

**PENERAPAN ALGORITMA *BELLMAN-FORD* DALAM MENENTUKAN  
RUTE TERPENDEK OBJEK WISATA KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**SILVI FITRIANI  
1817031017**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

## **ABSTRACT**

### **APPLICATION OF BELLMAN-FORD ALGORITHM IN DETERMINING THE SHORTEST PATH OF TOURISM OBJECTS IN EAST LAMPUNG DISTRICT**

**By**

**SILVI FITRIANI**

The shortest path can streamline the distance of a person to reach the destination location, so that saving time and money. In this final project, to find the shortest path to a tourist attraction in East Lampung Regency, the Bellman-Ford algorithm will be used, where this algorithm can calculate the shortest distance from single source in a weighted and directed graph. The goal of single source is to calculate all the shortest distances start from one point. In this final project, the shortest path can be determined to get to a tourist attraction in East Lampung Regency. The location of tourist objects in East Lampung Regency which consists of 28 tourist objects is represented in one graph model, and also from 28 tourist objects are grouped and represented into three weighted and directed graph models.

**Keywords:** Graph, Shortest Path, Bellman-Ford Algorithm

## **ABSTRAK**

### **PENERAPAN ALGORITMA *BELLMAN-FORD* DALAM MENENTUKAN RUTE TERPENDEK OBJEK WISATA KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

**Oleh**

**SILVI FITRIANI**

Rute terpendek dapat mengefisienkan jarak yang harus ditempuh seseorang untuk mencapai lokasi tujuan, sehingga dapat menghemat waktu dan biaya. Pada skripsi ini untuk mencari rute terpendek menuju objek wisata di Kabupaten Lampung Timur akan digunakan algoritma *Bellman-Ford*, dimana algoritma ini dapat menghitung jarak terpendek dari satu sumber pada sebuah graf berbobot dan berarah. Maksud dari satu sumber ialah dapat dihitung semua jarak terpendek yang berawal dari satu titik. Pada skripsi ini dapat ditentukan rute terpendek untuk menuju objek wisata di Kabupaten Lampung Timur. Lokasi objek wisata di Kabupaten Lampung Timur yang terdiri dari 28 objek wisata direpresentasikan menjadi satu model graf, dan juga dari 28 objek wisata dikelompokkan dan direpresentasikan menjadi tiga model graf berbobot dan berarah.

**Kata Kunci:** Graf, Rute Terpendek, Algoritma *Bellman-Ford*

**PENERAPAN ALGORITMA *BELLMAN-FORD* DALAM MENENTUKAN  
RUTE TERPENDEK OBJEK WISATA KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

Oleh

**SILVI FITRIANI**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
SARJANA MATEMATIKA**

**Pada**

**Jurusan Matematika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lampung**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

Judul Skripsi : **PENERAPAN ALGORITMA *BELLMANFORD*  
DALAM MENENTUKAN RUTE TERPENDEK  
OBJEK WISATA KABUPATEN LAMPUNG  
TIMUR**

Nama Mahasiswa : **Silvi Fitriani**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1817031017**

Program Studi : **Matematika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**MENYETUJUI**

1. **Komisi Pembimbing**

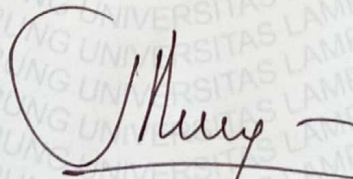


**Dr. Notiragayu, S.Si. M.Si.**  
NIP. 197311092000122001



**Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph. D.**  
NIP. 19631108198902 2 001

2. **Ketua Jurusan Matematika**



**Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.**  
NIP. 19740316 200501 1 001



**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

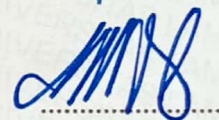
Ketua : **Dr. Notiragayu, S.Si., M.Si.**



Sekretaris : **Prof. Dra. Wamiliana, M.A., Ph. D.**



Penguji  
Bukan Pembimbing : **Dr. Ahmad Faisol, S.Si., M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Dr Eng. Supto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.**  
NIP. 19740705 200003 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **31 Agustus 2022**

## PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Silvi Fitriani

Nomor Pokok Mahasiswa : 1817031017

Jurusan : Matematika

Judul Skripsi : **PENERAPAN ALGORITMA *BELLMAN-FORD* DALAM MENENTUKAN RUTE TERPENDEK OBJEK WISATA KABUPATEN LAMPUNG TIMUR**

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 31 Agustus 2022

Penulis,



Silvi Fitriani

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis lahir di Metro, pada 11 Januari tahun 2000. Merupakan anak kedua dari dua bersaudara, dari Bapak Agus Sunan dan Ibu Sri pu'ah.

Riwayat pendidikan Sekolah Dasar di SD N 1 Braja Yekti , Kabupaten Lampung Timur lulus tahun 2012. Sekolah Menengah Pertama di SMP N 1 Way Jepara lulus tahun 2015, dan Sekolah Menengah Atas di SMA N 1 Way Jepara lulus tahun 2018.

Penulis melanjutkan jenjang pendidikan di Universitas Lampung jalur SNMPTN dan terdaftar sebagai mahasiswa jurusan Matematika FMIPA. Riwayat organisasi yakni Anggota Bidang Kaderisasi Natural (2019), Anggota Bidang Keilmuan HIMATIKA (2019), Sekretaris Bidang Keilmuan HIMATIKA (2020), Dewan Pembina Organisasi HIMATIKA (2021).

Sebagai aplikasi bidang ilmu kepada masyarakat, Penulis telah menyelesaikan Kuliah Kerja Nyata di Desa Braja Harjosari kec. Braja Sebah pada tahun 2021, dan Kerja Praktik (KP) di BPS Kabupaten Lampung Timur. Selama menjadi mahasiswa penulis juga mengikuti program MBKM, yaitu Kampus Mengajar angkatan 1 dan KMMI pada bidang *Start-Up Digital*.



## **KATA INSPIRASI**

“Jangan engkau bersedih, sesungguhnya Allah bersama kita.”

**(Q.S At Taubah : 40)**

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

**(Q.S Al Baqarah : 286)**

“Sungguh atas kehendak Allah semua ini terwujud, tiada kekuatan kecuali dengan pertolongan Allah.”

**(Q.S Al-Kahfi : 39)**

“Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirmu, dan apa yang ditakdirkan untukmu tidak akan pernah melewatkanmu.”

**(Umar Bin Khattab)**

Rencanaku indah, tetapi ridha Allah lebih berkah.

**(Silvi Fitriani)**

## **PERSEMBAHAN**

**Alhamdulillah**, puji dan syukur kepada Allah SWT atas nikmat serta hidayahnya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Oleh karena itu, dengan rasa syukur dan bahagia saya persembahkan rasa terimakasih saya kepada :

### **Bapak Agus Sunan dan Ibu Sri Pu'ah**

Terimakasih kepada kedua orang tuaku atas segala pengorbanan, motivasi, doa, dan ridha serta dukungannya selama ini. Terimakasih telah memberikan pelajaran berharga disetiap harinya sampai dewasa ini, mohon bimbingannya untuk kedepannya supaya diri ini menjadi semakin lebih baik lagi.

### **Dosen Pembimbing dan Pembahas**

Terimakasih kepada dosen pembimbing dan pembahas yang sudah sangat membantu, memberikan motivasi, memberikan arahan serta ilmu yang berharga.

### **Sahabat-sahabatku**

Terimakasih kepada semua orang-orang baik yang telah memberikan pengalaman, semangat, motivasinya, serta doa-doanya dan senantiasa memberikan dukungan dalam hal apapun

**Almamater Tercinta Universitas Lampung**

## SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kepada allah SWT atas segala ridha, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi dengan judul “Penerapan Algoritma *Bellman-Ford* Dalam Menentukan Rute Terpendek Objek Wisata Kabupaten Lampung Timur” disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Matematika di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Notiragayu, S.Si., M.Si. selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan saran kepada penulis selama proses pembuatan skripsi hingga selesai.
2. Ibu Dra. Wamiliana, MA., Ph.D. selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, serta saran kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ahmad Faisol, S.Si., M.Sc. selaku dosen penguji yang telah mengevaluasi dan memberikan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
5. Bapak Drs. Nusyirwan, M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan arahan selama perkuliahan.
6. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, S.Si., M.T. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Seluruh civitas akademik, dosen dan staf Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

8. Keluarga yang selalu mendo'akan dan memberikan dukungan selama perkuliahan dan sampai dengan skripsi ini selesai.
9. Teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan dukungan, saling membantu dan saling mendo'akan selama perkuliahan.
10. Teman-teman HIMATIKA FMIPA Unila dan Natural FMIPA Unila yang telah kebersamai dan memberikan kenangan selama perkuliahan.
11. Seluruh teman-teman mahasiswa Jurusan Matematika Angkatan 2018.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusun skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan untuk penyempurnaan skripsi ini.

Bandar Lampung, 31 Agustus 2022

Penulis,

Silvi Fitriani

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	XV
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	XVI
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Manfaat Penelitian.....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1. Teori Graf .....	4
2.1.1 Definisi Graf .....	4
2.1.2 Jenis-Jenis Graf .....	6
2.2. Lintasan Terpendek .....	7
2.3. Algoritma <i>Bellman-Ford</i> .....	8
2.3.1 Langkah-Langkah Algoritma <i>Bellman-Ford</i> .....	9
2.3.2 Contoh Penerapan Algoritma <i>Bellman-Ford</i> .....	10
2.4. <i>Google Maps</i> .....	18
2.5. Pemrograman MATLAB.....	19
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	21
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	21
3.2. Data Penelitian .....	21
3.3. Metode Penelitian.....	21
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	23
4.1. Data Objek Wisata .....	23
4.2. Pemodelan Graf dari Data Objek Wisata .....	27
4.2.1 Pemodelan Graf 1 (Kantor Camat Labuhan Ratu) .....	27
4.2.2 Pemodelan Graf 2 (Kantor Camat Batanghari) .....	30
4.2.3 Pemodelan Graf 3 (Kantor Camat Bandar Sribhawono).....	32
4.3. Penerapan Algoritma <i>Bellman-Ford</i> .....	34
4.3.1 Perhitungan Rute Terpendek pada Graf 1 (Kantor Camat Labuhan Ratu) .....	34



4.3.2	Perhitungan Rute Terpendek pada Graf 2 (Kantor Camat Batanghari) .....	36
4.3.3	Perhitungan Rute Terpendek pada Graf 3 (Kantor Camat Bandar Sribhawono).....	38
4.4	Graf dan Lintasan Objek Wisata Kabupaten Lampung Timur .....	40
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN</b> .....	<b>44</b>
5.1	Kesimpulan.....	44
5.2	Saran.....	47
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>48</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Contoh Langkah 1 .....	11
2. Hasil Contoh Langkah 2 .....	14
3. Hasil Contoh Langkah 3 .....	17
4. Data Objek Wisata di Kabupaten Lampung Timur .....	23
5. Titik dari Jaringan Objek Wisata Kabupaten Lampung Timur untuk Graf 1 .....	28
6. Sisi dari Jaringan Objek Wisata Kabupaten Lampung Timur untuk Graf 1 .....	28
7. Titik dari Jaringan Objek Wisata Kabupaten Lampung Timur untuk Graf 2 .....	30
8. Sisi dari Jaringan Objek Wisata Kabupaten Lampung Timur untuk Graf 2 .....	30
9. Titik dari Jaringan Objek Wisata Kabupaten Lampung Timur untuk Graf 3 .....	32
10. Sisi dari Jaringan Objek Wisata Kabupaten Lampung Timur untuk Graf 3 .....	32
11. Hasil Perhitungan Rute Terpendek pada Graf 1 (Kantor Camat Labuhan Ratu).....	34
12. Hasil Perhitungan Rute Terpendek pada Graf 2 (Kantor Camat Batanghari).....	36
13. Hasil Perhitungan Rute Terpendek pada Graf 3 (Kantor Camat Bandar Sribhawono).....	39
14. Titik dari Jaringan Objek Wisata Kabupaten Lampung Timur.....	41
15. Lintasan Terpendek dari Titik Sumber ( $v_1$ ) ke Semua Titik.....	43

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Contoh Graf dengan 6 Titik dan 8 Sisi .....	5
2. Graf Sederhana.....	6
3. Graf Tak Sederhana .....	6
4. Graf Tak Berarah .....	7
5. Graf Berarah.....	7
6. Contoh Algoritma <i>Bellman-Ford</i> .....	10
7. Hasil Rute Terpendek dengan Algoritma <i>Bellman-Ford</i> .....	17
8. Lokasi Objek Wisata Kabupaten Lampung Timur Berdasarkan Kecamatan.....	25
9. Lokasi Objek Wisata Kabupaten Lampung Timur .....	26
10. Pemodelan Graf 1 Lokasi Objek Wisata Sekitar Kecamatan Labuhan Ratu .....	29
11. Pemodelan Graf 2 Lokasi Objek Wisata Sekitar Kecamatan Batanghari .....	31
12. Pemodelan Graf 3 Lokasi Objek Wisata Sekitar Kecamatan Bandar Sribhawono .....	33
13. Hasil Algoritma <i>Bellman-Ford</i> pada Graf 1 .....	36
14. Hasil Algoritma <i>Bellman-Ford</i> pada Graf 2 .....	38
15. Hasil Algoritma <i>Bellman-Ford</i> pada Graf 3 .....	40
16. Graf dan Lintasan 28 Titik Objek Wisata Kabupaten Lampung Timur .....	42

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Lampung Timur merupakan salah satu Kabupaten yang terletak di Provinsi Lampung. Lampung Timur diharapkan menjadi destinasi wisata yang mampu menarik kunjungan wisatawan baik wisatawan domestik maupun mancanegara. Kondisi topografi Lampung Timur sangat bervariasi dan memiliki potensi pariwisata yang dapat dikembangkan, keanekaragaman kondisi fisik yang menjadi daya tarik wisata daerah sehingga sektor pariwisata menjadi harapan pertumbuhan perekonomian.

Perkembangan jumlah wisatawan di Kabupaten Lampung Timur tahun 2020 mengalami penurunan. Jumlah wisatawan mancanegara tercatat hanya sebanyak 134 sepanjang tahun 2020. Begitu pula jumlah wisatawan domestik tercatat hanya 787 ribu orang di tahun 2020, mengalami penurunan 71 ribu orang atau 8,3 persen dibanding tahun sebelumnya, hal ini merupakan salah satu dampak dari pandemi Covid-19 (Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Timur, 2021).

Perjalanan untuk menuju ke tempat wisata di Kabupaten Lampung Timur, ada beberapa rute yang bisa ditempuh. Wisatawan pasti menginginkan rute yang paling efisien untuk menuju tempat wisata tujuan sehingga dapat menghemat waktu dan biaya. Pencarian rute yang paling efisien untuk menuju tempat wisata ini menuntut wisatawan untuk membuat keputusan rute mana yang diambil dari beberapa pilihan rute yang ada. Untuk permasalahan yang berkaitan dengan pengambilan keputusan dalam ilmu matematika, diperlukan suatu teknik

pemecahan masalah salah satunya *shortest path* (rute terpendek) dengan menggunakan algoritma *Bellman-Ford*.

Algoritma *Bellman-Ford* merupakan suatu sistem algoritma yang digunakan untuk pencarian rute terpendek dalam suatu lintasan, sama seperti algoritma *Dijkstra* dan algoritma *Floyd Warshall*. Berbeda dengan algoritma *Dijkstra* algoritma *Bellman-Ford* mampu menangani bobot negatif pada pencarian jarak terpendek pada graf berbobot. Algoritma *Bellman-Ford* akan benar jika dan hanya jika graf tidak terdapat siklus dengan nilai bobot negatif yang dicapai dari sumber. Kompleksitas waktu algoritma *Dijkstra* lebih kecil dibandingkan dengan kompleksitas waktu algoritma *Bellman-Ford*. Untuk kompleksitas waktu algoritma *Dijkstra* adalah  $O((|E| + |V|)\log|V|)$  (Serdano, 2019). Algoritma *Floyd Warshall* sama seperti algoritma *Bellman-Ford* dapat digunakan untuk sisi-sisi yang berbobot negatif namun tidak diperbolehkan memiliki siklus negatif. Untuk memproses data algoritma *Floyd Warshall* lebih lama daripada algoritma *Bellman-Ford* dan kompleksitas waktu algoritma *Floyd Warshall* adalah  $O(|V|^3)$  sedangkan kompleksitas waktu algoritma *Bellman-Ford* yaitu  $O(|V.E|)$  (Krisnamurti dan Geong, 2021).

Algoritma *Bellman-Ford* selama ini hanya digunakan dalam *Routing Information Protocol* (RIP) dalam sebuah sistem telekomunikasi (Sulaiman, dkk., 2018). Kajian terbaru yang dilakukan oleh Hutasoit (2019) berhasil mengimplementasikan algoritma *Bellman-Ford* untuk melakukan pencarian rute terdekat berdasarkan jarak yang ditempuh ketika mengantar barang kepada konsumen dengan studi kasus yang digunakan yaitu PT. JNE.

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dianalisis rute dan jarak terpendek guna menentukan rute wisatawan ketika mengunjungi objek wisata di Kabupaten Lampung Timur dengan menggunakan algoritma *Bellman-Ford*. Dalam penelitian ini akan digunakan skrip program algoritma *Bellman-Ford* untuk mempermudah proses iterasi dalam menyelesaikan permasalahan rute terpendek



pada setiap pasangan titik, yang digunakan sebagai perbandingan ketika dilakukan perhitungan tanpa menggunakan bantuan skrip program.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelesaikan masalah rute terpendek dengan menggunakan algoritma *Bellman-Ford*. Dengan kata lain dari penelitian ini dapat ditentukan rute dan jarak terpendek objek wisata di Kabupaten Lampung Timur.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menambah pemahaman bagi para pembaca mengenai algoritma *Bellman-Ford*.
2. Dapat dimanfaatkan bagi wisatawan yang akan berkunjung ke objek wisata Kabupaten Lampung Timur dalam mempertimbangkan pemilihan rute dan jarak terpendek menuju objek wisata.

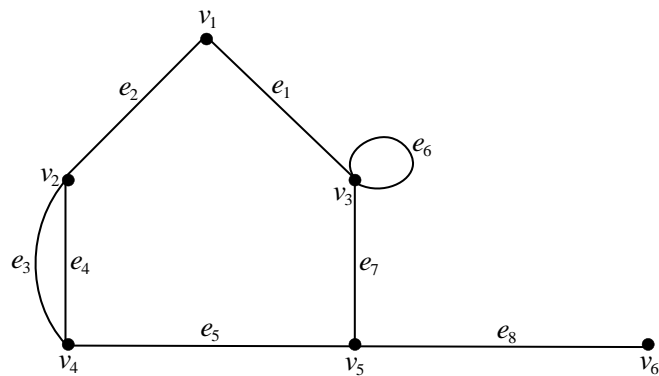
## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Teori Graf

Teori Graf merupakan suatu diagram yang memuat informasi tertentu jika diinterpretasikan secara tepat. Dalam kehidupan sehari-hari graf digunakan untuk menggambarkan berbagai macam struktur yang ada. Tujuannya adalah sebagai visualisasi objek-objek agar lebih mudah dimengerti. Beberapa contoh graf yang sering dijumpai, antara lain struktur organisasi, bagan alir, pengambilan mata kuliah, peta, dan lain-lain.

#### 2.1.1 Definisi Graf

Suatu graf  $G$  adalah himpunan terurut  $(V(G), E(G))$  dengan  $V(G)$  menyatakan himpunan titik  $\{v_1, v_2, \dots, v_k\}$  dari  $G$  dengan  $V(G) \neq \emptyset$  dan  $E(G)$  menyatakan himpunan sisi  $\{e_1, e_2, \dots, e_k\}$  yaitu pasangan tak terurut dari  $V(G)$ . Banyaknya titik  $V(G)$  disebut orde dari graf  $G$ . Jika titik  $v_1$  dan  $v_2$  dihubungkan oleh sisi  $e$ , maka titik  $v_1$  dan  $v_2$  dikatakan menempel pada sisi  $e$  atau sisi  $e$  menempel pada titik  $v_1$  dan  $v_2$ . Pada graf  $G$  titik  $v_1$  dan  $v_2$  dikatakan bertetangga.



Gambar 1. Contoh Graf dengan 6 Titik dan 8 Sisi

Pada Gambar 1, graf tersebut merupakan graf  $(V, E)$  dengan himpunan titik  $V(G) = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6\}$  dan himpunan sisi  $E(G) = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7, e_8\}$ . Titik yang bertetangga dengan  $v_1$  adalah titik  $v_2$  dan  $v_3$  sedangkan sisi yang menempel dengan titik  $v_1$  adalah  $e_1$  dan  $e_2$ . Derajat (*degree*) dari suatu titik  $v$  pada graf  $G$  adalah banyaknya sisi yang menempel pada titik  $v$  yang dinotasikan dengan  $d(v)$ , pada Gambar 2.1.  $d(v_1) = 2$ ,  $d(v_2) = 3$ ,  $d(v_3) = 4$ ,  $d(v_4) = 3$ ,  $d(v_5) = 3$ . Daun adalah titik yang berderajat satu, pada Gambar 1 yang merupakan daun (*pendant*) adalah  $v_6$ . Graf yang semua titiknya berderajat sama disebut graf teratur.

*Loop* adalah sebuah sisi yang mempunyai titik awal dan akhir yang sama, sedangkan sisi paralel adalah dua sisi atau lebih yang menghubungkan sepasang titik yang sama. Pada Gambar 2.1., sisi-sisi paralel adalah  $e_3$  dan  $e_4$  sedangkan  $e_6$  merupakan *loop*.

Jalan (*walk*) adalah barisan berhingga titik-titik dan sisi sedemikian sehingga setiap sisi menempel pada titik sebelum dan sesudahnya. Pada jalan boleh terjadi pengulangan titik atau sisi. Contoh jalan pada Gambar 1 adalah  $v_2 - e_2 - v_1 - e_1 - v_3 - e_6 - v_3 - e_7 - v_5 - e_8 - v_6$ . Lintasan (*Path*) adalah jalan yang semua titik yang dilewati berbeda, jika titik awal dan akhirnya sama maka disebut lintasan tertutup. Contoh lintasan pada Gambar 2.1. adalah  $v_1 - e_2 - v_2 - e_4 - v_4 - e_5 - v_5 - e_8 - v_6$ . (Deo, 1989).

### 2.1.2 Jenis-Jenis Graf

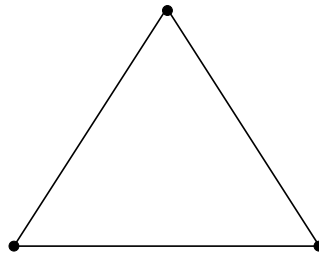
Graf dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis, tergantung pada sudut pandang pengelompokannya.

Berdasarkan ada tidaknya sisi paralel atau *loop* pada suatu graf, maka secara umum graf dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu (Munir, 2016):

#### 1. Graf Sederhana

Graf sederhana adalah graf yang tidak mengandung sisi paralel maupun *loop*.

Contoh dari graf sederhana dapat dilihat pada Gambar 2.2.

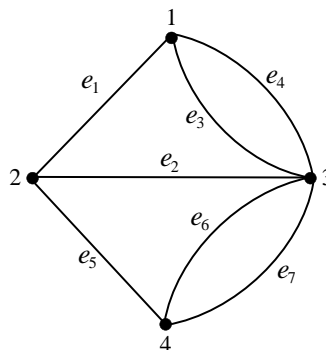


Gambar 2. Graf Sederhana

#### 2. Graf Tak Sederhana

Graf tak sederhana adalah graf yang mengandung sisi paralel atau *loop*.

Contoh dari graf tak sederhana dapat dilihat pada Gambar 2.3.



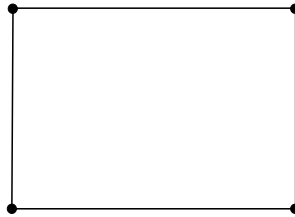
Gambar 3. Graf Tak Sederhana

Berdasarkan orientasi arah pada sisinya, maka secara umum graf dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu (Munir, 2016):

### 1. Graf Tak Berarah

Graf tak berarah adalah graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah.

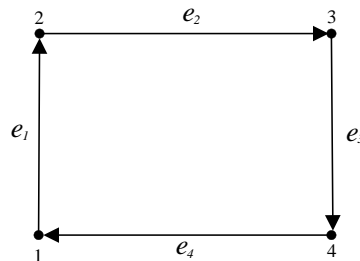
Pada graf tak berarah, urutan pasangan titik yang dihubungkan oleh sisi tidak diperhatikan. Berikut contoh graf tak berarah:



Gambar 4. Graf Tak Berarah

### 2. Graf Berarah

Graf berarah adalah graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah. Pada graf berarah, urutan pasangan titik yang dihubungkan oleh sisinya diperhatikan atau sisinya berbeda. Berikut contoh graf berarah:



Gambar 5. Graf Berarah

## 2.2 Lintasan Terpendek

Lintasan terpendek adalah lintasan minimum yang diperlukan untuk mencapai suatu tempat dari tempat tertentu. Lintasan minimum yang dimaksud dapat dicari dengan menggunakan graf. Graf yang digunakan adalah graf yang berbobot, yaitu



graf yang setiap sisinya diberikan suatu nilai atau bobot. Persoalan lintasan terpendek ini pun banyak sekali dijumpai di kehidupan sehari-hari. Aplikasi yang paling sering ditemui adalah pada bidang transportasi dan komunikasi, seperti pada pencarian rute terbaik untuk menempuh dua kota atau untuk mengetahui dan menelusuri proses pengiriman paket data komunikasi dalam suatu jaringan komunikasi agar dihasilkan suatu proses yang paling cepat. Solusi untuk persoalan lintasan terpendek (*shortest path*) sering disebut sebagai *pathing algorithm* (Djafar dan Faizal, 2015). Banyak sekali algoritma yang dapat digunakan untuk memecahkan persoalan lintasan terpendek, salah satunya adalah algoritma *Bellman-Ford*. Pada penelitian ini diasumsikan bahwa semua bobot bernilai positif, bobot yang dimaksud berupa jarak antar objek wisata.

Ada beberapa macam persoalan lintasan terpendek, antara lain :

- a. Lintasan terpendek antara dua buah titik tertentu.
- b. Lintasan terpendek antara semua pasangan titik.
- c. Lintasan terpendek dari titik tertentu ke semua titik yang lain.
- d. Lintasan terpendek antara dua buah titik yang melalui beberapa titik tertentu.

### 2.3 Algoritma *Bellman-Ford*

Algoritma *Bellman-Ford* dikembangkan oleh Richard Bellman dan Lester Ford. Algoritma *Bellman-ford* menghitung jarak terpendek dari satu sumber pada sebuah graf berbobot. Maksud dari satu sumber ialah bahwa algoritma menghitung semua jarak terpendek yang berawal dari satu titik. Algoritma *Bellman-Ford* menggunakan  $d[u]$  sebagai batas atas dengan jarak  $d[u, v]$  dari  $u$  ke  $v$ . Algoritma ini melakukan inisialisasi jarak titik sumber menjadi nol dan semua titik lainnya menjadi tak hingga.

Secara progresif algoritma ini melakukan perbaikan (*updating*) jarak pada setiap titik sumber ke titik  $v$  di dalam  $V$  hingga dicapai lintasan dalil Boolean *TRUE* yaitu jika graf mengandung lingkaran tidak negatif maka titik dapat dicapai dari

titik sumber, dan dalam kondisi lain dikatakan Boolean *FALSE*. Algoritma *Bellman-ford* sebagai berikut (Cormen, 2009):

```

BELLMAN-FORD ( $G, w, s$ )
INITIALIZE-SINGLE-SOURCE ( $G, s$ )
for each vertex  $i = 1$  to  $V[G] - 1$  do
    for each edge  $(u, v)$  in  $E[G]$  do
        RELAX ( $u, v, w$ )
for each edge  $(u, v)$  in  $E[G]$  do
    if  $d[u] + w(u, v) < d[v]$  then
        return FALSE
return TRUE

```

Algoritma *Bellman-Ford* dapat digunakan untuk mencari lintasan terpendek jika dalam suatu graf terdapat sisi yang bernilai negatif. Ciri-ciri algoritma *Bellman-Ford* (Serdano, dkk., 2019):

1. Dapat menyelesaikan permasalahan graf untuk pencarian lintasan terpendek jika dalam suatu graf terdapat sisi yang bernilai negatif.
2. Harus graf berarah.
3. Dapat mendeteksi siklus dengan nilai bobot negatif jika ada.

### 2.3.1 Langkah-Langkah Algoritma *Bellman-Ford*

Algoritma *Bellman-Ford* menentukan lintasan terpendek secara umum, langkah-langkah algoritmanya adalah sebagai berikut (Azdy dan Darnis, 2019):

- a. Menentukan titik asal dan mendaftar semua titik maupun sisi
- b. Memberi nilai untuk titik asal sama dengan nol dan titik-titik lainnya dengan tak hingga.
- c. Memulai iterasi terhadap semua titik yang ada, dimulai dengan titik asal. Untuk menentukan jarak dari semua titik yang berhubungan dengan titik asal dengan formula seperti berikut:

$U$  = Titik asal

$V$  = Titik tujuan

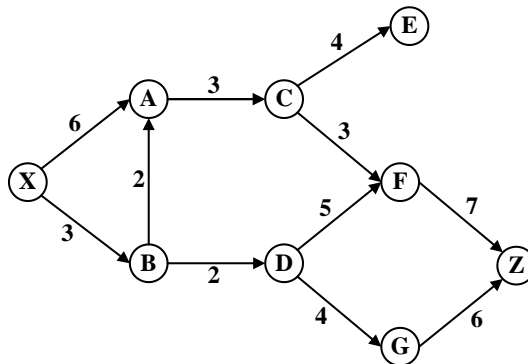
$UV$  = Sisi yang menghubungkan  $U$  dan  $V$ ,

Jika jarak  $V$  lebih besar dari jarak  $U + \text{bobot } UV$  maka jarak  $V$  diisi dengan jarak  $U + \text{bobot } UV$ , dilakukan hingga semua titik terjelajahi.

- d. Melakukan iterasi untuk semua sisi yang ada untuk mengecek apakah ada siklus negatif dalam graf tersebut, kemudian melakukan pengecekan. Untuk semua sisi  $UV$ , jika jarak  $V$  lebih besar dari jarak  $U + \text{bobot } UV$  maka sudah jelas bahwa graf tersebut memiliki siklus negatif.

### 2.3.2 Contoh Penerapan Algoritma *Bellman-Ford*

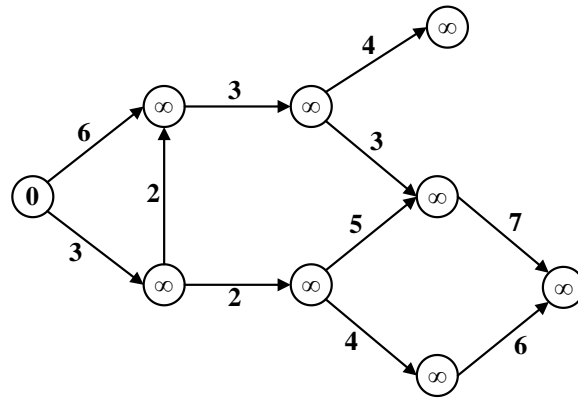
Seseorang berada di lokasi X ingin menuju ke lokasi Z. Tentukan rute yang paling dekat menurut algoritma *Bellman-Ford*.



Gambar 6. Contoh Algoritma *Bellman-Ford*

#### Langkah 1

Buat titik awal = 0 dan titik lainnya dengan nilai tak hingga.



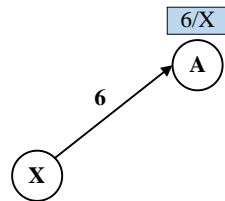
Tabel 1. Hasil Contoh Langkah 1

	<b>X</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>Z</b>
<b>d[V]</b>	<b>0</b>	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

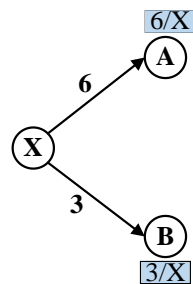
**Langkah 2**

Hitung semua titik.

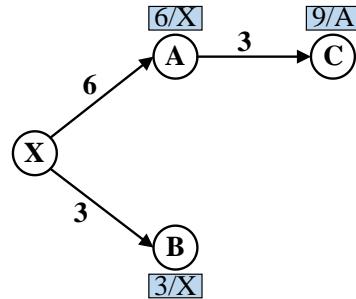
1. Titik X = 0.
2. Titik A = 6 melewati titik X.  
 $X + \text{bobot } XA = 0 + 6 = 6.$



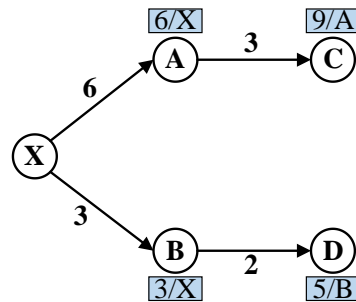
3. Titik B = 3 melewati titik X.  
 $B + \text{bobot } XB = 0 + 3 = 3.$



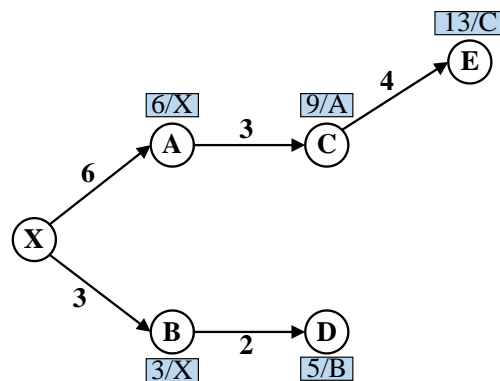
4. Titik C = 9 melewati titik A.  
 $A + \text{bobot } AC = 6 + 3 = 9.$



5. Titik D = 5 melewati titik B.  
 $B + \text{bobot } BD = 3 + 2 = 5.$

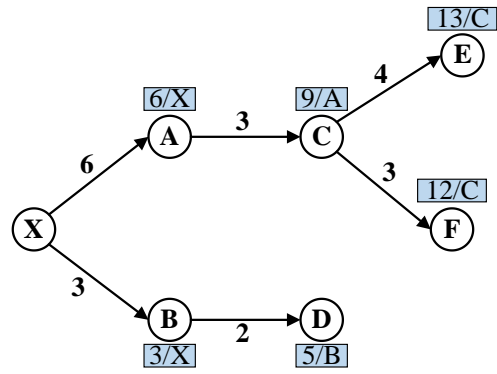


6. Titik E = 13 melewati titik C.  
 $C + \text{bobot } CE = 9 + 4 = 13$



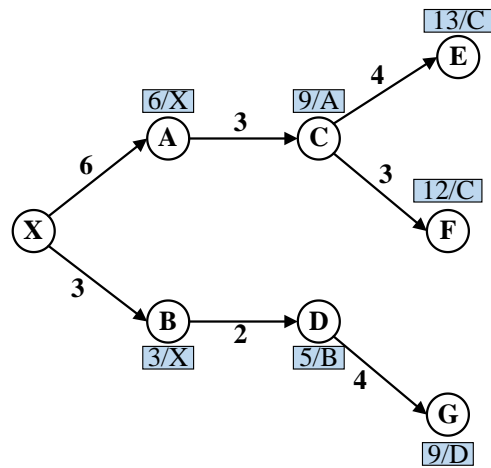
7. Titik F = 12 melewati titik C.  
 $C + \text{bobot } CF = 9 + 3 = 12$





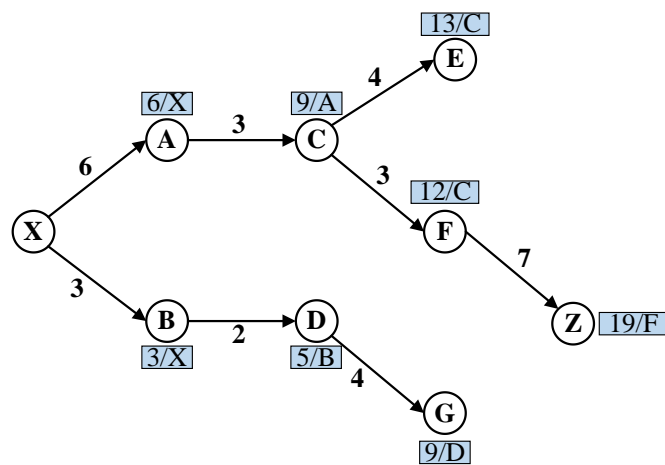
8. Titik G = 9 melewati titik D.

$$D + \text{bobot } DG = 5 + 4 = 9$$



9. Titik Z = 19 melewati titik F.

$$F + \text{bobot } FZ = 12 + 7 = 19$$

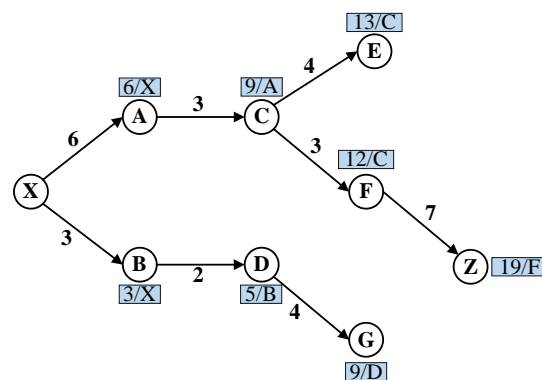


Tabel 2. Hasil Contoh Langkah 2

	X	A	B	C	D	E	F	G	Z
d[V]	0	6	3	9	5	13	12	9	19
Melalui Titik	0	X	X	A	B	C	C	D	F

### Langkah 3

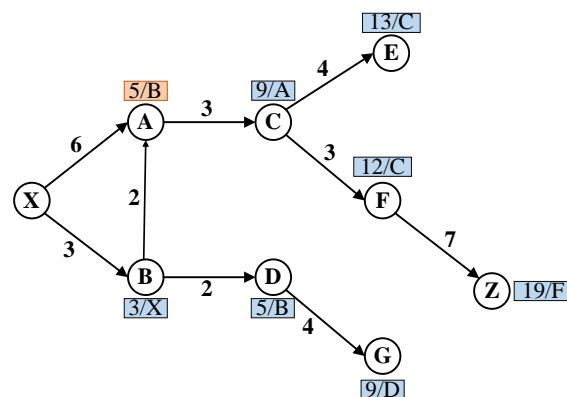
Hitung kembali semua titik yang belum terlewati.



1. Titik X = 0.
2. Titik A = 5 melewati titik B.

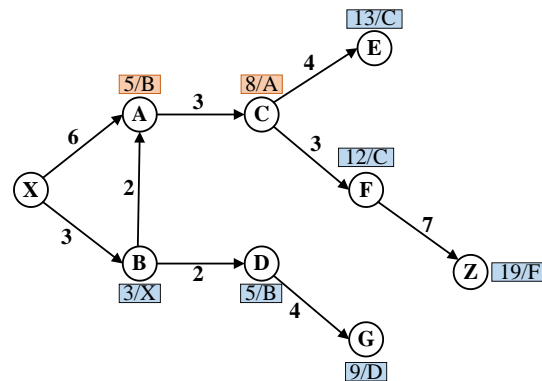
$$B + \text{bobot } BA = 3 + 2 = 5$$

$6 > 5$  maka dipilih 5 sebagai jarak terpendek antara X dan A.



3. Titik C = 8 melewati titik A.
- $$A + \text{bobot } AC = 5 + 3 = 8.$$

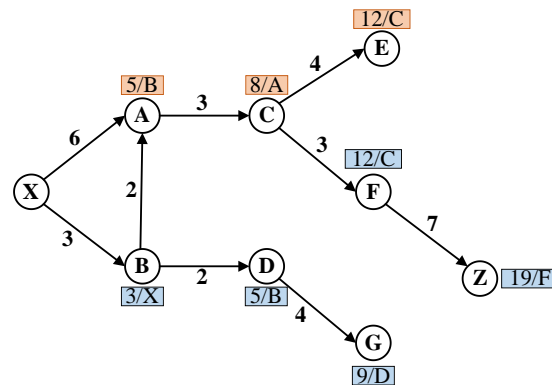
$9 > 8$  maka dipilih 8 sebagai jarak terpendek antara X dan C.



4. Titik E = 12 melewati titik C.

$$C + \text{bobot } CE = 8 + 4 = 12$$

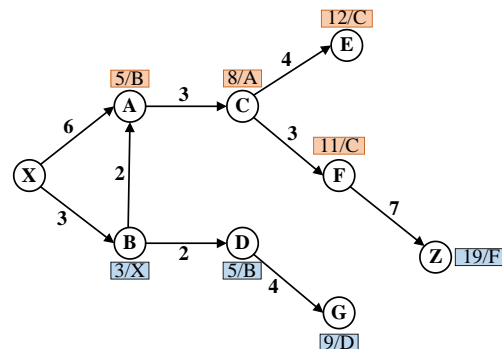
$13 > 12$  maka dipilih 12 sebagai jarak terpendek antara X dan E.



5. Titik F = 11 melewati titik C.

$$C + \text{bobot } CF = 8 + 3 = 11$$

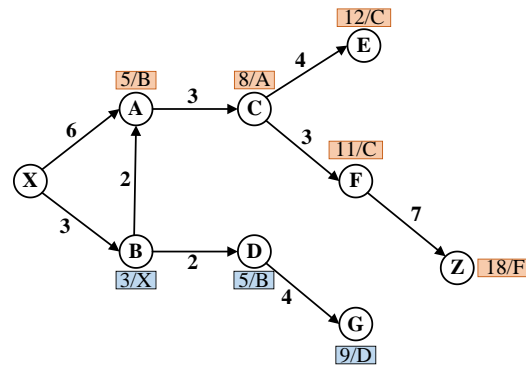
$12 > 11$  maka dipilih 11 sebagai jarak terpendek antara X dan F.



6. Titik Z = 18 melewati titik F.

$$F + \text{bobot } FZ = 11 + 7 = 18$$

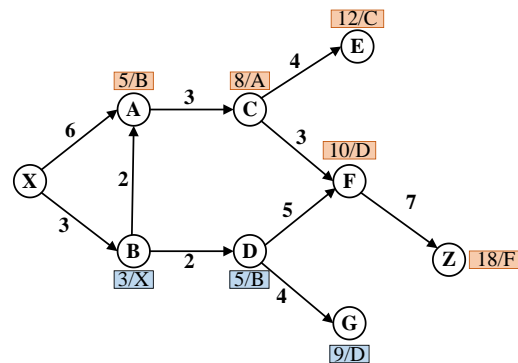
19 > 18 maka dipilih 18 sebagai jarak terpendek antara X dan Z.



7. Titik F = 10 melewati titik D.

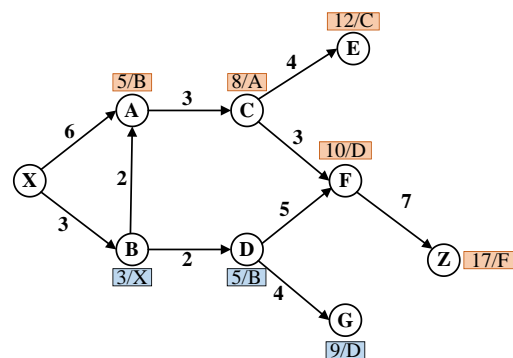
$$D + \text{bobot } DF = 5 + 5 = 10$$

11 > 10 maka dipilih 10 sebagai jarak terpendek antara X dan F.



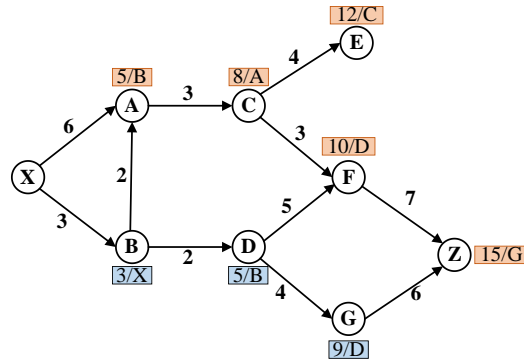
8. Titik Z = 17 melewati titik F dan jika melewati titik G, maka Z = 15.

$$F + \text{bobot } FZ = 10 + 7 = 17.$$



$$G + \text{bobot } GZ = 9 + 6 = 15$$

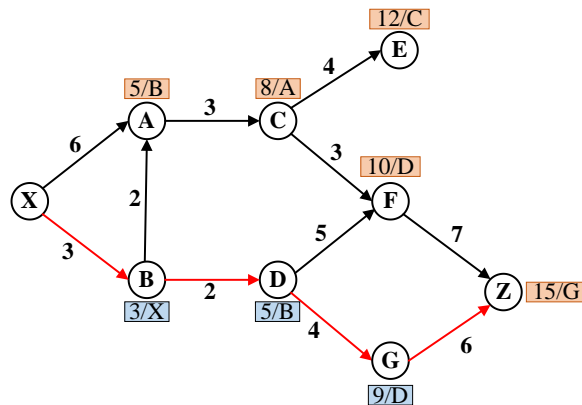
17 > 15 maka dipilih 15 sebagai jarak terpendek antara X dan Z.



Tabel 3. Hasil Contoh Langkah 3

	X	A	B	C	D	E	F	G	Z
<b>d[V]</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>15</b>
<b>Melalui Titik</b>	<b>0</b>	<b>B</b>	<b>X</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>D</b>	<b>G</b>

Tampilan hasil yang telah di uji dengan menggunakan algoritma *Bellman-Ford* untuk mendapatkan rute yang terpendek dapat dilihat seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 7. Hasil Rute Terpendek dengan Algoritma *Bellman-Ford*

Keterangan gambar:



= Nilai awal.



= Nilai yang berubah setelah menghitung kembali titik yang belum terlewati.



= Rute terpendek yang akan dilalui.

Dari Gambar 8. maka jarak orang yang berada di lokasi X menuju lokasi Z dengan rute X – B – D – G – Z.

## 2.4 Google Maps

*Google maps* adalah sebuah jasa peta virtual gratis yang disediakan oleh *Google*, menawarkan peta yang dapat diseret dan gambar satelit untuk seluruh dunia serta merupakan aplikasi pemandu perjalanan atau *traveling* yang memberikan informasi-informasi penting mengenai suatu tempat.

*Google Maps* menawarkan beberapa fitur antara lain (Muslim dan Sunyoto, 2012):

- a. Hasil Pencarian Bisnis Terpadu  
Menemukan lokasi bisnis dan kontak informasi dalam satu lokasi, terintegrasi dengan peta.
- b. Peta yang Dapat Digeser  
Untuk melihat lokasi yang berada disekitar peta yang ditampilkan, dapat dilakukan dengan menggeser peta tersebut.
- c. Citra Satelit  
Melihat citra satelit dari lokasi diinginkan dan dapat diperbesar.
- d. *Earth View*  
Klik tombol *Earth* untuk melihat citra 3D dan medan (*terrain*) dari *Google Earth* pada peta yang dapat diperbesar maupun mengatur kemiringannya.
- e. *Street View*  
Melihat dan bernavigasi pada berbagai level jalan.
- f. Petunjuk Arah yang Rinci

Dengan memasukkan alamat, *Google Maps* akan menunjukkan lokasi dan arah mengemudi.

g. *Double-Click*

*Double-click* untuk memperbesar tampilan peta pada *google maps*.

## 2.5 Pemrograman MATLAB

MATLAB (*Matrix laboratory*) adalah sebuah program untuk analisis dan komputasi numerik, yang merupakan suatu bahasa pemrograman matematika lanjutan yang dibentuk dengan dasar pemikiran dengan menggunakan sifat dan bentuk matriks (Arhami dan Desiani, 2005).

Pemrograman MATLAB dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu menggunakan jendela perintah atau menggunakan skrip *M-File* (Tjolleng, 2017). Cara yang pertama yaitu menggunakan jendela perintah atau *Command Window* akan dieksekusi secara langsung baris perbaris. Untuk membuat program, hanya perlu mengetikkan *prompt* (tanda kurung 2 atau >>) kemudian tekan tombol *enter* maka akan menunjukkan hasil. Jika mengakhiri perintah dengan tanda titik koma (;) maka tidak akan menampilkan *display* (hasil) tapi akan melakukan komputasi (Rani, 2013). Cara yang kedua memberikan kemudahan untuk mengevaluasi perintah secara keseluruhan meminimalisir kesalahan yang digunakan pada cara pertama. Cara pertama tidak memungkinkan mengedit perintah yang sudah dijalankan, sedangkan cara kedua ini memudahkan hal mengedit *file* dan menjalankan perintah secara keseluruhan.

Jika ingin mengedit suatu skrip program maka harus dilakukan pada editor, dan dalam membuat skrip program seringkali harus menjalankan satu program berulang kali dengan nilai masukan yang berbeda misalkan dalam proses iterasi atau optimasi (Widiarsono, 2005). Untuk keperluan tersebut sering ditulis sebagai fungsi spesifik sebagai kebutuhan pembuatan skrip program, dalam fungsi tersebut terdapat tiga unsur yang harus ada di dalamnya:

1. Parameter masukan atau disebut argumen *input*, jumlahnya bebas sesuai kebutuhan dan dapat berupa variabel bilangan ataupun *teks* (sebarang).
2. Proses di dalam program, merupakan program inti atau sederetan *command* (perintah) untuk menjalankan suatu algoritma yang ingin dibuat.
3. Parameter keluaran atau disebut argument *output*, sama halnya dengan argument *input* jumlah dan jenisnya sebarang.

Dalam pemrograman MATLAB, bisa dikendalikan arah program yang akan dibuat dengan berbagai cara berdasarkan kondisi tertentu, ataupun *loop* (perhitungan berulang) ketika melakukan iterasi. Arah program tersebut bisa dengan memunculkan perintah-perintah seperti *statement if....elseif....else....end* dan *statement for.....end* serta masih banyak statement lainnya (Widiarsono, 2005).



### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada semester genap tahun akademik 2021/2022 di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

#### **3.2 Data Penelitian**

Data yang digunakan adalah data jarak antar objek wisata yang ada di Kabupaten Lampung Timur. Data objek wisata di Kabupaten Lampung Timur didapatkan dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Timur yaitu sebanyak 28 titik objek wisata. Untuk Jarak titik awal keberangkatan dengan jarak antar tempat wisata diambil dengan menggunakan bantuan *google maps*.

#### **3.3 Metode Penelitian**

Adapun metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan proposal penelitian ini adalah :

1. Mempelajari konsep dasar graf.
2. Mempelajari konsep algoritma *Bellman-Ford* dalam menentukan rute terpendek.
3. Studi kasus pada data titik objek wisata di Kabupaten Lampung Timur.

4. Mempresentasikan masalah ke dalam bentuk graf berarah dan berbobot.
5. Mencari rute terpendek objek wisata di Kabupaten Lampung Timur menggunakan algoritma *Bellman-Ford*, adapun untuk langkah-langkahnya yaitu:
  - a. Menentukan titik keberangkatan dan mendaftarkan semua titik maupun sisi.
  - b. Memberikan nilai titik keberangkatan sama dengan nol dan titik-titik lainnya dengan tak hingga .
  - c. Memulai iterasi ke semua titik yang ada, dimulai melalui titik keberangkatan. Untuk menentukan jarak semua titik terhadap titik keberangkatan yaitu dengan formula:  
 $U$  = Titik asal/ Titik keberangkatan.  
 $V$  = Titik tujuan/Objek wisata.  
 $UV$  = Sisi yang menghubungkan  $U$  dengan  $V$ .  
Jika jarak  $V$  lebih besar dari jarak  $U + \text{bobot } UV$  maka jarak  $V$  diisi dengan jarak  $U + \text{bobot } UV$ , dan dilakukan sampai semua titik dijelajahi.

## V. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan bab hasil dan pembahasan pada penelitian ini, untuk mencari rute terpendek menuju objek wisata di Kabupaten Lampung Timur akan digunakan algoritma *Bellman-Ford*. Pada penelitian ini dapat ditentukan rute terpendek untuk menuju objek wisata di Kabupaten Lampung Timur. Lokasi objek wisata di Kabupaten Lampung Timur dipresentasikan ke dalam 3 model graf, hal ini dilakukan karena jika 28 objek wisata dijadikan kedalam satu model graf, maka jarak yang didapatkan dari titik keberangkatan menuju objek wisata terjauh akan semakin jauh, sehingga kurang efisien. Pada hasil penelitian ini, untuk menghitung rute terpendek dengan menggunakan Algoritma *Bellman-Ford* dilakukan dengan dua cara yaitu dengan cara manual dan dengan menggunakan program MATLAB.

Pada model graf 1 yang dimulai dari Kantor Camat Labuhan Ratu menuju 10 objek wisata, mendapatkan hasil yaitu:

1. Rute terpendek dari Kantor Camat Labuhan Ratu ke objek wisata Taman Nasional Way Kambas yaitu 7100 m.
2. Rute terpendek dari Kantor Camat Labuhan Ratu ke objek wisata Dam Negara Batin yaitu 8900 m.
3. Rute terpendek dari Kantor Camat Labuhan Ratu ke objek wisata Gedung Sesat Agung yaitu 20500 m, melewati objek wisata Dam Negara Batin.

4. Rute terpendek dari Kantor Camat Labuhan Ratu ke objek wisata Museum Budaya Lampung Timur yaitu 20300 m, melewati objek wisata Dam Negara Batin.
5. Rute terpendek dari Kantor Camat Labuhan Ratu ke objek wisata Pasar Wedana yaitu 21800 m, melewati objek wisata Dam Negara Batin.
6. Rute terpendek dari Kantor Camat Labuhan Ratu ke objek wisata Dam Terbanggi Marga yaitu 24600 m, melewati objek wisata Dam Negara Batin dan objek wisata Museum Budaya Lampung Timur.
7. Rute terpendek dari Kantor Camat Labuhan Ratu ke objek wisata Danau Beringin Indah yaitu 25100 m, melewati objek Dam Negara Batin dan objek wisata Museum Budaya Lampung Timur.
8. Rute terpendek dari Kantor Camat Labuhan Ratu ke objek wisata Islamic Center yaitu 26400 m, melewati objek wisata Dam Negara Batin dan objek wisata Museum Budaya Lampung Timur.
9. Rute terpendek dari Kantor Camat Labuhan Ratu ke objek wisata Dam Swadaya yaitu 42300 m, melewati objek wisata Dam Negara Batin, objek wisata Museum Budaya Lampung Timur dan objek wisata Danau Beringin Indah.
10. Rute terpendek dari Kantor Camat Labuhan Ratu ke objek wisata Balai Benih Induk Hortikultura yaitu 50700 m, melewati Dam Negara Batin, objek wisata Museum Budaya Lampung Timur, objek wisata Danau Beringin Indah dan objek wisata Dam Swadaya.

Pada model graf 2 yang dimulai dari Kantor Camat Batanghari menuju 9 objek wisata, mendapatkan hasil yaitu:

1. Rute terpendek dari Kantor Camat Batanghari ke objek wisata Agrowisata Kelompok Tani Lebah yaitu 4600 m.
2. Rute terpendek dari Kantor Camat Batanghari ke objek wisata Sumur Tujuh yaitu 23900 m.
3. Rute terpendek dari Kantor Camat Batanghari ke objek wisata Embung Bojong Katon Negeri Sakti yaitu 35500 m.

4. Rute terpendek dari Kantor Camat Batanghari ke objek wisata Agrowisata Buah Jeruk yaitu 37400 m, melewati objek wisata Embung Bojong Katon Negeri Sakti.
5. Rute terpendek dari Kantor Camat Batanghari ke objek wisata Randu Mas yaitu 38100 m, melewati objek wisata Embung Bojong Katon Negeri Sakti.
6. Rute terpendek dari Kantor Camat Batanghari ke objek wisata Agrowisata Bunga/Sayur-sayuran yaitu 41100 m, melewati objek wisata Embung Bojong Katon Negeri Sakti, dan objek wisata Agrowisata Buah Jeruk.
7. Rute terpendek dari Kantor Camat Batanghari ke objek wisata Museum Purbakala Pugung Raharjo yaitu 37800 m, melewati objek wisata Embung Bojong Katon Negeri Sakti, dan objek wisata Agrowisata Buah Jeruk.
8. Rute terpendek dari Kantor Camat Batanghari ke objek wisata Desa Wisata Purbo Raharjo yaitu 38900 m, melewati objek wisata Embung Bojong Katon Negeri Sakti, dan objek wisata Agrowisata Buah Jeruk.
9. Rute terpendek dari Kantor Camat Batanghari ke objek wisata Goa Pandan yaitu 58500 m, melewati objek wisata Embung Bojong Katon Negeri Sakti, objek wisata Agrowisata Buah Jeruk, dan objek wisata Desa Wisata Purbo Raharjo.

Pada model graf 3 yang dimulai dari Kantor Camat Bandar Sribhawono menuju 9 objek wisata, mendapatkan hasil yaitu:

1. Rute terpendek dari Kantor Camat Bandar Sribhawono ke objek wisata Danau Kemuning yaitu 2600 m.
2. Rute terpendek dari Kantor Camat Bandar Sribhawono ke objek wisata Desa Tradisional Wana yaitu yaitu 9100 m.
3. Rute terpendek dari Kantor Camat Bandar Sribhawono ke objek wisata Kali Medek Sribhawono yaitu 4300 m, melewati objek wisata Danau Kemuning.
4. Rute terpendek dari Kantor Camat Bandar Sribhawono ke objek wisata Pesanggerahan Curup yaitu 7500 m, melewati objek wisata Danau Kemuning.
5. Rute terpendek dari Kantor Camat Bandar Sribhawono ke objek wisata Sumber Mata Air Awet Muda yaitu 14500 m, melewati objek wisata Danau Kemuning.

6. Rute terpendek dari Kantor Camat Bandar Sribhawono ke objek wisata Wisata Mangrove Pandan Alas yaitu 20400 m, melewati objek wisata Danau Kemuning dan objek wisata wisata Kali Medek Sribhawono.
7. Rute terpendek dari Kantor Camat Bandar Sribhawono ke objek wisata Pantai Kerang Mas yaitu 20300 m, melewati objek wisata Danau Kemuning dan objek wisata wisata Kali Medek Sribhawono.
8. Rute terpendek dari Kantor Camat Bandar Sribhawono ke objek wisata Pantai Cemara yaitu 27200 m, melewati objek wisata Danau Kemuning dan objek wisata Sumber Mata Air Awet Muda.
9. Rute terpendek dari Kantor Camat Bandar Sribhawono ke objek wisata Hutan Mangrove Pasir Sakti yaitu 48400 m, melewati objek wisata Danau Kemuning, objek wisata Sumber Mata Air Awet Muda dan objek wisata Pantai Cemara.

## 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Untuk menunjukkan keunggulan algoritma *Bellman-Ford* dapat digunakan data yang memiliki bobot negatif, misalnya seperti *Routing Information Protocol* (RIP).
2. Untuk mengefisienkan wisatawan menuju objek wisata, dapat menggunakan bobot pada graf berupa biaya ataupun waktu yang dibutuhkan untuk mengunjungi objek wisata.
3. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh dinas pariwisata Kabupaten Lampung Timur dalam menentukan rute yang efisien menuju objek wisata.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arhami, M. dan Desiani, A. 2005. *Pemrograman Matlab*. Andi, Yogyakarta.
- Azdy, R.A. dan Darnis, F. 2019. Implementasi Bellman-Ford untuk Optimasi Rute Pengambilan Sampah di Kota Palembang. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*. **8(4)**: 327-333.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Timur. 2021. *Kabupaten Lampung Timur dalam Angka 2021*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Timur, Lampung Timur.
- Cormen, T.H., Leiserson, C.E., Rivest, R.L., & Stein, C. 2009. *Introduction to Algorithms. 3 rd Edition*. The MIT (Massachusetts Institute of Technology) Press, United State of America.
- Deo, N. 1989. *Graph Theory with Applications to Engineering and Computer Science*. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Djafar, I. dan Faizal. 2015. Single-Source Shortest Path pada Graf Berbobot Menggunakan Algoritma Dijkstra dan Bellman- Ford, hlm. 172-181. Prosiding Seminar Ilmiah Sistem Informasi dan Teknologi Informasi, Makassar.
- Hutasoit, E.T. 2019. Pencarian Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Bellman-Ford (Studi Kasus: PT. JNE Medan). *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*. **1(1)**: 20-25.
- Krisnamurti, C.N. dan Geong, E.A.P. 2021. Implementasi Algoritma Floyd-Warshall untuk Menentukan Rute Terpendek Destinasi Wisata Labuan Bajo. *UNNES Journal of Mathematics*. **10 (1)**:75-84.
- Munir, R. 2016. *Matematika Diskrit*. Informatika, Bandung.
- Muslim, N. dan Sunyoto, A. 2012. Sistem Informasi Geografis Berbasis Web Pemetaan Potensi Panas Bumi di Indonesia Menggunakan Google Maps. *Jurnal Data Manajemen dan Teknologi Informasi (DASI)*. **13(2)**: 60-64.
- Rani, S. 2013. *Modul Pelatihan Pemrograman MATLAB*. UGM, Yogyakarta.

- Serdano, A., Zarlis, M., dan Dedy, H. 2019. Perbandingan Algoritma Dijkstra dan Bellman-Ford dalam Pencarian Jarak Terpendek pada SPBU, hlm. 259-264. *Prosiding Seminar Nasional Sains & Teknologi Informasi (SENSASI)*, Medan.
- Sulaiman, O. K., Siregar, A. M., Nasution, K., dan Haramaini, T. 2018. Bellman Ford algorithm-In Routing Information Protocol (RIP). *Journal of Physics: Conference Series* **1007**(1):1-9.
- Tjolleng, A. 2017. *Pengantar Pemrograman MATLAB*. PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Widiarsono, T. 2005. *Tutorial Praktis Belajar MATLAB*, Jakarta.