gedung utama di Unand. Dari hasil perhitungan manual, total panjang kabel minimum yang dibutuhkan adalah sebesar 4122,77 meter. Nilai total ini diperoleh dari penjumlahan seluruh sisi yang masuk ke MST dan mencerminkan panjang kabel minimum yang harus dipasang untuk memastikan seluruh gedung tetap terhubung dalam satu jaringan.

3.1 Proses Perhitungan Lintasan Terpendek Kabel Internet di Universitas Andalas Secara Manual

Berikut adalah graf awal yang terbentuk berdasarkan hasil analisis menggunakan aplikasi Google Earth. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Graf Awal Gedung Utama di Universitas Andalas

Panjang setiap sisi (bobot) pada graf tersebut termuat dalam Tabel 2 berikut.

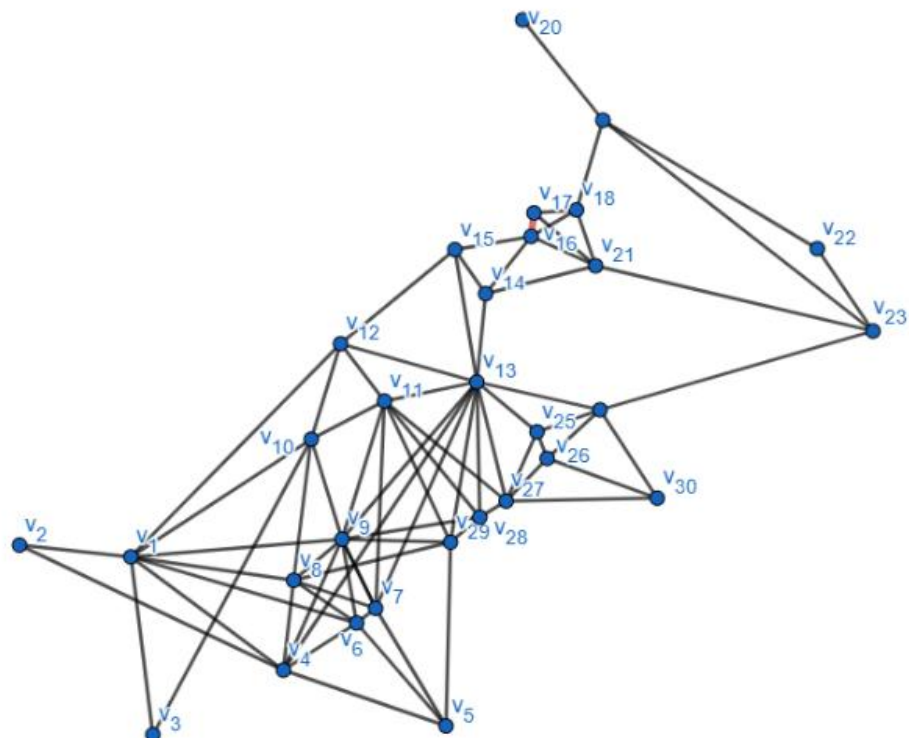
Tabel 2. Panjang Sisi pada Graf Awal

No	Sisi	Bobot (m)	No	Sisi	Bobot (m)
1	$v_1 v_2$	189.71	39	$v_{11} v_{28}$	252.84
2	$v_1 v_3$	300	40	$v_{11} v_{29}$	257.9
3	$v_1 v_4$	310.68	41	$v_{12} v_{13}$	229.74
4	$v_1 v_6$	382.13	42	$v_{12} v_{15}$	233.27
5	$v_1 v_8$	269.62	43	$v_{13} v_{14}$	146.65
6	$v_1 v_9$	346.43	44	$v_{13} v_{15}$	215.63
7	$v_1 v_{10}$	353.65	45	$v_{13} v_{24}$	202.89
8	$v_1 v_{12}$	490.29	46	$v_{13} v_{25}$	127.74

9	$v_2 v_4$	479.77	47	$v_{13} v_{27}$	200.61
10	$v_3 v_{10}$	558.43	48	$v_{13} v_{28}$	221.24
11	$v_4 v_5$	284.03	49	$v_{13} v_{29}$	261.89
12	$v_4 v_6$	143.45	50	$v_{14} v_{15}$	86.05
13	$v_4 v_{13}$	568.94	51	$v_{14} v_{16}$	119.96
14	$v_4 v_9$	238.92	52	$v_{14} v_{21}$	184.18
15	$v_4 v_8$	145.69	53	$v_{15} v_{16}$	124.06
16	$v_5 v_6$	223.49	54	$v_{16} v_{17}$	39.82
17	$v_5 v_7$	238.19	55	$v_{16} v_{18}$	88.16
18	$v_5 v_{29}$	301.78	56	$v_{16} v_{21}$	125.08
19	$v_6 v_8$	117.93	57	$v_{17} v_{18}$	57.65
20	$v_6 v_9$	143.79	58	$v_{17} v_{21}$	126.02
21	$v_6 v_7$	47.06	59	$v_{18} v_{19}$	151.21
22	$v_7 v_8$	134.57	60	$v_{18} v_{21}$	100.41
23	$v_7 v_9$	115.32	61	$v_{19} v_{20}$	244.44
24	$v_7 v_{11}$	336.16	62	$v_{19} v_{22}$	376.63
25	$v_7 v_{13}$	396.33	63	$v_{19} v_{23}$	531.29
26	$v_8 v_9$	109.31	64	$v_{21} v_{23}$	432.3
27	$v_8 v_{10}$	236.64	65	$v_{22} v_{23}$	166.83
28	$v_8 v_{29}$	268.71	66	$v_{23} v_{24}$	437.77
29	$v_9 v_{10}$	165.18	67	$v_{24} v_{25}$	112.17
30	$v_9 v_{11}$	238.32	68	$v_{24} v_{26}$	115.39
31	$v_9 v_{13}$	334.17	69	$v_{24} v_{30}$	175.42
32	$v_9 v_{28}$	227.95	70	$v_{25} v_{26}$	42.68
33	$v_9 v_{29}$	179.14	71	$v_{25} v_{27}$	121.42
34	$v_{10} v_{11}$	137.26	72	$v_{26} v_{27}$	102.62
35	$v_{10} v_{12}$	166.2	73	$v_{26} v_{30}$	192.34
36	$v_{11} v_{12}$	112.64	74	$v_{27} v_{28}$	45.98
37	$v_{11} v_{13}$	153.65	75	$v_{27} v_{30}$	252.14
38	$v_{11} v_{27}$	260.99	76	$v_{28} v_{29}$	59.82

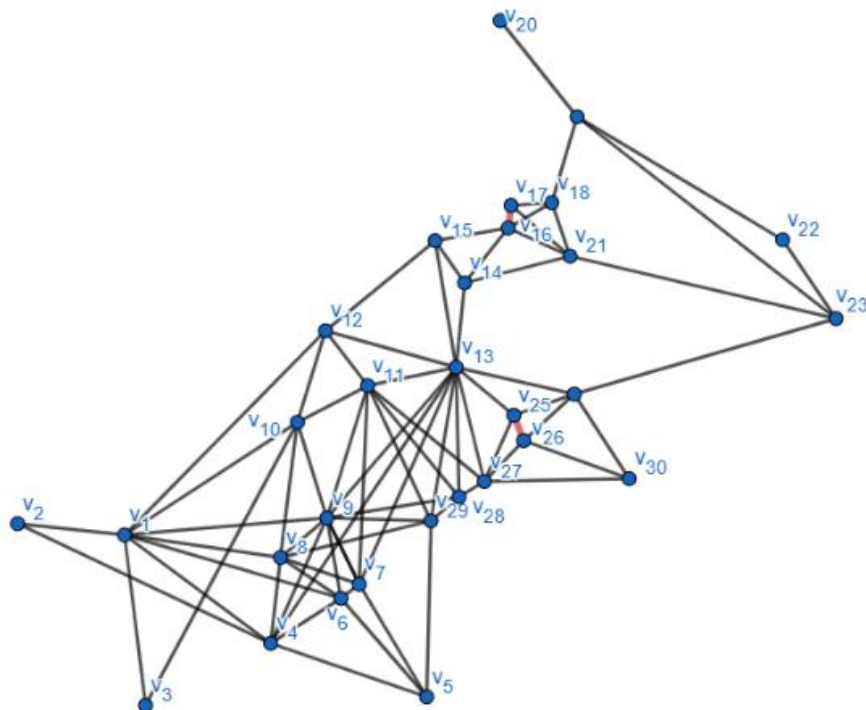
Berikut adalah proses menemukan Minimum Spanning Tree dengan algoritma Kruskal.

1. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah, yaitu sisi (v_{16}, v_{17}) (dapat dilihat pada Gambar 2).



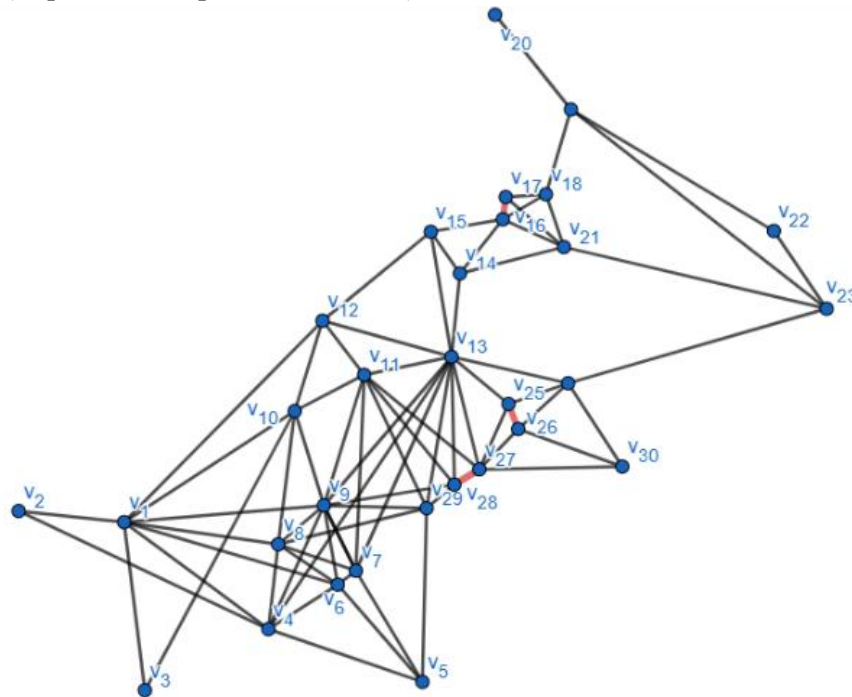
Gambar 2. Pewarnaan Sisi Pertama pada Algoritma Kruskal

2. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yang belum dipilih, yaitu sisi (v_{25}, v_{26}) (dapat dilihat pada Gambar 3).



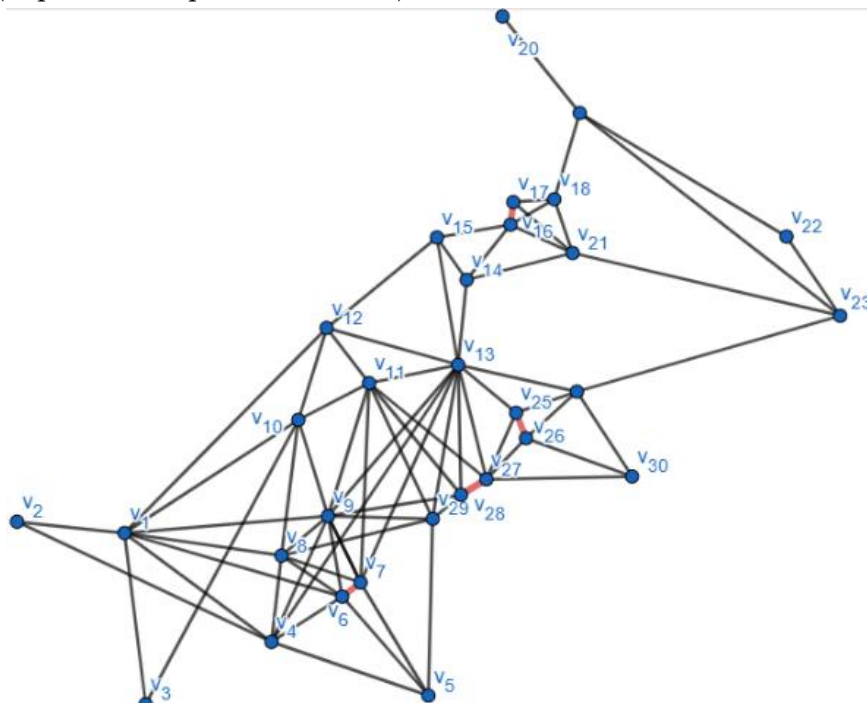
Gambar 3. Pewarnaan Sisi Kedua pada Algoritma Kruskal

3. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yang belum dipilih, yaitu sisi (v_{27}, v_{28}) (dapat dilihat pada Gambar 4).



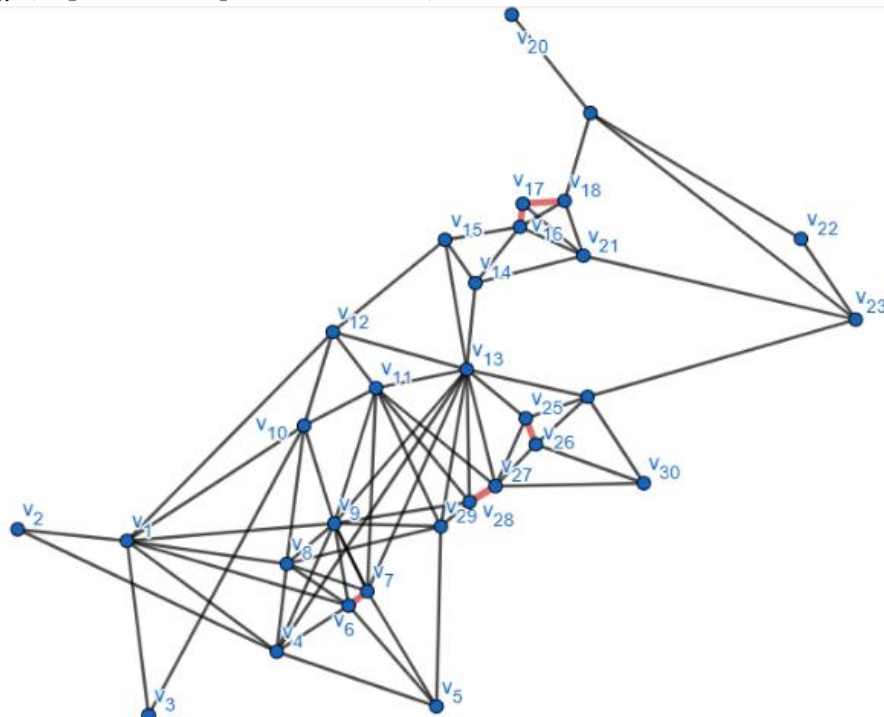
Gambar 4. Pewarnaan Sisi Ketiga pada Algoritma Kruskal

4. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yang belum dipilih, yaitu sisi (v_6, v_7) (dapat dilihat pada Gambar 5).



Gambar 5. Pewarnaan Sisi Keempat pada Algoritma Kruskal

5. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yang belum dipilih, yaitu sisi (v_{17}, v_{18}) (dapat dilihat pada Gambar 6).

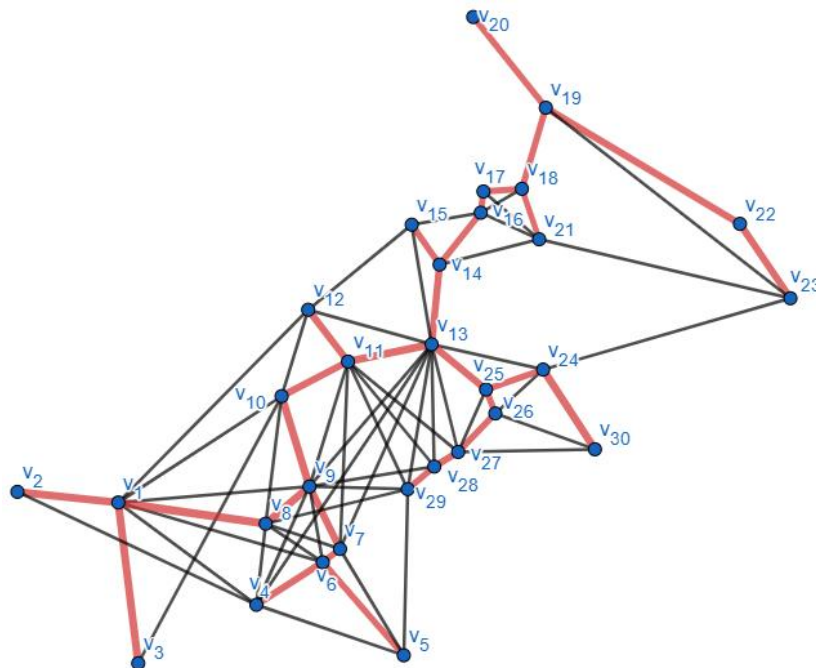


Gambar 6. Pewarnaan Sisi Kelima pada Algoritma Kruskal

6. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yang belum dipilih, yaitu sisi (v_{28}, v_{29}) .
7. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yang belum dipilih, yaitu sisi (v_{14}, v_{15}) .
8. Sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yaitu sisi (v_{16}, v_{18}) tidak dipilih karena membentuk *cycle*. Selanjutnya, dipilih sisi berbobot terendah berikutnya, yaitu (v_{18}, v_{21}) .
9. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yang belum dipilih, yaitu sisi (v_{26}, v_{27}) .
10. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yang belum dipilih, yaitu sisi (v_8, v_9) .
11. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yang belum dipilih, yaitu sisi (v_{24}, v_{25}) .
12. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yang belum dipilih, yaitu sisi (v_{11}, v_{12}) .

13. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yang belum dipilih, yaitu sisi (v_7, v_9) .
14. Sisi dengan bobot terendah berikutnya yaitu (v_{24}, v_{26}) dan (v_6, v_8) tidak dipilih karena membentuk *cycle*. Selanjutnya, dipilih sisi berbobot terendah berikutnya, yaitu (v_{14}, v_{16}) .
15. Sisi dengan bobot terendah berikutnya yaitu (v_{25}, v_{27}) , (v_{15}, v_{16}) , (v_{16}, v_{21}) , (v_{17}, v_{21}) tidak dipilih karena membentuk *cycle*. Selanjutnya, dipilih sisi berbobot terendah berikutnya, yaitu (v_{13}, v_{25}) .
16. Sisi dengan bobot terendah berikutnya yaitu sisi (v_7, v_8) tidak dipilih karena membentuk *cycle*. Selanjutnya, dipilih sisi berbobot terendah berikutnya, yaitu (v_{10}, v_{11}) .
17. Ambil sisi dengan bobot terendah berikutnya yang belum dipilih, yaitu sisi (v_4, v_6) (dapat dilihat pada Gambar 18).
18. Sisi dengan bobot terendah berikutnya yaitu (v_6, v_9) dan (v_4, v_8) tidak dipilih karena membentuk *cycle*. Selanjutnya, dipilih sisi berbobot terendah berikutnya, yaitu (v_{13}, v_{14}) .
19. Ambil sisi dengan bobot terendah berikutnya yang belum dipilih, yaitu sisi (v_{18}, v_{19}) .
20. Ambil sisi dengan bobot terendah berikutnya yang belum dipilih, yaitu sisi (v_{11}, v_{13}) .
21. Ambil sisi dengan bobot terendah berikutnya yang belum dipilih, yaitu sisi (v_9, v_{10}) .
22. Sisi dengan bobot terendah berikutnya yaitu (v_{10}, v_{12}) tidak dipilih karena membentuk *cycle*. Selanjutnya, dipilih sisi berbobot terendah berikutnya, yaitu (v_{22}, v_{23}) .
23. Ambil sisi dengan bobot terendah berikutnya yang belum dipilih, yaitu sisi (v_{24}, v_{30}) .
24. Sisi dengan bobot terendah berikutnya yaitu (v_9, v_{29}) dan (v_{14}, v_{21}) tidak dipilih karena membentuk *cycle*. Selanjutnya dipilih sisi berbobot terendah berikutnya, yaitu (v_1, v_2) .

25. Sisi dengan bobot terendah berikutnya yaitu (v_{26}, v_{30}) , (v_{13}, v_{27}) , (v_{13}, v_{24}) , (v_{13}, v_{15}) , (v_{13}, v_{28}) tidak dipilih karena membentuk *cycle*. Selanjutnya, dipilih sisi berbobot terendah berikutnya, yaitu (v_5, v_6) .
26. Sisi dengan bobot terendah berikutnya yaitu (v_9, v_{28}) , (v_{12}, v_{13}) , (v_{12}, v_{15}) , (v_{13}, v_{15}) , (v_8, v_{10}) , (v_5, v_7) , (v_9, v_{11}) , (v_4, v_9) tidak dipilih karena membentuk *cycle*. Selanjutnya, dipilih sisi lain berbobot terendah berikutnya, yaitu (v_{19}, v_{20}) .
27. Sisi dengan bobot terendah berikutnya yaitu (v_{27}, v_{30}) , (v_{11}, v_{28}) , (v_{11}, v_{29}) , (v_{11}, v_{27}) , (v_8, v_{10}) , (v_{13}, v_{29}) , (v_8, v_{29}) tidak dipilih karena membentuk *cycle*. Selanjutnya, dipilih sisi lain berbobot terendah berikutnya, yaitu (v_1, v_3) .
28. Sisi dengan bobot terendah berikutnya yaitu (v_4, v_5) tidak dipilih karena membentuk *cycle*. Selanjutnya, dipilih sisi berbobot terendah berikutnya yaitu (v_1, v_3) .
29. Sisi dengan bobot terendah berikutnya yaitu (v_5, v_{29}) , (v_1, v_4) , (v_9, v_{13}) , (v_7, v_{11}) , (v_1, v_9) dan (v_1, v_{10}) tidak dipilih karena membentuk *cycle*. Selanjutnya dipilih sisi berbobot terendah berikutnya, yaitu (v_{19}, v_{22}) . Hasil dari langkah 6 sampai dengan 29 dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pewarnaan Sisi Ke-29 pada Algoritma Kruskal

30. Proses pembentukan Minimum Spanning Tree dinyatakan selesai karena seluruh simpul pada graf sudah terhubung.

Jarak terpendek (bobot minimum) didapatkan dari hasil penjumlahan akhir bobot sisi-sisi pada Minimum Spanning Tree yang diperoleh dengan algoritma Kruskal. Detail bobot sisi ini termuat dalam tabel berikut.

Tabel 3. Total Bobot Sisi pada Minimum Spanning Tree

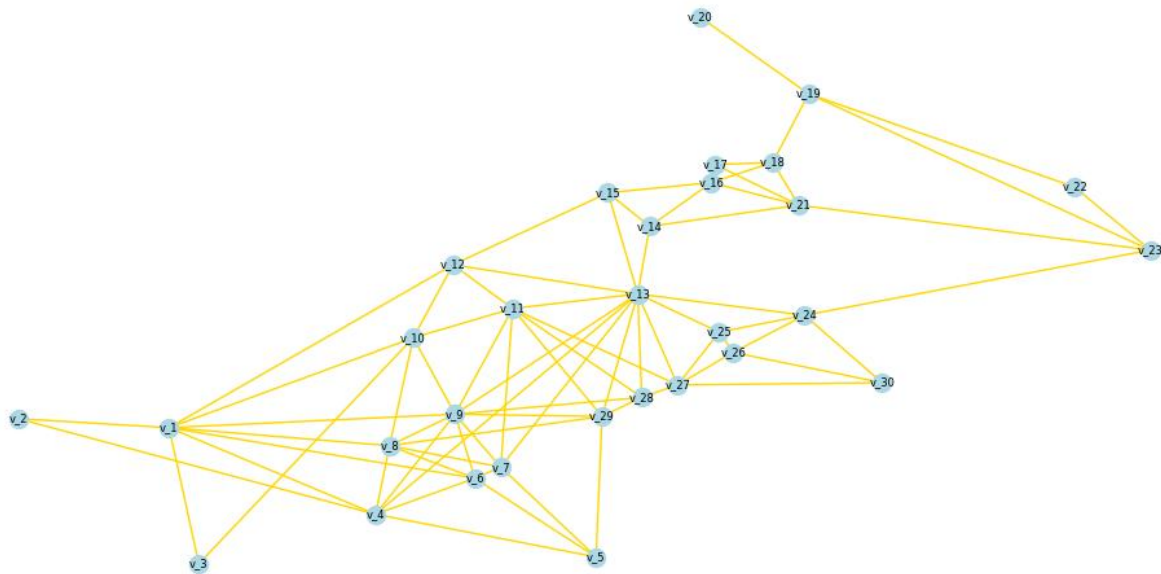
Urutan	Sisi	Bobot
1	$v_{16} - v_{17}$	39,82 m
2	$v_{25} - v_{26}$	42,68 m
3	$v_{27} - v_{28}$	45,98 m
4	$v_6 - v_7$	47,06 m
5	$v_{17} - v_{18}$	57,65 m
6	$v_{28} - v_{29}$	59,82 m
7	$v_{14} - v_{15}$	86,05 m
8	$v_{18} - v_{21}$	100,41 m
9	$v_{26} - v_{27}$	102,62 m
10	$v_8 - v_9$	109,31 m
11	$v_{24} - v_{25}$	112,17 m
12	$v_{11} - v_{12}$	112,64 m
13	$v_7 - v_9$	115,32 m
14	$v_{14} - v_{16}$	119,96 m
15	$v_{13} - v_{25}$	127,74 m
16	$v_{10} - v_{11}$	137,26 m
17	$v_4 - v_6$	143,45 m
18	$v_{13} - v_{14}$	146,65 m
19	$v_{18} - v_{19}$	151,21 m
20	$v_{11} - v_{13}$	153,65 m
21	$v_9 - v_{10}$	165,18 m
22	$v_{22} - v_{23}$	166,83 m
23	$v_{24} - v_{30}$	175,42 m
24	$v_1 - v_2$	189,71 m
25	$v_5 - v_6$	223,49 m
26	$v_{19} - v_{20}$	244,44 m
27	$v_1 - v_8$	269,62 m
28	$v_1 - v_3$	300 m
29	$v_{19} - v_{22}$	376,63 m
	Jumlah	4122,77 m

Setelah menerapkan algoritma Kruskal, diperoleh lintasan terpendek kabel internet di Universitas Andalas dengan bobot total minimum adalah 4122,7 meter.

3.2 Proses Perhitungan Lintasan Terpendek Kabel Internet di Universitas Andalas Menggunakan Python

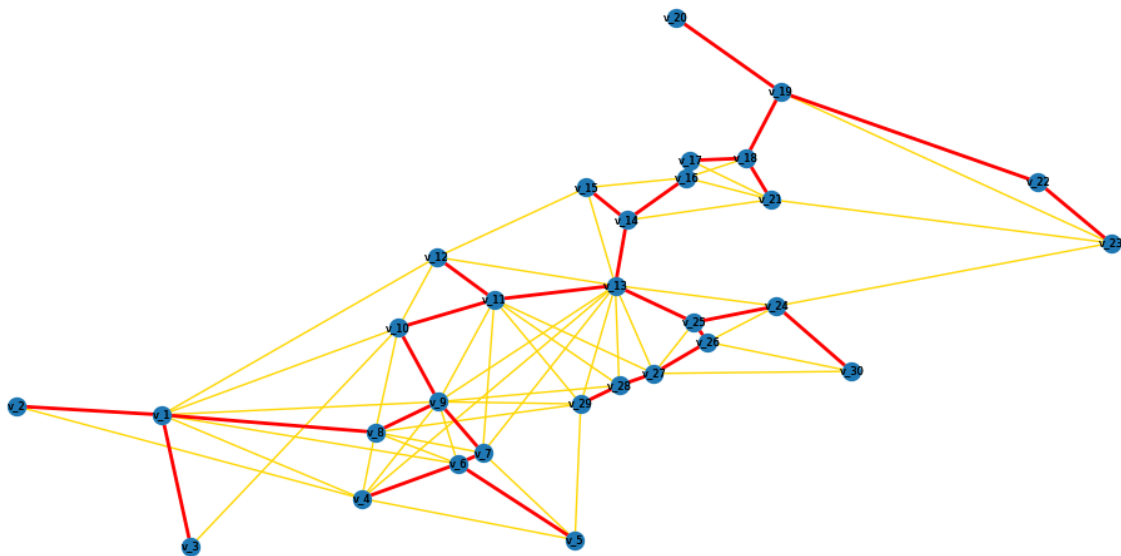
Proses pembentukan Minimum Spanning Tree juga dapat dilakukan dengan bantuan program Python menggunakan library networkx. Berikut adalah hasil MST yang diperoleh dengan bantuan Python.

Graf Awal Peta Universitas Andalas



Gambar 8. Graf Awal Gedung Utama Universitas Andalas dengan Bantuan Python

Minimum Spanning Tree (Kruskal)
Total Bobot Minimum = 4122.77



Gambar 9. Minimum Spanning Tree yang Diperoleh dari Python

```

Edges yang termasuk dalam MST (Kruskal):
v_1 - v_2 : 189.71
v_1 - v_8 : 269.62
v_1 - v_3 : 300
v_4 - v_6 : 143.45
v_6 - v_7 : 47.06
v_6 - v_5 : 223.49
v_8 - v_9 : 109.31
v_9 - v_7 : 115.32
v_9 - v_10 : 165.18
v_10 - v_11 : 137.26
v_12 - v_11 : 112.64
v_13 - v_25 : 127.74
v_13 - v_14 : 146.65
v_13 - v_11 : 153.65
v_29 - v_28 : 59.82
v_28 - v_27 : 45.98
v_27 - v_26 : 102.62
v_15 - v_14 : 86.05
v_14 - v_16 : 119.96
v_24 - v_25 : 112.17
v_24 - v_30 : 175.42
v_25 - v_26 : 42.68
v_16 - v_17 : 39.82
v_21 - v_18 : 100.41
v_17 - v_18 : 57.65
v_18 - v_19 : 151.21
v_19 - v_20 : 244.44
v_19 - v_22 : 376.63
v_22 - v_23 : 166.83

Total bobot minimum = 4122.77

```

Gambar 10. Total Bobot Minimum Spanning Tree yang Diperoleh dari Phyton

Hasil yang diperoleh dari perhitungan manual dan program computer sama persis, baik dari sisi urutan sisi yang terpilih maupun total bobot akhir. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model dan perhitungan yang dilakukan secara manual sudah konsisten dan valid. Dengan demikian, rute Minimum Spanning Tree yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar perancangan rute pemasangan kabel internet udara yang mampu meminimalkan total panjang kabel serta biaya instalasi dengan bobot minimum 4122,7 meter.

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini dapat dibandingkan dengan penelitian sebelumnya di Universitas Andalas yang menggunakan algoritma Prim untuk menentukan lintasan terpendek jaringan kabel internet. Secara konseptual, baik algoritma Prim maupun Kruskal menghasilkan struktur Minimum Spanning Tree, sehingga keduanya menjamin solusi dengan total bobot minimum. Namun, perbedaan strategi pembentukan pohon rentang memberikan karakteristik struktur jaringan yang berbeda, di mana algoritma Kruskal melakukan pemilihan sisi berbobot minimum secara global tanpa bergantung pada simpul awal tertentu. Selain itu, penelitian ini menggunakan jumlah simpul yang lebih banyak dan variasi lokasi gedung yang lebih beragam dibandingkan penelitian sebelumnya, sehingga graf yang dibentuk memiliki

kompleksitas topologi yang lebih tinggi. Dengan cakupan titik lokasi yang lebih luas tersebut, hasil total panjang kabel minimum sebesar 4122,77 meter merepresentasikan model jaringan yang lebih komprehensif terhadap kondisi riil kampus. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan Kruskal tetap konsisten menghasilkan struktur jaringan yang efisien meskipun diterapkan pada graf dengan jumlah simpul dan distribusi bobot yang lebih variatif, sekaligus memperluas cakupan analisis dari penelitian terdahulu.

4. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan Algoritma Kruskal untuk menentukan lintasan terpendek pemasangan kabel internet antar 30 gedung utama di Universitas Andalas. Pemodelan dilakukan dengan merepresentasikan setiap gedung sebagai simpul graf dan jarak antargedung sebagai bobot sisi yang diperoleh melalui pengukuran Google Earth. Hasil perhitungan manual yang dilakukan menunjukkan bahwa total panjang kabel minimum yang menghubungkan seluruh gedung adalah 4122,77 meter. Nilai ini divalidasi melalui pemrograman Python menggunakan library *networkx* dan menghasilkan bobot total yang sama, sehingga menunjukkan bahwa model, asumsi, serta proses perhitungan sudah tepat dan konsisten. Dengan demikian, Minimum Spanning Tree (MST) yang diperoleh dapat dijadikan dasar penentuan rute pemasangan kabel internet yang paling efisien di lingkungan Universitas Andalas.

5. REKOMENDASI

Penelitian ini berhasil menentukan lintasan kabel internet minimum menggunakan algoritma Kruskal dengan hasil yang konsisten antara perhitungan manual dan komputasional. Namun demikian, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pengukuran jarak antar gedung dilakukan menggunakan Google Earth dengan asumsi jalur udara garis lurus sehingga belum sepenuhnya mempertimbangkan hambatan geografis maupun kondisi fisik di lapangan yang dapat memengaruhi proses instalasi kabel. Selain itu, model graf yang digunakan hanya mempertimbangkan bobot berupa jarak tanpa memasukkan faktor lain seperti biaya pemasangan, kapasitas jaringan, atau aspek teknis operasional. Oleh karena itu, penulis merekomendasikan dilakukannya validasi lapangan secara fisik untuk memastikan jalur yang diperoleh benar-benar sesuai dengan kondisi riil serta dapat diimplementasikan secara optimal. Pengembangan lebih lanjut juga dapat dilakukan dengan mempertimbangkan pendekatan yang mengintegrasikan variabel teknis tambahan agar hasil perencanaan jaringan menjadi lebih komprehensif dan aplikatif dalam pengambilan keputusan infrastruktur kampus.

6. REFERENSI

Ar Ruhimat, Q. A., Slamini, S., & Malinda, A. (2024). Efektivitas Algoritma Kruskal dalam Mengoptimalkan Jalur Terpendek pada Jaringan Intranet. *JSN: Jurnal Sains Natural*, 2(3), 59–67. <https://doi.org/10.35746/jsn.v2i3.546>

- Djafar, I., & Ibrahim, A. (2011). Implementasi Pohon Merentang Minimum Dalam Menentukan Prioritas Pemeliharaan Jalur Jalan Kota Dengan Biaya Minimal. In *JURNAL DIGIT* (Vol. 1, Number 2).
- Dwi Anggara Putra, E., Farady Coastera, F., Kunci, K., & Lokasi, P. (2016). PENERAPAN OPEN STREET MAP UNTUK MENCARI LOKASI ATM TERDEKAT DENGAN ALGORITMA KRUSKAL BERBASIS SMARTPHONE ANDROID (STUDI KASUS: LOKASI ATM DI KOTA BENGKULU). In *Jurnal Rekursif* (Vol. 4, Number 2).
- Fasilitas - Universitas Andalas*. (n.d.). Retrieved December 5, 2025, from <https://www.unand.ac.id/kemahasiswaan/kehidupan-kampus/fasilitas>
- Gunawan, & Cahyani, M. I. (2018). Penerapan Algoritma Kruskal Dalam Mencari Lokasi Anjungan Tunai Mandiri Bank Rakyat Indonesia Cabang Bengkulu Berbasis Android. *JTIS*, 1, 44–49.
- Harris, J. M., Hirst, J. L., & Mossinghoff, M. J. (2008). *Combinatorics and Graph Theory, Second Edition (Undergraduate Texts in Mathematics)*. <http://www.springer.com/series/666>
- Lastri, D., Masriani, M., W, N., Hidayatullah, P., Misuki, W. U., & Romdhini, M. U. (2019). Aplikasi Algoritma Kruskal dalam Pembuatan Saluran Air PDAM di Wilayah KLU. *EIGEN MATHEMATICS JOURNAL*, 22–27. <https://doi.org/10.29303/emj.v1i1.22>
- Mahardika, F. (2019). Penerapan Teori Graf Pada Jaringan Komputer Dengan Algoritma Kruskal. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 4(1), 48–53. <https://doi.org/10.30591/jpit.v4i1.1032>
- Manik, M. M., & Sormin, C. (2024). Optimasi Jaringan Pipa PDAM Tirta Sanjung Buana Di Perumahan Salasah Indah Menggunakan Algoritma Kruskal. *JISTech (Journal of Islamic Science and Technology)*, 9(2), 249. <https://doi.org/10.30829/jistech.v9i2.22728>
- Mardhatillah, R., Rahmadiyah, Y., & Wulandari, Y. P. (2022). Implementasi Algoritma Kruskal dalam Menentukan Rute Terdekat di Fakultas Universitas Jambi Kampus Pinang Masak. 1(2). <https://doi.org/10.22437/multiproximity.v1i2.17937>
- Mualimah, A., & Fanani, A. (2020). Penggunaan Algoritma Kruskal Dalam Jaringan Pipa Pendistribusian Air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Dharma Lamongan. In *Jurnal Mahasiswa Matematika ALGEBRA* (Vol. 1, Number 1).
- Primajati, G., Supiarmo, G., & Oktavihari, D. (2025). Application of Kruskal's Algorithm in Determining the Shortest Route Distance for Culinary Tourism in Mataram City. *English and Tourism Studies*, 3, 20–26. <https://doi.org/10.59535/ets.v3i1.503>
- Puteri, I., Syafwan, M., & Iqbal Baqi, A. (2021). PENERAPAN ALGORITMA PRIM UNTUK MENENTUKAN LINTASAN TERPENDEK JARINGAN KABEL INTERNET DI UNIVERSITAS ANDALAS. *Jurnal Matematika UNAND*, 10, 476–488.
- Ramadhan, F., Soeprianto, H., Turmuzi, Muh., & Amrullah, A. (2023). Implementasi Algoritma Kruskal dalam Menentukan Rute Terpendek dan Biaya Minimum Pada Tempat Pariwisata di Daerah Lombok Barat. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(3), 1509–1521. <https://doi.org/10.29303/jipp.v8i3.1512>
- Sulaiman, D., Arif, A., & Dwi Christyanti, R. (2021). Penerapan Algoritma Kruskal Pada Jaringan Kabel di Tanjung Selor (Vol. 15, Number 2).
- Uktoriko, & Kirso. (2025). Optimasi Reduksi Jaringan Kabel Listrik Perumahan Depok Indah I Menggunakan Algoritma Kruskal. *Jurnal Ilmiah Komputasi*, 24(2). <https://doi.org/10.32409/jikstik.24.2.3808>