

Implementasi Algoritma Kruskal dalam Menentukan Rute Terpendek dan Biaya Minimum Pada Tempat Pariwisata di Daerah Lombok Barat

Farizal Ramadhan^{1*}, Harry Soeprianto¹, Muh. Turmuzi¹, Amrullah¹

¹Program Studi Pendidikan Matematika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Indonesia

*Corresponding Author: rizaldirama30@gmail.com

Article History

Received: June 17th, 2023

Revised: July 22th, 2023

Accepted: August 03th, 2023

Abstract: Banyaknya tempat wisata dengan jalan yang bervariasi membuat para wisatawan sedikit kesulitan untuk memilih tempat wisata dan rute yang akan dilalui ke tempat wisata dengan cepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma Kruskal dalam menentukan rute terpendek dan biaya minimum pada tempat pariwisata di daerah Lombok. Dengan rute terpendek maka diasumsikan bahwa biaya dan waktu yang akan dikeluarkan oleh wisatawan lebih optimal. Jenis penelitian ini yaitu penelitian terapan yang dimana dilakukan penerapan algoritma Kruskal pada 10 tempat wisata di Kabupaten Lombok barat. Tempat wisata yang dimaksud adalah Pantai Mekaki, Pantai Cemare, Wisata Kuliner Kebon Ayu, Gerabah Banyumulek, Pasar Seni Sesela, Pantai Senggigi, Pura Lingsar, Taman Narmada, Gunung Jae dan Hutan Sesaot. Metode yang digunakan yaitu dengan mencari minimum spanning tree dari sebuah graf yang dihasilkan menggunakan bantuan algoritma Kruskal. Hasil dari penelitian ini adalah didapatkan rute terpendek 10 tempat wisata tersebut berdasarkan jarak minimum dengan jarak 119.1 Km dan biaya Rp348.500. Sedangkan berdasarkan biaya minimum didapatkan jarak 121 Km dan biaya Rp331.500. Berdasarkan hasil tersebut terlihat bahwa jarak yang pendek memiliki biaya yang lebih mahal dibandingkan dengan jarak yang panjang. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa tidak selamanya jarak yang pendek biayanya murah dan sebaliknya.

Keywords: Algoritma Kruskal, Rute Terpendek, Tempat Wisata

PENDAHULUAN

Pariwisata merupakan sektor ekonomi yang penting di Indonesia. Indonesia memiliki berbagai sumber daya alam, budaya dan adat istiadat yang menjadi modal utama dalam bidang pariwisata (Firawan & Suryawan, 2016). Pariwisata merupakan salah satu sektor yang sangat penting untuk meningkatkan pendapatan *devisa*, terutama di daerah yang memiliki potensi pariwisata untuk meningkatkan PAD (Pendapatan Asli Daerah) dan juga pendapatan lingkungan masyarakat (Mulyana, Huraerah & Martiawan, 2019). Salah satu pulau di Indonesia yang memiliki keindahan pesona alamnya adalah Pulau Lombok yang berada di Provinsi Nusa Tenggara Barat (Irfan & Apriani, 2017).

Pulau Lombok merupakan salah satu pulau yang berada di Provinsi Nusa Tenggara Barat yang memiliki potensi sangat besar dalam hal wisata, baik wisata alam, buatan, maupun wisata pantai. Potensi besar ini dimanfaatkan oleh pemerintah daerah sebagai peluang untuk

dikelola dan dimanfaatkan sebagai sumber peningkatan kesejahteraan rakyat (Munir & Dimiyati, 2018).

Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan pada Dinas Pariwisata Dan Kebudayaan Kabupaten Lombok Barat, bahwa wisata di Lombok Barat adalah salah satu daerah wisata yang sering dikunjungi oleh wisatawan. Hal tersebut dibuktikan dengan data kunjungan wisatawan ke Lombok barat dari tahun 2016-2021 dengan jumlah kunjungan sebanyak 2.456.959 wisatawan, dengan jumlah wisatawan mancanegara 889.414 orang dan jumlah wisatawan nusantara 1.567.545 orang (Disparbud Lombok Barat, 2021:111-118). Adapun tempat wisata yang populer berdasarkan dinas pariwisata Kabupaten Lombok Barat dan data statistik saat ini adalah wisata Pantai Mekaki, Pantai Senggigi, Pantai Cemare, Pasar Seni Sesela, Wisata Kuliner Kebon Ayu, Wisata Gerabah Banyumulek, Taman Narmada, Pura Lingsar, Gunung Jae, dan Hutan Sesaot.

Jalan menuju tempat wisata yang telah direkomendasikan tersebut memiliki rute jalan yang bervariasi, sehingga wisatawan sedikit kesulitan untuk mencari rute yang akan dilalui ke tempat wisata dengan cepat. Para wisatawan perlu sebuah informasi tentang rute terpendek mana yang harus dilewati untuk dapat mencapai tempat-tempat wisata yang ada di Kabupaten Lombok Barat. Salah satu rekomendasi yang diberikan oleh dinas pariwisata Lombok Barat adalah dengan pencarian rute terpendek menuju tempat-tempat wisata tersebut.

Pencarian rute terpendek merupakan salah satu masalah yang paling banyak dibahas sejak tahun 1950. Pencarian rute terpendek telah di terapkan di berbagai macam bidang untuk mengoptimalkan kinerja suatu sistem. Salah satu penerapan pencarian rute terpendek yang menarik untuk dibahas yaitu pencarian rute terpendek pada bidang transportasi (Bunaen, Pratiwi & Riti, 2022). Penentuan rute terpendek akan mempengaruhi biaya transportasi yang akan di keluarkan oleh wisatawan. Salah satu aplikasi yang digunakan untuk mencari rute terpendek adalah dengan memanfaatkan salah satu ilmu matematika yaitu Graf.

Graf adalah salah satu materi dalam matematika diskrit, graf digunakan untuk memberikan visualisasi atau gambaran antar objek yang disimbolkan dengan titik dan dihubungkan dengan garis. Penelitian tentang graf sudah banyak dilakukan, seperti penelitian yang dilakukan oleh Hasanah, Sripatmi, Amrullah, Baidowi (2022) tentang penerapan graf dalam menyusun jadwal KBM. Salah satu permasalahan yang biasa digunakan juga oleh graf adalah pencarian rute efektif perjalanan, dimana masalah penentuan rute efektif perjalanan dapat dikategorikan sebagai kasus *Traveling Salesman Problem (TSP)* (Irfan, 2017). Untuk menentukan rute terpendek pada tempat wisata yang ada di Kabupaten Lombok Barat yaitu dengan mencari *minimum spanning tree*.

Terdapat dua buah algoritma untuk membangun *Minimum spanning tree* yaitu algoritma Kruskal dan algoritma prim (Munir, 2016:450). Dalam penelitian ini akan digunakan salah satu algoritma untuk menentukan rute terpendek tempat wisata yang ada di Kabupaten Lombok Barat yaitu algoritma Kruskal. Algoritma Kruskal merupakan salah satu algoritma greedy untuk menyelesaikan *Minimum spanning tree (MST)*. Pada Algoritma Kruskal,

garis-garis pada graf diurut terlebih dahulu berdasarkan bobotnya secara increasing order (dari kecil ke besar). Garis yang dimasukkan ke dalam himpunan T adalah garis di graf G sedemikian sehingga T adalah pohon (Wamiliana, 2022:33). Suatu pohon merupakan graf yang terhubung, tak berarah, dan tidak memuat sirkuit (Amrullah, 2011). Salah satu penelitian tentang algoritma Kruskal yaitu penelitian yang dilakukan oleh Ulandari, Amrullah, Junaidi & Subarinah (2021) tentang pencarian rute terpendek tempat wisata di Lombok tengah dengan menggunakan algoritma Kruskal. Kelebihan algoritma Kruskal dibanding algoritma lain seperti algoritma Prim adalah algoritma Kruskal sangat cocok diterapkan saat graf memiliki sisi berjumlah sedikit namun memiliki banyak simpul, karena orientasi kerja algoritma ini adalah berdasarkan pada urutan bobot sisi, tidak berdasarkan simpul Indiyani (dalam Hayu, Yuliani & Sam, 2017). Oleh karena itu dengan pencarian rute terpendek menggunakan algoritma Kruskal dapat membentuk sebuah paket wisata yang dimana semua simpul atau tempat wisata akan dilalui tanpa meninggalkan satu simpul manapun,

METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian terapan. Penelitian terapan diarahkan pada pemecahan masalah-masalah praktis, dalam rangka penentuan kebijakan (Manaroinsong, 2013). Teori yang diterapkan pada penelitian ini adalah algoritma Kruskal dalam bidang pariwisata. Objek dalam penelitian ini adalah 10 tempat wisata di Kabupaten Lombok Barat yang terdapat di *google maps* dan memiliki jarak tempuh serta dapat dilalui kendaraan jalur darat.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu wawancara, observasi dan dokumentasi. Menurut Suyitno (2018:113-114) dalam bukunya mengatakan bahwa wawancara merupakan salah satu cara pengambilan data yang dilakukan melalui kegiatan komunikasi lisan dalam bentuk terstruktur, semi terstruktur, dan tak terstruktur. Dalam penelitian ini dilakukan wawancara dengan cara semi terstruktur. Teknik pengumpulan data dengan menggunakan observasi dilakukan untuk melihat keadaan wisata dan jalan penghubung antar tempat wisata secara langsung. Sedangkan dokumentasi yaitu

Menurut Hardani et al., (2020), Metode dokumentasi berarti cara mengumpulkan data dengan mencatat data-data yang sudah ada. Pengumpulan data menggunakan dokumentasi ini yaitu mengumpulkan sejumlah dokumen yang diperlukan terkait masalah dalam penelitian ini, seperti peta Kabupaten Lombok Barat dll. Adapun rencana penelitian ini dilakukan dengan Langkah-langkah sebagai berikut.

1. Pengumpulan data
2. Inisialisasi Simpul dan Design Graf
3. Menerapkan Algoritma Kruskal
 - a. T Masih Kosong
 - b. Pilih sisi e dengan jarak minimum yang tidak membentuk sirkuit di T .
 - c. Ulangi Langkah ke c sebanyak $n-1$ kali
4. Menghitung Jarak Minimum
5. Menghitung Biaya Minimum

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik triangulasi. Teknik triangulasi adalah Teknik untuk menguji keabsahan data yang diperoleh peneliti dengan klasifikasi data melalui pengambilan data yang berbeda sampai data yang diambil telah valid, ada empat macam triangulasi yaitu triangulasi sumber data, triangulasi peneliti, triangulasi metode, dan triangulasi teoritis (Sahide, 2019:10). Dalam penelitian ini menggunakan gabungan dari triangulasi sumber data dan triangulasi metode.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Inisialisasi Simpul Pada Graf

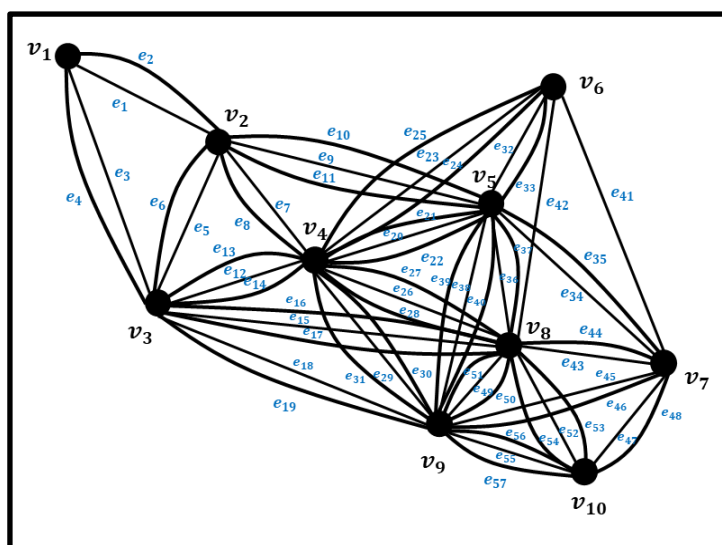
Inisialisasi simpul pada graf diperlukan untuk membedakan antara simpul yang satu

dengan simpul yang lainnya. Pada penelitian ini, diasumsikan bahwa jarak dan biaya diasumsikan sebagai bobot dalam graf. Simpul (*verteks*) pada graf yang merepresentasikan tempat wisata di Kabupaten Lombok Barat diberi nomor $v_1, v_2, v_3, \dots, v_{10}$. Sisi (*edge*) pada graf yang merupakan penghubung antar tempat wisata yang satu dengan yang lainnya diberi nomor $e_1, e_2, e_3, \dots, e_n$. Berikut daftar nama tempat wisata yang ada di Kabupaten Lombok Barat beserta dengan inisialisasi simpulnya yang ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Nama Tempat Wisata Di Kabupaten Lombok Barat

Nama Tempat Wisata	v_i
Pantai Mekaki	v_1
Pantai Cemare	v_2
Desa Kuliner Melon Kebon Ayu	v_3
Wisata Gerabah Banyumulek	v_4
Pasar Seni Sesela	v_5
Pantai Senggigi	v_6
Hutan Sesaot	v_7
Pura Lingsar	v_8
Taman Narmada	v_9
Gunung Jae.	v_{10}

Penerapan graf pada 10 tempat wisata tersebut disesuaikan dengan peta jaringan jalan di Kabupaten Lombok Barat. Hal tersebut dilakukan agar penempatan posisi tempat wisata sesuai dengan posisi yang ada di peta. Selanjutnya akan dibuat graf lengkap berbobot berdasarkan peta kabupaten Lombok barat. Penempatan posisi 10 tempat wisata tersebut berdasarkan peta kabupaten Lombok barat dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Graf Lengkap 10 Tempat Wisata

Bobot jarak antar tempat wisata pada graf diambil menggunakan bantuan aplikasi Google Maps, sedangkan bobot biaya antar tempat wisata diambil menggunakan bantuan aplikasi

transportasi online yaitu Grab. Jarak dan biaya pada graf tersebut diasumsikan sebagai bobot sisi graf, bobot tersebut dapat disajikan pada Tabel 2 berikut.

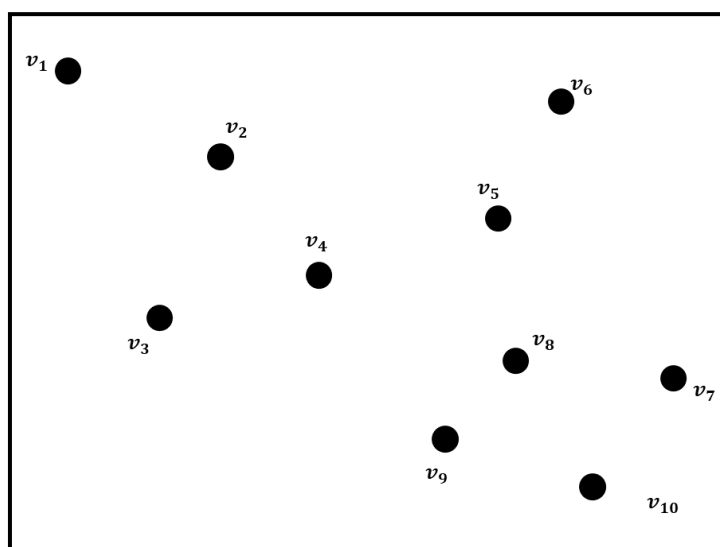
Tabel 2. Bobot Tempat Wisata di Kabupaten Lombok Barat

Tempat Wisata	Sisi	Bobot	
		Jarak Kilometer (Km)	Biaya Rupiah (Rp)
$v_1 - v_2$	e_1	45	105.000
	e_2	48	155.000
$v_1 - v_3$	e_3	51	110.000
	e_4	54	160.000
$v_2 - v_3$	e_5	8.9	31.500
	e_6	9.7	22.500
$v_2 - v_4$	e_7	14	40.000
	e_8	15	44.000
$v_2 - v_5$	e_9	28	73.000
	e_{10}	28	82.000
	e_{11}	30	86.000
$v_3 - v_4$	e_{12}	7.2	9.500
	e_{13}	8.2	30.000
	e_{14}	8.4	27.000
$v_3 - v_8$	e_{15}	20	59.000
	e_{16}	20	64.000
	e_{17}	21	67.000
$v_3 - v_9$	e_{18}	19	57.000
	e_{19}	21	55.500
$v_4 - v_5$	e_{20}	13	42.000
	e_{21}	15	41.000
	e_{22}	18	53.500
$v_4 - v_6$	e_{23}	21	62.000
	e_{24}	22	67.500
	e_{25}	24	75.000
$v_4 - v_8$	e_{26}	14	42.000
	e_{27}	15	46.000
	e_{28}	16	47.500
$v_4 - v_9$	e_{29}	14	43.000
	e_{30}	14	43.000
	e_{31}	16	45.500
$v_5 - v_6$	e_{32}	11	34.000
	e_{33}	14	46.500
$v_5 - v_7$	e_{34}	24	55.000
	e_{35}	25	71.000
$v_5 - v_8$	e_{36}	11	35.000
	e_{37}	13	39.000
$v_5 - v_9$	e_{38}	15	47.000
	e_{39}	16	47.500
	e_{40}	17	52.000
$v_6 - v_7$	e_{41}	38	83.000
$v_6 - v_8$	e_{42}	22	66.000
$v_7 - v_8$	e_{43}	13	24.500
	e_{44}	14	38.500
$v_7 - v_9$	e_{45}	11	25.000
	e_{46}	12	47.000
$v_7 - v_{10}$	e_{47}	9.2	41.000
	e_{48}	9.7	51.500

Tempat Wisata	Sisi	Bobot	
		Jarak Kilometer (Km)	Biaya Rupiah (Rp)
$v_8 - v_9$	e_{49}	5.1	26.000
	e_{50}	5.2	16.000
	e_{51}	5.9	26.000
$v_8 - v_{10}$	e_{52}	13	40.000
	e_{53}	14	39.000
	e_{54}	14	40.500
$v_9 - v_{10}$	e_{55}	8.7	24.500
	e_{56}	8.8	27.000
	e_{57}	11	35.000

Terlihat bahwa dari data tersebut terdapat sisi dengan jarak yang pendek tetapi biaya yang mahal dan sebaliknya. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan kondisi jalan setiap tempat wisata serta popularitas dari setiap wisata tersebut. Menurut Amrullah, Azmi, Soeprianto, Turmuzi, Anwar (2019) mengatakan dalam jurnalnya bahwa “misyalkan $G = (V, E)$ merupakan graf terhubung dan $u, v \in G$ maka dapat didefinisikan jarak dari simpul u ke simpul v ($d(u, v)$) adalah Panjang lintasan terpendek dari u ke v ” oleh karena itu sisi-sisi penghubung antar tempat wisata diambil dari lintasan terpendek antar tempat wisata yang ada di Kabupaten Lombok Barat

Menerapkan Algoritma Kruskal



Gambar 2. Graf Kosong 10 Tempat Wisata

Berdasarkan desain graf lengkap pada Gambar 1, selanjutnya desain graf tersebut akan dicari *minimum spanning tree* (MST) dengan menggunakan algoritma Kruskal. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengurutkan bobot yang sudah ditemukan pada Tabel 1 dari terkecil hingga terbesar baik berdasarkan jarak minimum maupun berdasarkan jarak dengan biaya minimum. Kemudian lakukan Langkah selanjutnya yaitu sebagai berikut.

1. T masih kosong

T masih kosong merupakan himpunan titik atau simpul dari suatu graf yang dimana sisi-sisi dari graf ditiadakan sehingga graf tersebut tidak terhubung. Pada penelitian ini diperoleh graf kosongnya pada Gambar 2 berikut.

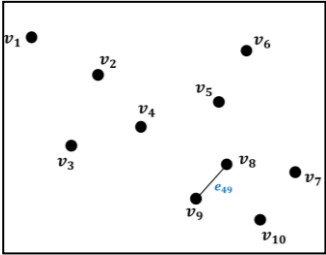
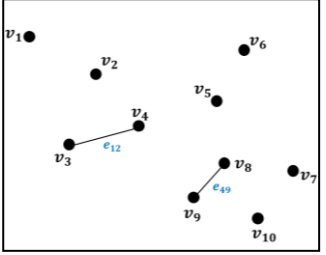
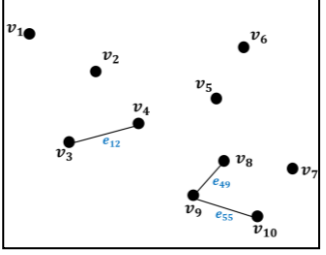
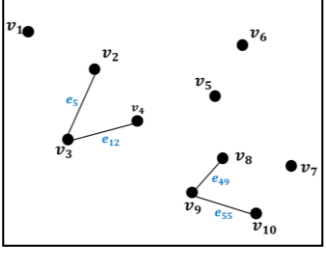
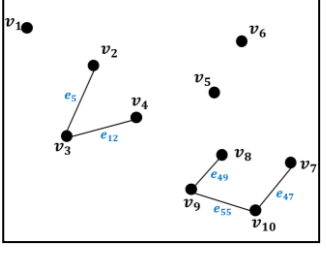
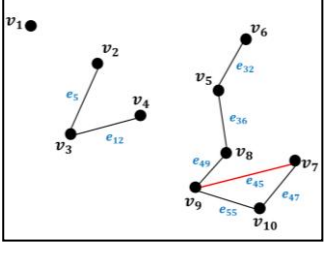
2. Pilih sisi e dengan bobot minimum yang tidak membentuk sirkuit di T

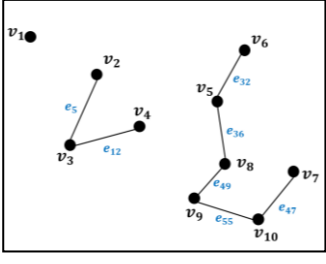
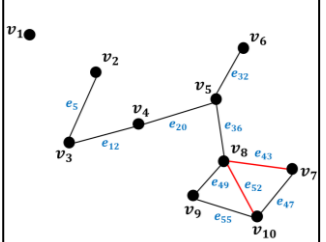
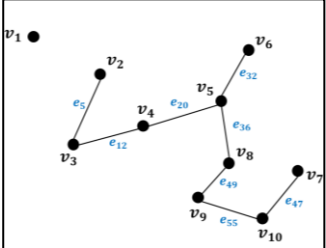
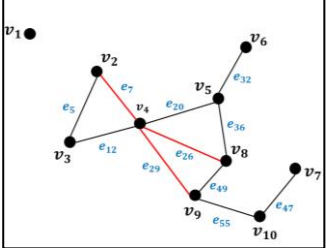
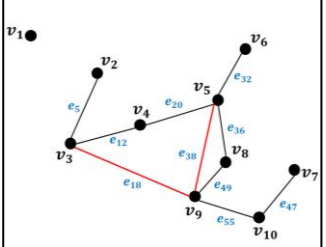
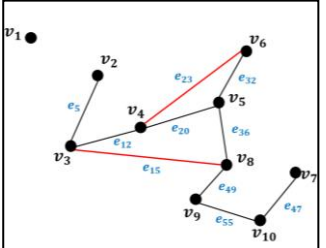
Setelah membuat graf kosong, selanjutnya akan dicari sisi dengan bobot yang paling minimum dari graf lengkap baik berdasarkan jarak maupun berdasarkan biaya.

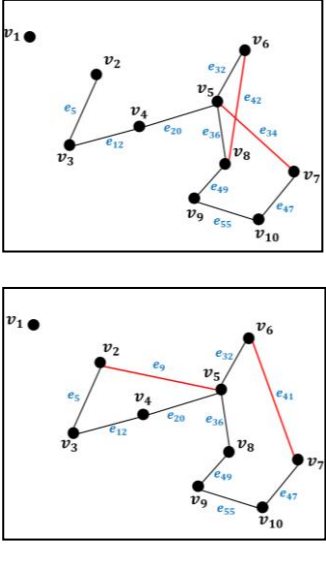
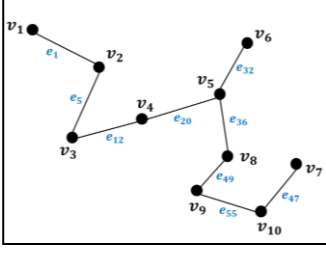
A. Berdasarkan jarak minimum (T_1)

Akan dipilih sisi dengan jarak yang minimum berdasarkan Tabel 2. Setelah itu urutkan bobot jarak dari terkecil hingga terbesar, kemudian masukkan kedalam graf kosong. Langkah selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Pengulangan Tahapan Kedua berdasarkan jarak minimum (T_1)

Jarak Minimum (T_1)	Keterangan
	<p>T_1 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan jarak minimum</p> <ul style="list-style-type: none"> • Didapatkan sisi v_8v_9 pada sisi e_{49} dengan bobot jarak 5.1 Km dengan biaya tempuh Rp26.000
	<p>T_1 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan jarak minimum setelah sisi v_8v_9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilih sisi v_3v_4 pada sisi e_{12} dengan bobot jarak 7.2 Km dengan biaya tempuh Rp9.500
	<p>T_1 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan jarak minimum yang tidak mengandung sirkuit.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Didapatkan sisi v_9v_{10} pada e_{55} dengan bobot jarak sebesar 8.7 Km dan biaya sebesar Rp24.500
	<p>T_1 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan jarak minimum yang tidak mengandung sirkuit.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilih sisi v_2v_3 pada sisi e_5 dengan bobot jaraknya sejauh 8.9 Km dengan biaya sebesar Rp31.500
	<p>T_1 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan jarak minimum yang tidak mengandung sirkuit.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilih sisi v_7v_{10} pada sisi e_{47} dengan bobot jaraknya sejauh 9.2 Km dengan biaya sebesar Rp41.000
	<p>T_1 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan jarak minimum yang tidak mengandung sirkuit.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Didapatkan tiga sisi dengan bobot yang sama yaitu sisi v_5v_6 pada e_{32} dengan jarak 11 Km dan biaya Rp34.000, sisi v_5v_8 pada e_{36} dengan jarak 11 Km dan biaya Rp35.000 dan sisi v_7v_9 pada e_{45} dengan jarak 11 Km dan biaya Rp25.000.

Jarak Minimum (T_1)	Keterangan
	<p>Catatan: sisi v_7v_9 pada e_{45} ditolak karena mengandung siklus sehingga menghasilkan graf pada gambar tersebut</p>
	<p>T_1 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan jarak minimum yang tidak mengandung sirkuit.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Didapatkan tiga sisi dengan bobot yang sama yaitu sisi v_4v_5 pada e_{20} dengan jarak 13 Km dan biaya Rp42.000, sisi v_7v_8 pada e_{43} dengan jarak 13 Km dan biaya Rp24.500 dan sisi v_8v_{10} pada e_{52} dengan jarak 13 Km dan biaya Rp40.000
	<p>Catatan: sisi v_7v_8 pada e_{43} dengan dan sisi v_8v_{10} pada e_{52} ditolak karena mengandung sirkuit sehingga menghasilkan graf pada gambar tersebut</p>
	<p>T_1 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan jarak minimum yang tidak mengandung sirkuit.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Didapatkan tiga sisi yaitu sisi v_2v_4 pada e_7 dengan jarak 14 Km dan biaya Rp40.000, sisi v_4v_8 pada e_{26} dengan jarak 14 Km dan biaya Rp42.000 dan sisi v_4v_9 pada e_{29} dengan jarak 14 Km dan biaya Rp43.000
	<ul style="list-style-type: none"> • Pilih sisi v_5v_9 pada e_{40} dengan jarak 15 Km dan biaya Rp47.000, sisi selanjutnya yaitu sisi v_3v_9 pada e_{18} dengan jarak 19 Km dan biaya Rp57.000 • Pilih sisi v_3v_8 pada e_{15} dengan jarak 20 Km dan biaya Rp59.000. Sisi selanjutnya yaitu sisi v_4v_6 pada e_{23} dengan jarak 21 Km dan biaya Rp62.000
	<p>Catatan: sisi-sisi yang dipilih diatas ditolak karena mengandung sirkuit</p>

Jarak Minimum (T_1)	Keterangan
	<p>T_1 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan jarak minimum yang tidak mengandung sirkuit.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilih sisi v_6v_8 pada e_{42} dengan jarak 22 Km dan biaya Rp66.000. Sisi yang memiliki bobot terkecil setelah v_6v_8 yaitu sisi v_5v_7 pada e_{34} dengan jarak 24 Km dan biaya Rp55.000 • Pilih sisi v_2v_5 pada e_9 dengan jarak 28 Km dan biaya Rp73.000. Sisi yang memiliki bobot terkecil setelah v_2v_5 yaitu sisi v_6v_7 pada e_{41} dengan jarak 38 Km dan biaya Rp83.000 <p>Catatan: sisi-sisi yang dipilih diatas ditolak karena mengandung sirkuit.</p>
	<p>T_1 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan jarak minimum yang tidak mengandung sirkuit.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Didapatkan sisi v_1v_2 dengan bobot jarak sejauh 45 Km dan biaya Rp105.000
<p>Karena T memuat n-1 atau (10-1) sisi yang tidak mengandung sirkuit/cycle didalamnya. Oleh karena itu pencarian <i>minimum spanning tree</i> menggunakan algoritma Kruskal dihentikan</p>	

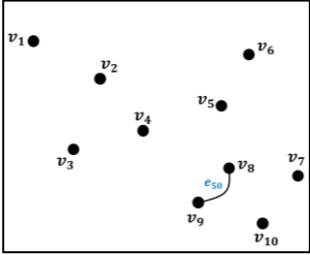
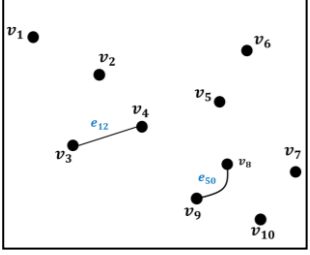
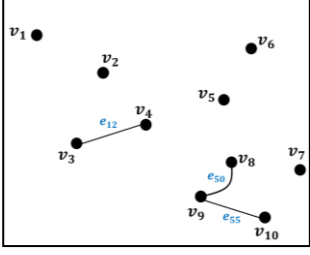
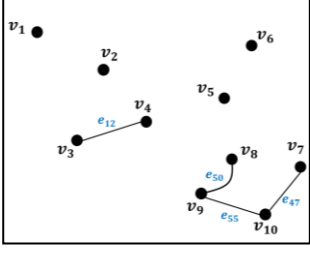
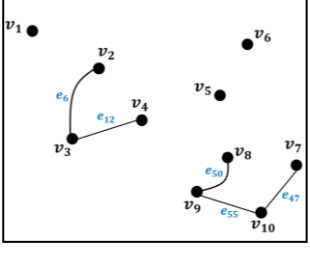
Setelah mendapatkan *minimum spanning tree* dari graf tempat wisata yang ada di Kabupaten Lombok Barat seperti pada Tabel 3, maka diperoleh rute terpendek tempat wisata tersebut adalah rute 1 Pantai Mekaki – Pantai Cemare – Wisata Kuliner Kebon Ayu – Gerabah Banyumulek – Pasar Seni Sesela – Pantai Senggigi, rute 2 Pantai Mekaki – Pantai Cemare – Wisata Kuliner Kebon Ayu – Gerabah Banyumulek – Pasar Seni Sesela –Pura Lingsar – Taman Narmada – Gunung Jae – Hutan Sesaot. Bobot minimum yang dihasilkan yaitu dengan menghitung jumlah bobot pada graf Tabel 3 yang merupakan graf *minimum spanning tree* dari Gambar 1. Besarnya bobot rute terpendek berdasarkan jarak minimum diperoleh dari menjumlahkan total bobot graf dengan jarak

yaitu $v_1v_2 + v_2v_3 + v_3v_4 + v_4v_5 + v_5v_6 + v_5v_8 + v_8v_9 + v_9v_{10} + v_7v_{10} = 45+ 8.9+ 7.2+ 13+ 11+ 11 + 5.1+ 8.7+ 9.2 = 119.1$ Km. Sedangkan biaya diperoleh dari penjumlahan bobot biaya yaitu $v_1v_2 + v_2v_3 + v_3v_4 + v_4v_5 + v_5v_6 + v_5v_8 + v_8v_9 + v_9v_7 + v_9v_{10} = 105.000+ 31.500+ 9.500+ 42.000+ 34.000+ 35.000+ 26.000+ 24.500+ 41.000 =$ Rp348.500.

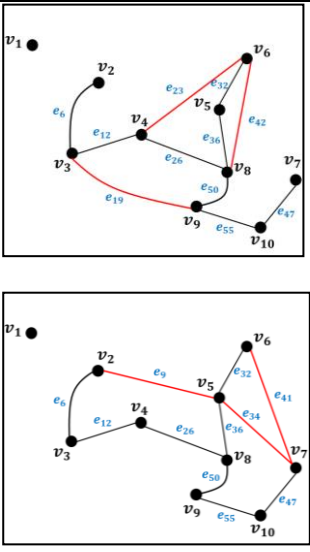
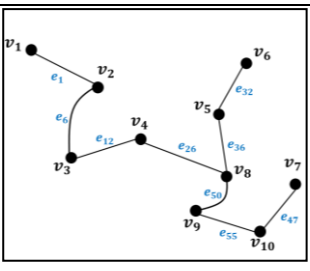
B. Berdasarkan Biaya minimum (T_2)

Akan dipilih sisi dengan biaya yang minimum berdasarkan Tabel 2. Setelah itu urutkan bobot jarak dari terkecil hingga terbesar, kemudian masukkan kedalam graf kosong. Langkah selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Pengulangan Tahapan Kedua berdasarkan biaya minimum (T_2)

Biaya Minimum (T_2)	Keterangan
	<p>T_2 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan biaya minimum</p> <ul style="list-style-type: none"> • Didapatkan sisi v_8v_9 pada sisi e_{50} dengan bobot jarak 5.2 Km dengan biaya tempuh Rp16.000
	<p>T_2 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan biaya minimum setelah sisi v_8v_9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilih sisi v_3v_4 pada sisi e_{12} dengan bobot jarak 7.2 Km dengan biaya tempuh Rp9.500
	<p>T_2 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan biaya minimum yang tidak mengandung sirkuit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Didapatkan sisi v_9v_{10} pada e_{55} dengan bobot jarak sebesar 8.7 Km dan biaya sebesar Rp24.500
	<p>T_2 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan biaya minimum yang tidak mengandung sirkuit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilih sisi v_7v_{10} pada sisi e_{47} dengan bobot jaraknya sejauh 9.2 Km dengan biaya sebesar Rp41.000
	<p>T_2 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan biaya minimum yang tidak mengandung sirkuit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilih sisi v_2v_3 pada sisi e_6 dengan bobot jarak 9.7 Km dengan biaya Rp22.500

Biaya Minimum (T_2)	Keterangan
	<p>T_2 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan biaya minimum yang tidak mengandung sirkuit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Didapatkan tiga sisi dengan bobot yang sama yaitu sisi v_5v_6 pada e_{32} dengan jarak 11 Km dan biaya Rp34.000, sisi v_5v_8 pada e_{36} dengan jarak 11 Km dan biaya Rp35.000 dan sisi v_7v_9 pada e_{45} dengan jarak 11 Km dan biaya Rp25.000. <p>Catatan: sisi v_7v_9 pada e_{45} ditolak karena mengandung sirkuit sehingga menghasilkan graf pada gambar tersebut</p>
	<p>T_2 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan biaya minimum yang tidak mengandung sirkuit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilih sisi v_7v_8 pada e_{43} dengan bobot jarak sebesar 13 Km dan biaya sebesar Rp24.500 • Didapatkan empat sisi dengan jarak yang sama yaitu sisi v_2v_4 pada e_7 dengan jarak 14 Km dan biaya Rp40.000, sisi v_4v_8 pada e_{26} dengan jarak 14 Km dan biaya Rp42.000, sisi v_4v_9 pada e_{29} dengan jarak 14 Km dan biaya Rp43.000 dan sisi v_8v_{10} pada e_{53} dengan jarak 14 Km dan biaya Rp39.000 <p>Catatan: hanya sisi v_4v_8 pada e_{26} yang tidak mengandung sirkuit dan sisi-sisi yang lain ditolak karena mengandung sirkuit sehingga menghasilkan graf pada gambar tersebut</p>
	<p>T_2 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan biaya minimum yang tidak mengandung sirkuit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Didapatkan dua sisi yaitu sisi v_4v_5 pada e_{21} dengan jarak 15 Km dan biaya Rp41.000 dan sisi v_5v_9 pada e_{38} dengan jarak 15 Km dan biaya Rp47.000. Sisi dengan bobot minimum selanjutnya adalah sisi v_3v_8 pada e_{16} dengan jarak 20 Km dan biaya Rp59.000 • Diperoleh dua sisi yaitu sisi v_3v_9 pada e_{18} dengan jarak 21 Km dan biaya Rp55.500 dan sisi v_4v_6 pada e_{23} dengan jarak 21 Km dan biaya Rp62.000. Sisi dengan bobot minimum selanjutnya

Biaya Minimum (T_2)	Keterangan
	<p>setelah sisi tersebut adalah sisi v_6v_8 pada e_{42} dengan jarak 22 Km dan biaya Rp66.000</p> <ul style="list-style-type: none"> Pilih sisi v_5v_7 pada e_{34} dengan jarak 24 Km dan biaya Rp55.000. Sisi selanjutnya setelah v_5v_7 yaitu sisi v_2v_5 pada e_9 dengan jarak 28 Km dan biaya Rp73.000. Sisi selanjutnya yaitu sisi v_6v_7 pada e_{41} dengan jarak 38 Km dan biaya Rp83.000 <p>Catatan: sisi-sisi yang dipilih diatas ditolak karena mengandung sirkuit</p>
	<p>T_2 : Pilih sisi pada graf dengan bobot berdasarkan biaya minimum yang tidak mengandung sirkuit</p> <ul style="list-style-type: none"> Didapatkan sisi v_1v_2 dengan bobot jarak sejauh 45 Km dan biaya Rp105.000
<p>Karena T memuat n-1 atau (10-1) sisi yang tidak mengandung sirkuit/cycle didalamnya. Oleh karena itu pencarian <i>minimum spanning tree</i> menggunakan algoritma Kruskal dihentikan</p>	

Setelah mendapatkan *minimum spanning tree* dari graf tempat wisata yang ada di Kabupaten Lombok Barat seperti pada Tabel 4, maka diperoleh rute terpendek tempat wisata tersebut adalah rute 1 Pantai Mekaki – Pantai Cemare – Wisata Kuliner Kebon Ayu – Gerabah Banyumulek – Pura Lingsar – Pasar Seni Sesela – Pantai Senggigi, rute 2 yaitu dari Pantai Mekaki – Pantai Cemare – Wisata Kuliner Kebon Ayu – Gerabah Banyumulek – Pura Lingsar – Taman Narmada – Gunung Jae – Hutan Sesaot. Bobot minimum yang dihasilkan yaitu dengan menghitung jumlah bobot pada graf Tabel 4 yang merupakan graf *minimum spanning tree* dari Gambar 1. Besarnya bobot rute terpendek berdasarkan biaya minimum diperoleh dari menjumlahkan total bobot graf dengan jarak yaitu $v_1v_2 + v_2v_3 + v_3v_4 + v_4v_8 + v_8v_5 + v_5v_6 + v_8v_9 + v_9v_{10} + v_{10}v_7 = 45 + 9.7 + 7.2 + 14 + 11 + 11 + 5.2 + 8.7 + 9.2 = 121$ Km. Sedangkan biayanya diperoleh dengan menjumlahkan bobot biaya yaitu $v_1v_2 + v_2v_3 + v_3v_4 + v_4v_8 + v_8v_5 + v_5v_6 + v_8v_9 +$

$$v_9v_{10} + v_{10}v_7 = 105.000 + 22.500 + 9.500 + 42.000 + 35.000 + 34.000 + 16.000 + 24.500 + 41.000 = \text{Rp}329.500.$$

KESIMPULAN

Algoritma Kruskal dapat diterapkan dalam bidang transportasi pada tempat pariwisata di daerah Kabupaten Lombok Barat. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil penelitian ini, yang dimana pencarian *minimum spanning tree* menggunakan algoritma Kruskal pada 10 tempat wisata yang ada di Kabupaten Lombok Barat dapat diselesaikan. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan rute terpendek berdasarkan jarak minimum yaitu didapatkan jarak menuju 10 tempat wisata, ditempuh sejauh 119.5 Km dengan biaya Rp348.500. Sedangkan rute terpendek berdasarkan biaya minimum yaitu didapatkan jarak menuju 10 tempat wisata ditempuh sejauh 121 Km dengan biaya Rp329.500. Berdasarkan hasil tersebut jarak yang pendek memiliki biaya yang lebih mahal

dibandingkan dengan jarak yang panjang. Maka bisa disimpulkan bahwa tidak selamanya jarak yang pendek biayanya murah dan sebaliknya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada kedua orang tua saya yang telah menjadi penyemangat sehingga saya tidak pernah berhenti berjuang. Terima kasih saya ucapkan kepada dosen yang telah membimbing saya dengan sangat luar biasa sampai dengan saat ini. Terima kasih saya ucapkan kepada semua pihak yang telah mensupport di dalam penelitian saya yakni, sahabat dan teman-teman FKIP Prodi Pendidikan Matematika Universitas Mataram Angkatan 2019.

REFERENSI

- Amrullah (2011). Aplikasi Graf Pohon Pada Algoritma Huffman. *Jurnal Pijar MIPA*, 6(1), 24-28
<https://doi.org/10.29303/jpm.v6i1.122>
- Amrullah., Azmi, S., Soeprianto, H., Turmuzi, M., & Anwar, Y. S. (2019). The Partition Dimension Of Subdivision Graph On The Star. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(2), 1-6.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/2/022037>
- Bunaen, M. C., Pratiwi, H., & Riti, Y. F. (2022). Penerapan Algoritma Dijkstra Untuk Menentukan Rute Terpendek Dari Pusat Kota Surabaya Ke Tempat Bersejarah. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 4(1), 213–223.
<https://doi.org/10.47233/jteksis.v4i1.407>
- Disparbud Lombok Barat (2021). *Dinas pariwisata lombok barat 2021*. Lombok Barat: Dinas Pariwisata
- Firawan, I. G. N. F., & Suryawan, I. B. (2016). Potensi Daya Tarik Wisata Air Terjun Nungnung Sebagai Daya Tarik Wisata Alam. *Jurnal Destinasi Pariwisata*, 4(2). <https://doi.org/10.24843/JDEPAR.2016.v04.i02.p15>
- Hardani, Andriani, H., Ustiawati, J., Utami, F. E., Istiqomah, R. R., Fardani, R. A., Sukmana, D. J., & Auliya, H. N. (2020). *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif Seri Buku Hasil Penelitian View project publikasi jurnal View project*.
<https://www.researchgate.net/publication/340021548>
- Hasanah, L. G., Sripatmi., Amrullah., & Baidowi (2022). Penerapan Konsep Pewarnaan Graf Dalam Penyusunan Jadwal Kegiatan Belajar Mengajar Di SMKN. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 2(2), 504-516. <https://doi.org/10.29303/griya.v2i2.177>
- Hayu, W., Yuliani, & Sam, M. (2017). Pembentukan Pohon Merentang Minimum Dengan Algoritma Kruskal. *Jurnal Scientific Pinisi*, 3(2), 108–115.
- Irfan, M. (2017). Penyelesaian Travelling Salesman Problem (TSP) Menggunakan Algoritma Hill Climbing dan MATLAB. *Jurnal Matematika* 16(2).
<https://ejournal.unisba.ac.id>
- Irfan, P., & Apriani, D. (2017). Analisa Strategi Pengembangan E-Tourism Sebagai Promosi Pariwisata Di Pulau Lombok. *Ilmu Komputer Jurnal Ilmiah*, 9(3). 325-330. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v9i3.164.325-330>
- Manaroinsong, J. (2013). *Metodelogi Penelitian (Terapan Bidang Ekonomi dan Bisnis)*. Surabaya: CV. R.A.De.Rozarie.
- Mulyana, Y., Huraerah, A., & Martiawan, R. (2019). Kebijakan Pengembangan Destinasi Pariwisata Cianjur Selatan Di Kabupaten Cianjur Jawa Barat. *JISPO*, 9(1).
<https://doi.org/10.15575/jispo.v9i1.5857>
- Munir, R. (2016). *Matematika Diskrit (Revisi keenam)*. Bandung: Informatika.
- Munir, U., & Dimiyati, K. (2018). Implementasi Kebijakan Pengembangan Pariwisata di Pulau Lombok. *Jurnal Ilmiah Hukum*, 4(2). 128-137.
<http://yustisia.unmermadiun.ac.id/index.php/yustisia>
- Sahide, M. A. K. (2019). *Buku Ajar Metodelogi Penelitian Sosial: Keahlian Minimum Untuk Teknik Penulisan Ilmiah*. Makassar: Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin
- Suyitno. (2018). *Metode Penelitian Kualitatif*. Tulungagung: Akademia Pustaka.
- Ulandari, N. M. A., Amrullah., Junaidi., & Subarinah, S. (2021). Implementasi Algoritma Kruskal dalam Menentukan Rute Terdekat pada Tempat Pariwisata di Daerah Lombok Tengah. *Desember 2021*

Griya Journal of Mathematics Education and Application, 1(4), 578.
<https://mathjournal.unram.ac.id/index.php/Griya/indexGriya>

Wamiliana (2022). *Minimum Spanning Tree & Design Jaringan*. Bandar Lampung: Pusaka Media.