



Optimalisasi Jalur Pedestrian Antar Fakultas Di Universitas Mataram Menggunakan Algoritma Kruskal

Gilang Primajati, M. Gunawan Supiarmo, Dita Oktavihari

Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Mataram, Mataram

gilangprimajati@staff.unram.ac.id

Abstract

Efficient pedestrian pathways between faculties and key locations within the Universitas Mataram campus are a crucial aspect in supporting the academic and non-academic mobility. Optimization of pedestrian paths based on distance and connectivity efficiency between important points. This study aims to identify and optimize as well as determine the shortest pedestrian paths between faculties by applying the Kruskal algorithm, which connects all points without forming cycles based on the Minimum Spanning Tree (MST) method. There are 13 vertices representing faculties or key locations at Universitas Mataram. The distances between these faculties or places are represented as weighted edges measured in meters. A total of 15 edges were initially identified according to the algorithm's execution. Among these, 3 edges formed cycles and had to be gradually eliminated in order to comply with Kruskal's algorithm, resulting in the optimal solution of 12 edges for the shortest pedestrian network. The distances of these 12 edges were obtained through mapping using Google Maps. The total length of the resulting optimized pedestrian route is 2,650 meters or 2.65 kilometers. These findings can serve as a reference for policymakers at Universitas Mataram to consider in the development of network-based pedestrian infrastructure.

Keywords: *Pedestrian Path, Kruskal Algorithm, Minimum Spanning Tree, Cycle, Vertex, Edge*

Abstrak

Jalur pedestrian yang efisien antar fakultas dan tempat-tempat di lingkungan Universitas Mataram menjadi salah satu aspek penting dalam mendukung mobilitas akademik dan non-akademik. Optimalisasi jalur pedestrian berdasarkan jarak dan efisiensi konektivitas antar titik-titik penting. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengoptimalkan serta mencari jalur pedestrian terpendek antar fakultas dengan menerapkan metode algoritma kruskal yang menghubungkan seluruh titik tanpa membentuk siklus berdasarkan *Minimum Spanning Tree*. Terdapat 13 *vertex* (titik simpul) yang merepresentasikan fakultas/tempat di Universitas Mataram. Jarak antar fakultas/tempat direpresentasikan sebagai *edge* (sisi) yang berbobot dalam satuan meter. Diperoleh 15 sisi yang sesuai dengan algoritma yang dijalankan. Dari 15 sisi tersebut ternyata ada 3 buah sisi yang membentuk siklus yang secara tahap demi tahap harus dieliminasi agar sesuai dengan algoritma kruskal sehingga optimalisasi jalur pedestrian terpendek diperoleh sebanyak 12 sisi. Jarak 12 sisi diperoleh dari pemetaan dengan google maps. Rute pedestrian yang terbentuk dari penelitian ini adalah sepanjang 2650 meter atau 2,65 Km. Hasil ini dapat dijadikan suatu rujukan untuk menjadi pertimbangan pengambil kebijakan yang ada di Universitas Mataram untuk membuat infrastruktur berbasis jaringan.

Kata Kunci: *Jalur Pedestrian, Algoritma Kruskal, Minimum Spanning Tree, Siklus, Vertex, Edge*

1. PENDAHULUAN

Universitas Mataram ialah sebuah kampus terbesar di Kota Mataram, Ibukota Provinsi Nusa Tenggara Barat yang secara fisik berdiri pada luas tanah yang mencapai 48 Ha. Pesatnya perkembangan kampus dari segi fisik berupa fasilitas gedung perkuliahan, laboratorium, unit pelayanan teknis, perpustakaan, kantin mahasiswa, gor olahraga dan fasilitas fisik lainnya yang menunjang kegiatan tridarma perguruan tinggi memiliki tantangan untuk membuat konektivitas antar tempat-tempat tersebut agar dapat memudahkan mobilitas segenap sivitas akademika di dalam menjalani kehidupan sehari-hari di kampus. Konektivitas ini harus sejalan dengan komitmen Universitas Mataram yang sangat gencar menjadi kampus hijau yang alami dan asri.

Perencanaan tata ruang kampus yang baik merupakan faktor penting dalam mendukung kelancaran aktivitas akademik dan mobilitas sivitas akademika. Salah satu aspek yang kerap terabaikan namun sangat vital adalah jalur pedestrian atau jalur pejalan kaki. Di lingkungan Universitas Mataram, dengan luas kampus yang cukup besar dan distribusi fakultas yang tersebar, keberadaan jalur pedestrian yang optimal menjadi kebutuhan mendesak guna menunjang kenyamanan, efisiensi waktu tempuh, serta keselamatan pengguna jalan.

Permasalahan yang sering muncul adalah belum terintegrasinya jaringan jalur pejalan kaki secara menyeluruh antar fakultas. Beberapa jalur yang ada saat ini belum memberikan pilihan rute terpendek atau termudah bagi pejalan kaki. Akibatnya, mobilitas antar lokasi menjadi kurang efisien yang pada akhirnya dapat berdampak pada produktivitas dan kenyamanan pengguna kampus. Untuk itu, dibutuhkan pendekatan ilmiah dan sistematis dalam merancang ulang jaringan pedestrian kampus agar lebih efisien dan fungsional.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah dengan membentuk representasi jaringan pejalan kaki dalam bentuk graf berbobot yang tak berarah, di mana setiap simpul (node) merepresentasikan lokasi fakultas, dan setiap sisi (edge) merepresentasikan jalur yang menghubungkan dua lokasi dengan bobot berupa jarak tempuh. Dalam konteks ini, Algoritma Kruskal menjadi salah satu solusi yang dapat diterapkan untuk menemukan struktur jalur minimum yang menghubungkan seluruh

titik, yang dikenal sebagai *Minimum Spanning Tree* (MST). MST adalah masalah pengoptimalan yang mendasar dan terkenal dalam teori graf (Dey et al., 2019). MST merupakan penentuan sisi-sisi yang terhubung antar titik-titik yang terdapat pada jaringan sehingga diperoleh panjang sisi total minimum (Munier et al., 2017), atau ditemukan pohon biaya minimum, sehingga dapat menguraikan masalah secara logis dan alami yang lebih kecil (Pop et al., 2018). Lebih jauh, Menurut (Tamber et al., 2020), MST merupakan pohon yang terbentuk dari bagian tepi yang diberikan grafik tidak berarah, dengan dua property yakni mencakup grafik setiap simpul dan memberikan nilai minimum total semua tepi bisa jadi serendah-rendahnya.

Algoritma kruskal merupakan sebuah algoritma dalam teori graf yang mencari sebuah pohon merentang minimum atau sering dikenal dengan sebutan "*minimum spanning tree*" untuk sebuah graf berbobot yang terhubung (Marsudi, 2016). Algoritma Kruskal bekerja dengan cara memilih sisi-sisi dengan bobot terkecil yang tidak membentuk siklus, hingga seluruh simpul terhubung. Konsep graf pohon sangat penting dalam teori graf, terutama dalam konteks aplikasi teori graf. Pohon (*tree*) memainkan peran krusial dalam analisis dan desain jaringan, sering kali menjadi tulang punggung (*backbone*) dari jaringan yang terhubung (Didiharyono dan Soraya, 2018). Karena definisi pohon diacu dari teori graf, maka sebuah pohon dapat mempunyai hanya sebuah simpul tanpa sebuah sisipun. Oleh karena itu, jika $G=(V, E)$ adalah pohon, maka V tidak boleh berupa himpunan kosong, namun E boleh kosong (Didiharyono dan Soraya, 2018). Penerapan algoritma kruskal dilakukan dengan mengurutkan terlebih dahulu semua sisi pada graf, kemudian mengoperasikannya satu persatu hingga tercapai sisi pohon merentang berjumlah $n-1$ buah (dengan n adalah jumlah simpul pada graf) (Siregar, 2018). Lebih sistematis lagi, menurut (Seweken, 2021) algoritma kruskal adalah algoritma yang dapat digunakan untuk mencari nilai bobot minimal dari sebuah spanning tree (minimum spanning tree). Berikut adalah langkah-langkah untuk mencari MST menggunakan algoritma kruskal (1) Urutkan berdasarkan nilai bobot terendah hingga yang terbesar, (2) Pilih sisi dengan bobot terkecil, (3) Pilih sisi dengan bobot terkecil kecuali sisi yang telah terpilih, (4) Pilih sisi dengan bobot terkecil tetapi tidak membentuk sirkuit dengan verteks yang sudah ditandai, (5) Lakukan langkah tersebut berulang hingga sebanyak $n-1$ kali. Dengan

menerapkan algoritma ini, dapat diperoleh desain jaringan jalur pedestrian dengan total jarak minimum namun tetap menghubungkan seluruh fakultas secara efisien. Algoritma Kruskal ini dipilih dibandingkan dengan algoritma sejenis seperti algoritma Prim karena Kruskal lebih efisien ketika jumlah edge (sisi) jauh lebih sedikit dibanding jumlah kemungkinan total sisi. Selain itu alasannya adalah implementasi yang lebih mudah yakni cocok untuk implementasi di graf yang tidak terhubung sempurna yang tidak memerlukan struktur graf yang terhubung penuh atau representasi adjacency matrix. Penerapan algoritma ini dalam konteks Universitas Mataram diharapkan dapat memberikan rekomendasi nyata terhadap perbaikan dan pengembangan jalur pedestrian di lingkungan kampus.

Beberapa penelitian yang menggunakan algoritma kruskal dalam jaringan mencari rute terpendek yang dapat dijadikan rujukan dalam pengoptimalan jarak minimum yaitu penelitian yang dilakukan oleh (Made Ayu Ulandari et al., 2021) tentang pencarian rute terpendek tempat wisata di Lombok Tengah, penelitian oleh (Kusnadi et al., 2022) tentang Aplikasi Algoritma Kruskal dan Sollin pada Jaringan Transmisi Nasional Provinsi Sulawesi Selatan, penelitian tentang pengoptimalan rute terpendek jaringan internet oleh (Ar Ruhimat et al., 2024) kemudian penelitian tentang penentuan rute terpendek jalur distribusi air oleh (Wulandari & Arifin, 2018). Dari penelitian-penelitian tersebut peneliti terinspirasi untuk menggunakan algoritma Kruskal di dalam memodelkan masalah pengopimalan jalur pedestrian di Universitas Mataram. Hal ini sekaligus menjadi novelty atau kebaruan di dalam penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) memodelkan jaringan rute pejalan kaki antar fakultas di Universitas Mataram dalam bentuk graf berbobot; (2) mengimplementasikan Algoritma Kruskal untuk menemukan jalur optimal antar lokasi; dan (3) menyusun rekomendasi pengembangan jalur pedestrian berdasarkan hasil optimasi. Dengan demikian, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan penting bagi perencanaan infrastruktur kampus yang lebih baik, khususnya dalam mendukung konsep kampus hijau dan ramah pejalan kaki.

2. METODE PENELITIAN

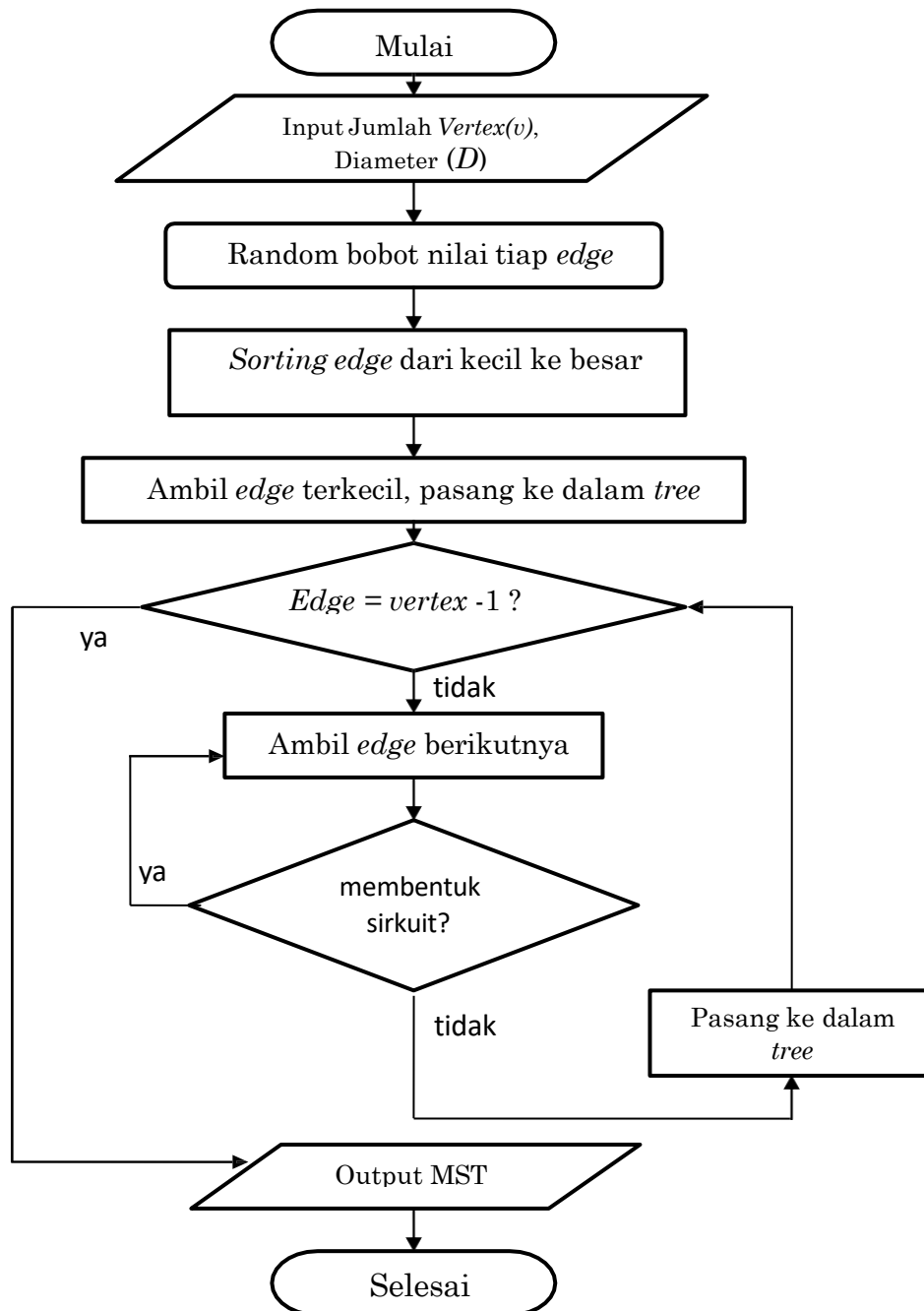
Penelitian ini adalah penelitian terapan dan merupakan jenis penelitian deskriptif (Fuad, M. A., Sartimbul, A., Iranawati, F., Sambah, A. B., Yona, D., & Hidayati, 2019). Penelitian terapan digunakan untuk menguji manfaat teori-teori ilmiah dan difokuskan pada pengetahuan teoritis dan praktis dalam bidang tertentu, bukan pengetahuan yang bersifat universal (Sudaryono, 2016). Penelitian terapan diarahkan pada pemecahan masalah-masalah praktis, dalam rangka penentuan kebijakan (Manaroinson, 2013)

. Dalam hal ini tentunya teori yang digunakan adalah algoritma kruskal kemudian masalah praktis tentang pengoptimalan jaringan pedestrian untuk menjadi rujukan kepada pengambil keputusan di lingkungan Universitas Mataram.

Studi Pustaka dilakukan dengan membaca berbagai sumber data yang berkaitan dengan algoritma kruskal seperti jurnal, buku, dan artikel ilmiah yang sesuai. Sumber data yang telah dibaca lalu ditelaah kemudian dituliskan ke dalam kerangka pemikiran secara teoritis. Observasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan survei objek penelitian dengan cara memanfaatkan teknologi saat ini seperti dengan Google Maps kemudian memvalidasinya dengan aplikasi HP atau smartwatch seperti GPS untuk mengetahui jarak antar fakultas-fakultas yang ada di Universitas Mataram. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data dengan melihat Maps Universitas Mataram.
2. Mencari jarak dengan GPS dari gerbang ke setiap fakultas serta jarak antar fakultas di Universitas Mataram dalam rangka meninisialisasi simpul dan design graf.
3. Pembuatan graf berbobot dan pemberian nama simpul.
4. Penerapan Algoritma Kruskal yaitu dengan cara:
 - Membuat table yang berisikan urutan dari bobot terkecil hingga terbesar
 - Memilih sisi dengan bobot minimum yang tidak membentuk siklus pada graf tersebut.
 - Ulangi Langkah kedua sebanyak $n-1$ kali sehingga semua simpul dilalui dan tidak ada cycle yang terbentuk
5. Menghitung total bobot minimum.

Berikut adalah flowchart dari langkah-langkah mencari MST dengan algoritma kruskal :



Gambar 1: Flowchart MST dengan algoritma Kruskal

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Inisiasi Simpul Graf

Inisialisasi simpul pada graf diperlukan untuk membedakan antara simpul yang satu dengan simpul yang lainnya. Pada penelitian ini, diasumsikan bahwa jarak diasumsikan sebagai bobot dalam graf. Simpul (*vertex*) graf merepresentasikan Fakultas di Universitas Mataram. Sisi (*edge*) pada graf yang merupakan jalur pedestrian antar tempat/fakultas yang satu dengan yang lainnya. Berikut daftar nama tempat/fakultas yang ada di Universitas Mataram beserta dengan inisialisasi simpulnya yang ditunjukkan pada Tabel 1 berikut :

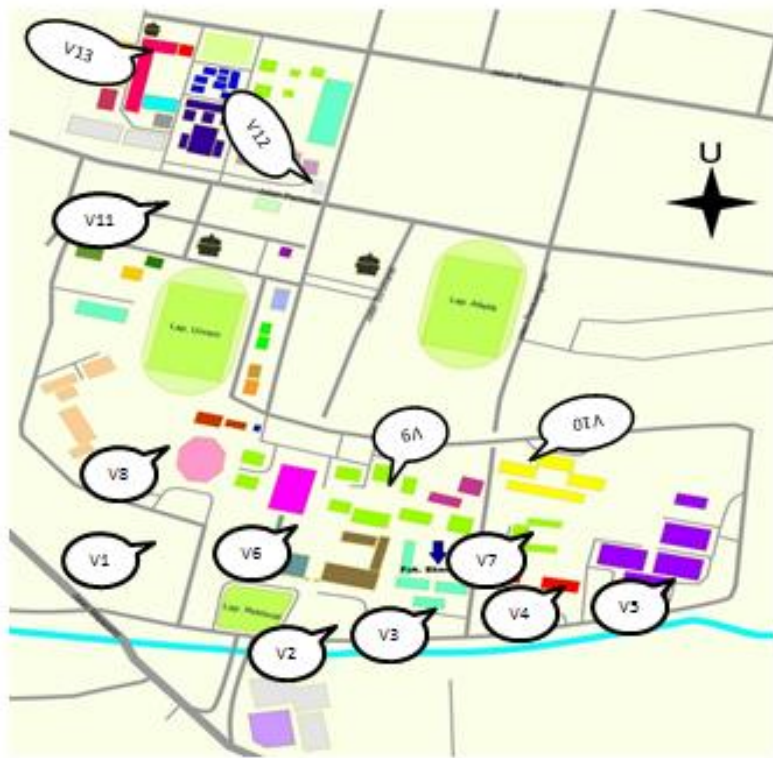
Tabel 3.1. Daftar nama Fakultas di Universitas Mataram

Nama Fakultas	Vertex (V_i)
Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik (FISIP)	V_1
Fakultas Teknologi Pangan (FATEPA)	V_2
Fakultas Ekonomi dan Bisnis (FEB)	V_3
Fakultas Hukum (FH)	V_4
Fakultas Teknik (FT)	V_5
Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan (FKIK)	V_6
Fakultas Matematika dan IPA (FMIPA)	V_7
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP)	V_8
Fakultas Peternakan (Faterna)	V_9
Fakultas Pertanian (Faperta)	V_{10}
Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan 2 (FKIK 2)	V_{11}
Fakultas Kehutanan (Fakhut)	V_{12}
D3 Fakultas Ekonomi dan Bisnis (Vokasi)	V_{13}

Pada Tabel 3.1 inisiasi pemetaan simpul sebanyak 13 titik simpul. Terlihat pada FKIK terdiri dari dua simpul yaitu simpul dengan inisiasi nama FKIK (kampus prodi farmasi) dan FKIK 2 (kampus prodi kedokteran). Hal ini dilakukan karena kedua kampus tersebut memiliki tempat yang berbeda dan memiliki jarak yang cukup jauh.

3.2 Penentuan Bobot

Penentuan bobot atau jarak antar fakultas pada penelitian ini adalah sisi dari graf yang menghubungkan dua simpul. Berikut adalah peta Universitas Mataram dengan menggunakan google Maps sebagai acuan dalam penentuan bobot.



Gambar 2. Denah Universitas Mataram

Pada Gambar 2 terlihat bahwa denah telah diberikan nama sesuai dengan inisiasi simpulnya. setelah itu kita dapat memperoleh jarak antar tempat yang terlihat pada tabel 3.2 di bawah ini menggunakan google Maps (dalam meter) :

Tabel 3.2. Daftar Bobot antar vertex (sisi)

Sisi	Bobot/jarak (Meter)
V9 - V10	60
V2 - V3	110
V4 - V7	110
V11 - V12	110
V3 - V4	130
V7 - V10	160
V1 - V6	170
V11 - V13	170
V1 - V2	230
V3 - V9	350

V6 – V8	350
V4 – V5	400
V5 – V10	450
V8 – V11	650
V8 – V12	650

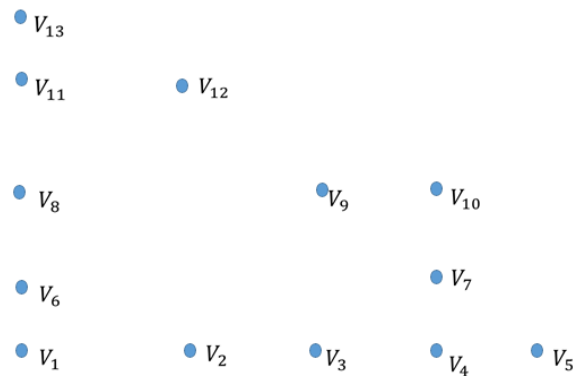
Pada Tabel 3.2 adalah urutan jarak antar tempat dari yang terkecil ke jarak yang terbesar. Tanda merah menandakan jarak antar simpul tersebut membentuk suatu siklus sehingga sisi tersebut harus dihilangkan agar sesuai dengan penerapan algoritma kruskal sehingga menjadi tabel 3.3 berikut ini :

Tabel 3.3. Daftar Bobot sesuai MST algoritma kruskal

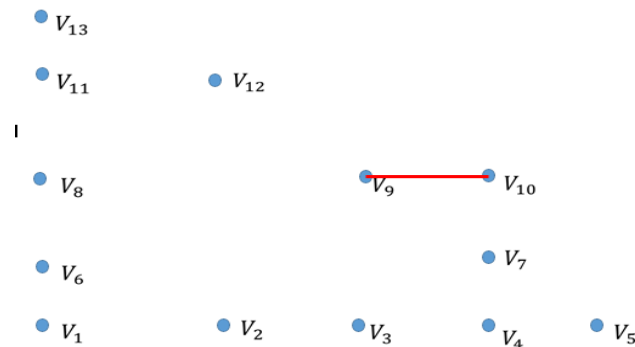
Sisi	Bobot/jarak (Meter)
V9 - V10	60
V2 - V3	110
V4 – V7	110
V11 – V12	110
V3 – V4	130
V7 – V10	160
V1 – V6	170
V11 – V13	170
V1 – V2	230
V6 – V8	350
V4 – V5	400
V8 – V11	650

Penerapan algoritma kruskal mengeliminasi tiga konektivitas antar simpul yang menciptakan suatu siklus yakni sisi yang menghubungkan simpul V3-V9, V5-V10 dan V8-V12. Eliminasi sisi-sisi tersebut dilakukan guna penghematan jalur karena adanya jalur ganda yang membuat mubazir. Hal ini penting dilakukan karena jalur pedestrian adalah jalur yang *two way* yang artinya pejalan kaki dapat berjalan disatu jalur dengan arah yang berlawanan. Berikut adalah urutan graf yang dibuatkan :

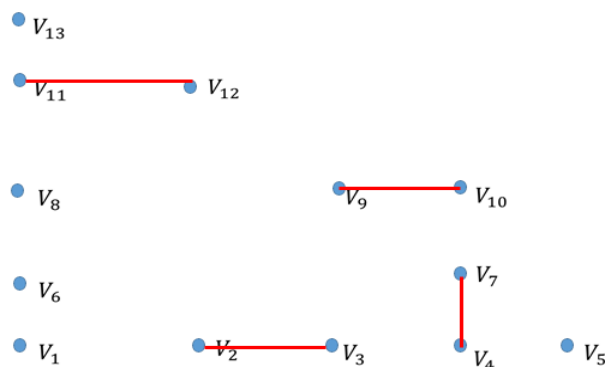
1. Membuat simpul sesuai dengan denah



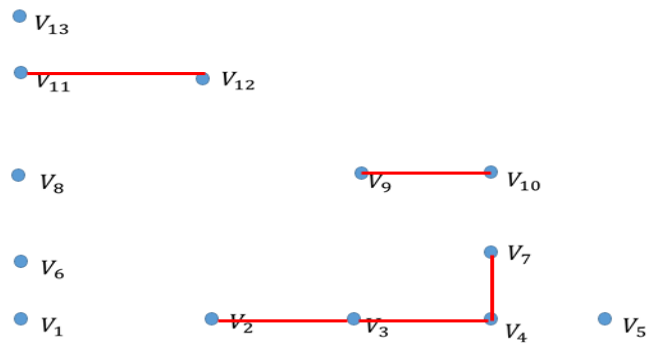
2. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah yaitu 60 (V9-V10)



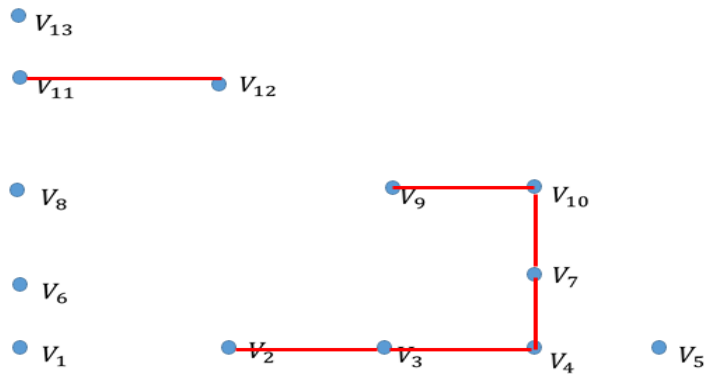
3. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yaitu 110 terdapat 3 sisi yang berbobot sama, kita pilih bebas mana yang terlebih dahulu misalnya sisi (V2-V3), kemudian (V4-V7) dan (V11-V12) selama tidak membentuk siklus



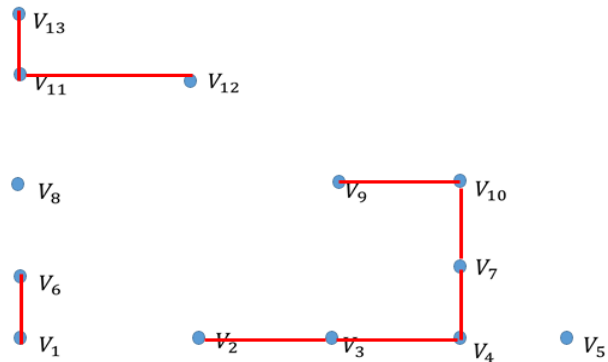
4. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yaitu 130 (V3-V4)



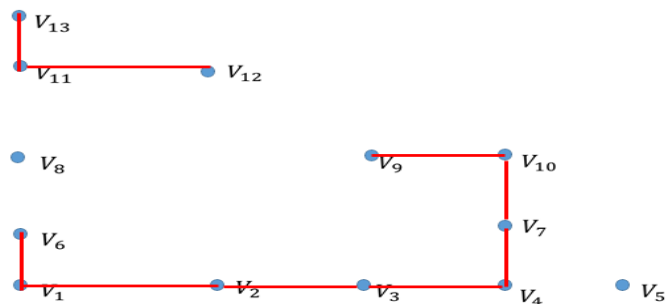
5. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yaitu 160 (V7-V10)



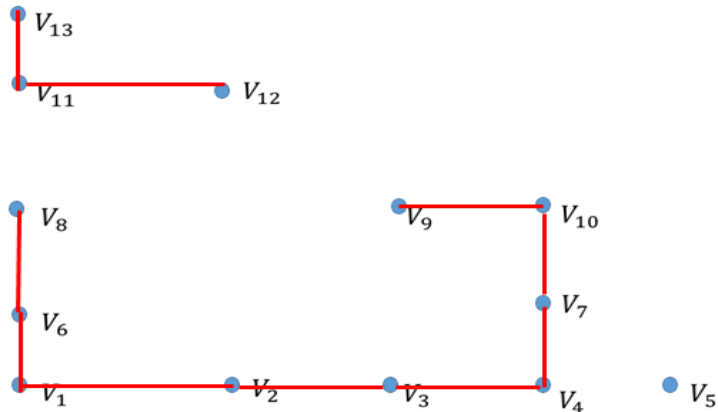
6. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yaitu 170 (V1-V6) dan (V11-V13)



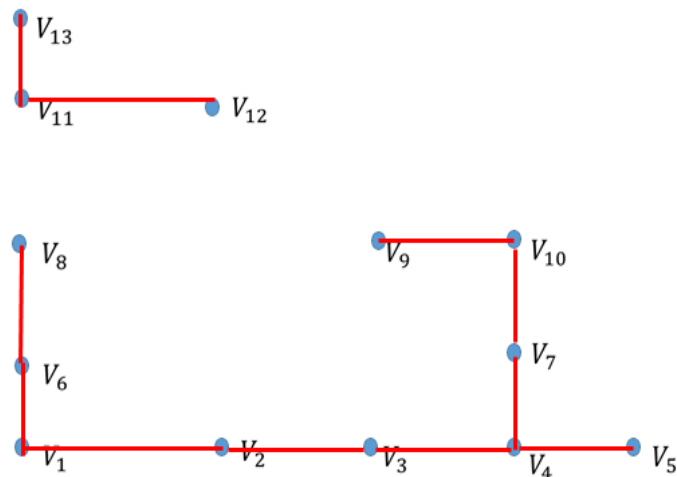
7. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yaitu 230 (V1-V2)



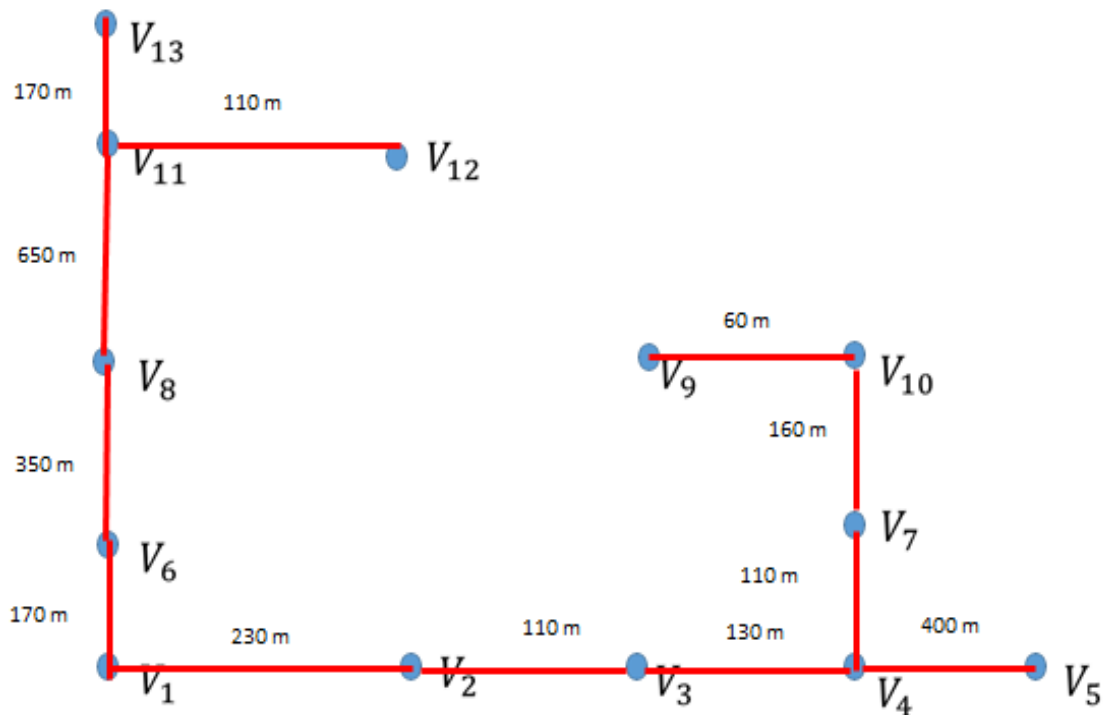
8. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yaitu 350 (V3-V9) dan (V6-V8). Pada langkah ini simpul V3-V9 menyebabkan terjadinya siklus. Algoritma Kruskal menghindari langkah ini maka kemudian lanjut ke langkah simpul yang menghubungkan V6-V8.



9. Ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yaitu 400 (V4-V5)



10. Kemudian ambil sisi dengan nilai bobot terendah berikutnya yaitu 650 (V8-V11) dan (V8-V12). Terlihat V8-V12 membentuk siklus sehingga tidak perlu dijalankan. Terakhir simpul V8-V11 adalah sisi terakhir yang dijalankan yang tidak membentuk simpul karena setelah itu mana saja simpul yang dijalankan pasti membentuk suatu siklus.



Dari langkah-langkah di atas maka diperoleh rute jaringan pedestrian di Universitas Mataram dengan jarak total sepanjang 2650 meter / 2,65 Km.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa Algoritma Kruskal dapat menjadi opsi dalam menentukan rute terpendek antar fakultas-fakultas yang ada di Universitas Mataram Besar. Rute pedestrian yang terbentuk dari penelitian ini adalah sepanjang 2650 meter atau 2,65 Km. Hasil ini dapat dijadikan suatu rujukan untuk menjadi pertimbangan pengambil kebijakan yang ada di Universitas Mataram.

5. REKOMENDASI

Peneliti merekomendasikan penelitian selanjutnya menggunakan metode atau algoritma lainnya yang kaitannya dengan *minimum spanning tree*.

6. REFERENSI

- Ar Ruhimat, Q. A., Slamin, 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>
- Dey, A., Broumi, S., Son, L. H., Bakali, A., Talea, M., & Smarandache, F. (2019). A new

- algorithm for finding minimum spanning trees with undirected neutrosophic graphs. *Granular Computing*, 4(1), 63–69. <https://doi.org/10.1007/s41066-018-0084-7>
- Didiharyono dan Soraya, S. (2018). Penerapan Algoritma Greedy dalam Menentukan Minimum Spanning Trees pada Optimisasi Jaringan Listrik Jala Didiharyono, Siti Soraya. *Jurnal Varian*, 1(2), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.30812/varian.v1i2.66>
- Fuad, M. A., Sartimbul, A., Iranawati, F., Sambah, A. B., Yona, D., & Hidayati, N. (2019). *Metode Penelitian Kelautan dan Perikanan*. UB Press.
- Kusnadi, K., Gata, W., & Nova Arviantino, F. (2022). Aplikasi Algoritma Kruskal dan Sollin Pada Jaringan Transmisi Nasional Provinsi Sulawesi Selatan. *Metik Jurnal*, 6(1), 8–17. <https://doi.org/10.47002/metik.v6i1.260>
- Made Ayu Ulandari, N., Amrullah, A., Junaidi, J., & Subarinah, S. (2021). Implementasi Algoritma Kruskal Dalam Menentukan Rute Terdekat Pada Tempat Pariwisata di Daerah Lombok Tengah. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 1(4), 578–589. <https://doi.org/10.29303/griya.v1i4.117>
- Manaroinsong, J. (2013). *Metodelogi Penelitian (Terapan Bidang Ekonomi dan Bisnis)* Surabaya: CV. R.A.De.Rozarie. CV. R.A.De.Rozarie.
- Marsudi. (2016). *Teori Graf* (1st ed.). Universitas Brawijaya Press.
- Munier, B., Aleem, M., Islam, M. A., Iqbal, M. A., & Mehmood, W. (2017). A Fast Implementation of Minimum Spanning Tree Method and Applying it to Kruskal's and Prim's Algorithms. *Sukkur IBA Journal of Computing and Mathematical Sciences*, 1(1), 58–66. <https://doi.org/10.30537/sjcms.v1i1.8>
- Pop, P. C., Matei, O., Sabo, C., & Petrovan, A. (2018). A two-level solution approach for solving the generalized minimum spanning tree problem. *European Journal of Operational Research*, 265(2), 478–487. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.08.015>
- Seweken, G. (2021). *Matematika Diskrit* (1st ed.). RajaGrafindo Persada.
- Siregar, M. K. (2018). *Matematika Diskrit* (A. Hastono (ed.); 1st ed.). Perahu Litera.
- Sudaryono, D. (2016). *Metode Penelitian Pendidikan*. Kencana.
- Tamber, A. J., Ikpotokin, F. O., & Okafor, L. U. (2020). The Minimum spanning Tree of the Nigeria roads Network through Mullple-Roads. 3(2), 151–157.
- Wulandari, D. A. R., & Arifin, F. N. (2018). Penentuan Rute Terpendek Jalur Distribusi Air Artesis Menggunakan Kruskal. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer Dan Informatika)*, 2(2), 121. <https://doi.org/10.30645/j-sakti.v2i2.72>