



**IMPLEMENTASI ALGORITMA *BELLMAN-FORD*  
PADA APLIKASI PARIWISATA REMBANG SEBAGAI  
MEDIA INFORMASI PARIWISATA**

**Skripsi**

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana  
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer  
Universitas Negeri Semarang**

oleh

Sulus Ilhamti Rizqiani

NIM.5302413015

**PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2018**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Sulus Ilhamti Rizqiani

NIM : 5302413015

Program Studi: S1 Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer

Judul Skripsi : Implementasi Algoritma Bellman-Ford Pada Aplikasi “Pariwisata  
Rembang” Sebagai Media Informasi Pariwisata.

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Program Studi S1 Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Pembimbing I,



Dr. H. Eko Suprptono, M.Pd.

NIP. 196109021987021001

Semarang, 15 Agustus 2018

Pembimbing II,



Arief Arfriandi, S.T., M.Eng.

NIP. 198208242014041001

## PENGESAHAN

Skripsi dengan judul IMPLEMENTASI ALGORITMA BELLMAN-FORD PADA APLIKASI PARIWISATA REMBANG SEBAGAI MEDIA INFORMASI PARIWISATA telah dipertahankan didepan Panitia Ujian Skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 25 September 2018

Oleh

Nama : Sulus Ilhamti Rizqiani

NIM : 5302413015

Program studi : Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, S1

Panitia:

Ketua Panitia



Dr.-Ing Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T.

NIP. 197805312005011002

Sekretaris Panitia



Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T.

NIP. 196605051998022001

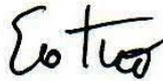
Penguji I



Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T.

NIP. 196605051998022001

Penguji II/Pembimbing 1



Dr. H. Eko Suprptono, M.Pd.

NIP. 196109021987021001

Penguji III/Pembimbing 2



Arief Arfriandi, S.T., M.Eng.

NIP. 198208242014041001

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik UNNES



Dr. Nur Oudis M.T.

NIP. 196911301994031001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, November 2018

Yang membuat pernyataan



Sulus Ilhamti Rizqiani

NIM. 5302413015

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

- “Karena sesungguhnya bersama setiap kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama setiap kesulitan ada kemudahan.” (QS. Al-Insyirah : 5-6)
- “Allah tidak akan membebani seorang manusia diluar kemampuannya”. (QS. Al-Baqarah:286)
- “Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum sampai mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri”. (QS. Ar-Rad:11)

### **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Rodli dan Ibu Sri Rahayu yang senantiasa dengan tulus, sabar dan ikhlas memberikan do’a, restu, semangat, dukungan moral serta materiil selama proses perkuliahan dari awal hingga akhir.
2. Kakakku Mua’rif Ichda Hermawan dan adikku Frendi Arba’a Sifa terima kasih atas do’a, dukungan, motivasi, dan semangatnya.
3. Almamater yang penulis banggakan, Universitas Negeri Semarang.

## RINGKASAN

Sulus Ilhamti Rizqiani, 2018. **Implementasi Algoritma Bellman-Ford Pada Aplikasi Pariwisata Rembang Sebagai Media Informasi Pariwisata.** Pembimbing : Dr. H Eko Suprpto, M.Pd dan Arief Arfriandi, S.T., M.Eng Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer.

Pariwisata sebagai salah satu sarana promosi untuk memperkenalkan keindahan alam maupun keunikan budaya suatu daerah. Sebaran lokasi objek wisata di Kabupaten Rembang merata, baik didaerah kepepesisiran maupun didaerah perbukitan. Untuk mencapai lokasi tujuan, wisatawan yang datang berkunjung membutuhkan informasi rute wisata untuk membantu merencanakan perjalanan. Solusi untuk pemecahan masalah dalam menentukan rute terpendek terdapat beberapa algoritma, algoritma *Bellman Ford* dipilih untuk penentuan rute terpendek.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode *Research and Development* (R&D). Sedangkan algoritma yang digunakan untuk pencarian rute terpendek menggunakan algoritma *Bellman-Ford* yaitu algoritma untuk menghitung jarak terpendek pada sebuah graf berbobot apabila terdapat bobot negatif .

Hasil perhitungan algoritma *Bellman-Ford* untuk menentukan rute pada objek wisata di Kabupaten Rembang secara matematis dan aplikasi pada sample graf dari *node* 6 ke *node* 10 selisih jarak yang dihasilkan 0,4 Km. Persentase pengujian *black-box* 100%, bahwa semua fungsi pada aplikasi berjalan dengan baik. Persentase Pengujian *usablity* 82,7 % dari 30 responden bahwa aplikasi sangat layak digunakan untuk membantu pengguna dalam memperoleh informasi pariwisata. Persentase pengujian *compatibility* 100% bahwa aplikasi dapat diinstal pada beberapa *device* berbasis android. Serta pengujian *performance efficiency* memiliki rata-rata kecepatan *launch time* 40,47 *second* dengan *launch time* tercepat 30,89 *second* dan terlama 48,45 *second*.

**Kata Kunci** : *rute terpendek, Bellman-Ford, Pariwisata*

## **PRAKATA**

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Implementasi Algoritma Bellman-Ford Pada Aplikasi Pariwisata Rembang Sebagai Media Informasi pariwisata. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang. Shalawat dan salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaatNya di yaumul akhir nanti. Aamiin.

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M. Hum. Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M.T. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T. Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.
4. Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T. Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang.

5. Dr. H Eko Suprptono, M.Pd dan Arief Arfriandi, S.T., M.Eng pembimbing I dan II yang dengan tulus dan penuh kesabaran memberikan bantuan, bimbingan, arahan serta kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan skripsi ini.
6. Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T. penguji yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perbaikan, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas penulisan ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang yang telah memberi bekal pengetahuan yang berguna.
8. Kedua orang tua, Bapak Rodli dan Ibu Sri Rahayu terima kasih atas doa, dukungan, motivasi dan semangatnya.
9. Teman-teman mahasiswa Program Studi S1 Pendidikan Teknik Informasi dan Komputer Universitas Negeri Semarang angkatan 2013.
10. Berbagai pihak yang telah memberikan bantuan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang teknik informatika dan komputer.

Semarang, 19 November 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERSETUJUAN PEMBIMBING</b> .....	ii
<b>PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>RINGKASAN</b> .....	vi
<b>PRAKATA</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	5
1.3 Batasan Masalah .....	5
1.4 Rumusan Masalah .....	6
1.5 Tujuan Penelitian .....	6
1.6 Manfaat Penelitian .....	7
1.7 Penegasan Istilah .....	8
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b> .....	10
2.1 Kajian Pustaka .....	10
2.2 Landasan Teori .....	13
2.2.1 Konsep Dasar Teori Graf .....	13
1. Teori Graf .....	13
2. Definisi Graf .....	14
3. Jenis – jenis Graf .....	16
4. Lintasan Terpendek .....	19
2.2.2 Algoritma Bellman-Ford .....	21
1. Pengertian Algoritma .....	21
2. Algoritma Bellman-Ford .....	21
2.2.3 Perangkat Lunak Pendukung Aplikasi .....	27

1. GPS ( <i>Global Positioning System</i> ) .....	27
2. LBS ( <i>Location Based Service</i> ) .....	28
3. <i>Open Street Maps</i> .....	28
4. Android .....	29
2.2.4 Objek Wisata .....	30
2.3 Kerangka Berfikir .....	32
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>32</b>
3.1 Metode Penelitian .....	32
3.1.1 Tahap Potensi dan Masalah .....	34
3.1.2 Studi Literatur .....	34
3.1.3 Pengembangan Aplikasi .....	35
1. Analisis .....	35
2. Desain .....	36
3. Code .....	47
4. Test .....	48
3.1.4 Validasi Produk .....	50
3.1.5 Revisi Produk .....	50
3.1.6 Respon Pengguna .....	51
3.1.7 Produk Akhir .....	52
3.2 Pelaksanaan Penelitian .....	52
3.3 Teknik Pengumpulan Data .....	52
3.3.1 Pengumpulan Data dengan Observasi .....	52
3.3.2 Pengumpulan Data dengan Kuisisioner .....	53
3.4 Kalibrasi Instrumen .....	53
3.4.1 Instrumen <i>Functional Suitability</i> .....	54
3.4.2 Instrumen <i>Usability</i> .....	55
3.4.3 Instrumen <i>Compatibility</i> .....	55
3.4.4 Instrumen <i>Performance Efficiency</i> .....	56
3.5 Teknik Analisis Data .....	56
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>58</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	58
4.1.1 Hasil Pengembangan Perangkat Lunak .....	58
1. Tahap Analisis Kebutuhan .....	58
2. Tahap Desain .....	59
3. Tahap Implementasi .....	59
4.1.2 Penerapan Algoritma Bellman-Ford .....	66
4.1.3 Hasil Pengujian Aplikasi .....	78
1. Pengujian <i>Functional Suitability</i> .....	78

2. Pengujian <i>Usability</i> .....	78
3. Pengujian <i>Compatibility</i> .....	78
4. Pengujian <i>Performance Efficiency</i> .....	79
4.1.4 Validasi Aplikasi .....	80
4.2 Pembahasan .....	81
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	87
5.1 Simpulan .....	87
5.2 Saran .....	88
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	89
<b>LAMPIRAN</b> .....	94

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tahap awal Perhitungan <i>Bellman-Ford</i> .....	24
Tabel 2.2 Perhitungan Algoritma <i>Bellman-Ford</i> Iterasi 1 .....	25
Tabel 2.3 Perhitungan Algoritma <i>Bellman-Ford</i> Iterasi 2 .....	26
Tabel 2.4 Perhitungan Algoritma <i>Bellman-Ford</i> Iterasi 3 .....	26
Tabel 2.5 Perhitungan Algoritma <i>Bellman-Ford</i> Iterasi 4 .....	27
Tabel 3.1 Tabel Identifikasi <i>Use Case</i> .....	38
Tabel 3.2 Tabel Skenario Pengujian <i>Black box</i> .....	49
Tabel 3.3 Kisi – kisi Lembar Validasi Ahli .....	50
Tabel 3.4 Tabel Skenario Pengujian Respon Pengguna .....	51
Tabel 3.5 Kisi – Kisi Instrumen <i>Functional Suitability</i> .....	54
Tabel 3.6 Kisi – kisi Instrumen <i>Usability</i> .....	55
Tabel 3.7 Tabel kriteria nilai .....	57
Tabel 4.1 Tabel Koordinat Objek Wisata .....	69
Tabel 4.2 Tabel Data <i>Path</i> Jaringan Objek Wisata .....	70
Tabel 4.3 Tabel Awal Perhitungan Algoritma <i>Bellman-Ford</i> .....	72
Tabel 4.4 Tabel Perhitungan Algoritma <i>Bellman-Ford</i> Iterasi 1 .....	73
Tabel 4.5 Tabel Perhitungan Algoritma <i>Bellman-Ford</i> Iterasi 2 .....	74
Tabel 4.6 Tabel Perhitungan Algoritma <i>Bellman-Ford</i> Iterasi 3 .....	75
Tabel 4.7 Tabel Perhitungan Algoritma <i>Bellman-Ford</i> Iterasi 4 .....	76
Tabel 4.8 Tabel Hasil Perhitungan algoritma <i>Bellman-Ford</i> .....	76
Tabel 4.9 Hasil Pengujian <i>Usability</i> .....	78
Tabel 4.10 Hasil pengujian <i>Compatibility</i> .....	78
Tabel 4.11 Hasil pengujian <i>Launch time</i> aplikasi .....	80
Tabel 4.12 Hasil pengujian Ahli .....	81

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Graf .....	15
Gambar 2.2 Graf Berarah .....	16
Gambar 2.3 Graf Tak Berarah .....	17
Gambar 2.4 Graf Berbobot .....	18
Gambar 2.5 <i>Loop</i> .....	18
Gambar 2.6 Contoh Graf .....	23
Gambar 2.7 Graf Langkah 1 .....	24
Gambar 2.8 Kerangka Berfikir .....	32
Gambar 3.1 Blok diagram aplikasi .....	33
Gambar 3.2 Alur Penelitian R&D .....	34
Gambar 3.3 Model Penelitian <i>Waterfall</i> .....	35
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Aplikasi .....	36
Gambar 3.5 <i>Use case</i> Diagram .....	39
Gambar 3.6 <i>Activity Diagram</i> Menu Rembang .....	40
Gambar 3.7 <i>Activity Diagram</i> Menu Rute .....	41
Gambar 3.8 <i>Activity Diagram</i> Menu Pariwisata .....	42
Gambar 3.9 <i>Activity Diagram</i> Menu Tentang.....	43
Gambar 3.10 Desain <i>Splash Screen</i> .....	44
Gambar 3.11 Desain Menu Utama .....	44
Gambar 3.12 Desain Menu Rembang .....	45
Gambar 3.13 Desain Menu Pariwisata .....	45
Gambar 3.14 Desain Menu Objek Wisata .....	46
Gambar 3.15 Desain Menu Arah .....	47
Gambar 3.16 Desain Menu Tentang .....	47
Gambar 4.1 Halaman <i>Splash Screen</i> .....	59
Gambar 4.2 Halaman Menu Utama .....	60
Gambar 4.3 Halaman Menu Rembang .....	61

Gambar 4.4 Halaman Menu Pariwisata .....	61
Gambar 4.5 Halaman Menu Objek Wisata .....	62
Gambar 4.6 Halaman Menu Rute .....	63
Gambar 4.7 Menentukan Titik Awal .....	63
Gambar 4.8 Pilihan Lokasi Objek Wisata .....	64
Gambar 4.9 Memilih Objek Wisata .....	64
Gambar 4.10 Menentukan Tujuan Lokasi Objek wisata .....	65
Gambar 4.11 Rute yang Dihasilkan .....	65
Gambar 4.12 Panjang Rute yang Dihasilkan .....	65
Gambar 4.13 Halaman Menu Tentang .....	66
Gambar 4.14 Peta Wilayah Kabupaten Rembang .....	66
Gambar 4.15 Peta Sebaran Lokasi Objek Wisata .....	67
Gambar 4.16 Graf Objek Wisata .....	68
Gambar 4.17 Contoh Graf Jalur yang akan dilalui .....	71
Gambar 4.18 Contoh Hasil Jalur Pada Graf yang akan dilalui .....	77
Gambar 4.19 Pengujian Aplikasi dari <i>node</i> 6 ke <i>node</i> 10.....	77

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Penetapan Dosen Pembimbing .....	95
Lampiran 2. Surat Izin Penelitian .....	96
Lampiran 3. Surat Izin Penelitian di Kesbangpol .....	97
Lampiran 4. Surat Selesai Penelitian .....	98
Lampiran 5. Angket Pengujian <i>Black box</i> .....	99
Lampiran 6. Angket pengujian validasi ahli .....	100
Lampiran 7. Angket Uji Respon pengguna.....	102
Lampiran 8. Uji performa aplikasi .....	104
Lampiran 9. Dokumentasi .....	105

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pariwisata sebagai salah satu sarana promosi untuk memperkenalkan keindahan alam maupun budaya pada suatu daerah. Menurut Undang Undang nomor 10 tahun 2009 tentang kepariwisataan, bahwa daerah tujuan pariwisata yang selanjutnya disebut destinasi pariwisata adalah kawasan geografis yang berada dalam satu atau lebih wilayah administratif yang didalamnya terdapat daya tarik wisata, fasilitas umum, fasilitas pariwisata, aksesibilitas, serta masyarakat yang saling terkait dan melengkapi terwujudnya kepariwisataan. Jumlah wisatawan domestik maupun mancanegara yang berkunjung ke Kabupaten Rembang rata-rata mencapai 53.509 jiwa/tahun. (Badan Pusat Statistik Rembang 2011-2017). Menurut Suastika, dkk.,(2017) Banyaknya jumlah wisatawan yang berkunjung dapat menjadikan sektor pariwisata berpotensi meningkatkan pendapatan asli daerah.

Secara geografis Kabupaten Rembang terletak pada koordinat  $111^{\circ}00'$  –  $111^{\circ}30'$  bujur timur dan  $6^{\circ}30'$  –  $7^{\circ}6'$  lintang selatan. Sebelah utara berbatasan dengan Teluk Rembang (Laut Jawa), sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Tuban (Jawa Timur), sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Blora, serta sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Pati. Kabupaten Rembang memiliki luas wilayah 1014,08 Km yang terbagi menjadi 14 kecamatan dan 287 desa.

(Badan Pusat Statistik Rembang, 2018 ). Berdasarkan letak geografis tersebut, Kabupaten Rembang berpotensi memiliki berbagai macam destinasi pariwisata.

Destinasi wisata di Kabupaten Rembang terdiri dari destinasi alam dan pantai. Selain itu, Kabupaten Rembang juga memiliki potensi wisata yang menarik untuk dikunjungi dan memiliki nilai sejarah tinggi, seperti Makam R.A Kartini dan Museum R.A Kartini yang menyimpan sejumlah koleksi dan kebiasaan semasa hidup pejuang kaum perempuan bersama dengan suaminya yaitu Raden Adipati Joyoningrat Bupati Rembang. Selain itu, sejarah perjuangan salah satu wali di Jawa juga bisa ditemukan di Kabupaten Rembang, yakni tempat pasujudan dan makam Sunan Bonang yang berada di Desa Bonang, Kecamatan Lasem. Selain wisata sejarah juga masih banyak obyek wisata baru yang ada di Kabupaten Rembang. Menurut data yang diambil dari Dinas Kebudayaan dan Pariwisata, Kabupaten Rembang terdapat 24 objek wisata yang terdiri dari objek wisata unggulan yaitu *Dampo Awang Beach*, Museum R.A Kartini, dan Makam R.A Kartini, objek wisata pendukung peluang kerjasama dengan investor antara lain Pantai Karang Jahe, Wana Wisata Mantingan, Perahu Kuno Punjulharjo, Pasujudan Sunan Bonang, Klenteng Tjo Hwie Kiong Karanggeneng, Klenteng Tjo An Kiong Dasun, Klenteng Gie Yong Bio Babagan, Vihara Ratanavana Arama, Masjid Agung Rembang (Makam Pangeran Sedo Laut), Masjid Jami' Lasem (Makam Eyang Sambu), Pantai Caruban, Hutan Mangroove Pasar Banggi, serta objek wisata yang perlu dikembangkan antara lain Waduk Panohan, Embung Banyu Kuwung, Embung Lodan, Embung Grawan, Pantai Binangun, Bumi

Perkemahan Karang Sari Park, Pantai Pasir Putih Tasik Harjo, Pulau Gede dan Pulau Marongan.

Persebaran lokasi objek wisata di Kabupaten Rembang merata di seluruh wilayah, baik didaerah kepeesisiran maupun didaerah pedalaman, yaitu perbukitan maupun *kurst*. (Indriyati dan Wahyu, 2017:1). Menurut Peraturan Daerah Kabupaten Rembang Nomor 1 Tahun 2010 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah Rembang 2005-2025 bahwa Masih banyak objek wisata di Kabupaten Rembang yang sulit diakses oleh masyarakat, sehingga tidak banyak diketahui keberadaan dan daya tarik wisatanya. Untuk mencapai lokasi objek wisata, wisatawan yang datang berkunjung membutuhkan informasi rute wisata untuk membantu merencanakan perjalanan selama berwisata hingga ke tempat tujuan dan kembali ke tempat tinggal asal atau tempat sementara.(Manongga, dkk., 2010).

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu teknologi geografis yang memiliki sistem untuk memasukkan, menyimpan, mengelola, menganalisa data spasial. (Kurniawan, dimas. 2012). Data spasial merupakan objek yang ada di bumi seperti kota, rel kereta, sungai dll. Selain itu Sistem informasi geografis banyak digunakan pada instansi pemerintah, instansi transportasi, dan sistem darurat. Analisis jaringan merupakan fungsi penting dalam sistem informasi geografis meliputi masalah pencarian rute terpendek, alokasi sumber daya, dll (Patel and chitra, 2014)

Pencarian rute terpendek merupakan permasalahan umum pada manajemen transportasi. Dalam menentukan rute terdapat beberapa algoritma, antara lain

algoritma Dijkstra, algoritma Bellman–Ford, dan algoritma Floyd-Warshall. (M.Rofiq,2014) Setiap algoritma penyelesaian persoalan lintasan terpendek memiliki kriteria masing – masing. Algoritma Bellman termasuk dalam *single source path* yaitu jarak terpendek dari setiap *vertex* (titik) tunggal pada *graf* berarah berbobot menuju *vertex* (titik) tertentu. (Agustian, dkk., 2006). Pada dasarnya algoritma Bellman-Ford dan Dijkstra memiliki prinsip yang sama disebut dengan *greedy*, yang membedakan dari kedua algoritma ini yaitu apabila terdapat bobot negatif, maka algoritma Bellman-Ford dapat menyelesaikan masalah tersebut. (Wirawan, 2011). Pada algoritma pencarian rute terpendek *graf* berbobot negatif biasanya tidak muncul pada jaringan transportasi, namun bisa timbul pada jaringan transaksi keuangan, dimana transaksi (*edge*) bisa terjadi baik yang hilang atau untung (Mount, 2013). Karena jaringan jalan dapat dianggap sebagai *graf* dengan bobot positif. (Patel and chitra, 2014). Algoritma Bellman-Ford dapat menyelesaikan masalah *single source path* pada *graf* berbobot yang bernilai positif maupun negatif. (Anggraini, 2014).

Berdasarkan penjelasan yang sudah diuraikan pada latar belakang tersebut, maka penulis melaksanakan penelitian dengan judul “**Implementasi Algoritma Bellman-Ford Pada Aplikasi Pariwisata Rembang Sebagai Media Informasi Pariwisata**”.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan penjabaran latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat diidentifikasi masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Persebaran lokasi objek wisata merata diseluruh wilayah serta tidak banyak diketahui keberadaan dan daya tarik wisatanya.
2. Pemilihan algoritma dalam menentukan rute merupakan hal penting karena dapat membantu perjalanan wisatawan dalam memberikan informasi objek wisata yang ingin dikunjungi.
3. Pembobotan jaringan jalan pada objek wisata memiliki nilai bobot positif.
4. Algoritma Bellman-Ford dapat mendeteksi adanya bobot negatif, serta dapat menghitung bobot positif maupun negatif pada jaringan pariwisata.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah bertujuan untuk memfokuskan pelaksanaan penelitian, batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Jenis jalan yang digunakan untuk mencari rute adalah jalan utama di Kabupaten Rembang.
2. Jenis pencarian rute dalam penelitian ini adalah rute menuju objek wisata.
3. Kriteria yang digunakan untuk mencari rute yaitu titik koordinat lokasi, dan panjang jalan.
4. Hasil pencarian rute berupa panjang jalan dari lokasi wisatawan menuju objek wisata serta rute jalan yang dapat dilalui.
5. Algoritma yang digunakan dalam pencarian rute pada objek wisata di Kabupaten Rembang yaitu algoritma *Bellman-Ford*.

6. Penentuan titik (*node*) dalam jaringan objek wisata di Kabupaten Rembang berdasarkan data dari Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kabupaten Rembang.
7. Hambatan seperti lampu merah, kerusakan, lebar dan kemacetan jalan diabaikan.
8. Aplikasi hanya menampilkan satu rute terpendek untuk satu kali penginputan objek wisata yang diinginkan oleh *user*.
9. Aplikasi pariwisata ini berbasis *android*.

#### **1.4 Rumusan Masalah**

Berdasarkan pokok permasalahan diatas, penulis menggali rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menerapkan algoritma *Bellman-Ford* pada aplikasi Pariwisata Rembang ?
2. Bagaimana kesesuaian jalur yang dihasilkan algoritma *Bellman-Ford* pada aplikasi Pariwisata Rembang?
3. Bagaimana kelayakan aplikasi Pariwisata Rembang menggunakan algoritma *Bellman-Ford*?

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

Sesuai dengan rumusan masalah yang dikemukakan diatas, maka tujuan penelitian ini adalah antara lain :

1. Mengetahui penerapan algoritma *Bellman-Ford* pada aplikasi Pariwisata Rembang

2. Mengetahui kesesuaian jalur yang dihasilkan algoritma *Bellman-Ford* pada aplikasi Pariwisata Rembang.
3. Mengetahui kelayakan aplikasi Pariwisata Rembang menggunakan algoritma *Bellman-Ford*.

## 1.6 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukan penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
  - a. Menambah pengetahuan tentang cara menentukan rute dan jarak menuju lokasi objek wisata.
  - b. Menambah pengetahuan tentang penerapan algoritma *Bellman-ford* dalam menentukan rute terpendek.
2. Manfaat Praktis
  - a. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan, pengetahuan tentang pencarian rute terpendek serta penerapan algoritma *Bellman-ford* pada aplikasi Pariwisata Rembang berbasis *android*.

- b. Bagi Universitas Negeri Semarang

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan referensi untuk nantinya dapat dijadikan sebagai acuan pada penelitian selanjutnya serta dapat dijadikan tolak ukur keberhasilan akademik dalam mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan.

c. Bagi Para Pengguna

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kemudahan bagi pengguna untuk memperoleh informasi pariwisata dan rute menuju objek wisata di Kabupaten Rembang melalui sebuah aplikasi pariwisata berbasis *android*.

### 1.7 Penegasan Istilah

Dalam skripsi ini terdapat beberapa istilah untuk ditegaskan agar lebih mudah dalam memahami isi dari skripsi ini, diantaranya yaitu :

1. Rute Terpendek

Rute terpendek disebut juga dengan lintasan terpendek merupakan panjang minimum lintasan dalam *graf*. Panjang lintasan dalam *graf* berbobot adalah jumlah bobot dari semua sisi dalam lintasan tersebut. (Rasiman, dkk, 2014:71).

2. Algoritma

Menurut Cormen, *et al.*, 2009 mengungkapkan bahwa algoritma merupakan prosedur komputasi yang mengambil beberapa nilai sebagai input kemudian diproses sebagai output sehingga algoritma merupakan urutan langkah komputasi yang mengubah input menjadi output

3. Algoritma *Bellman-Ford*

Algoritma *Bellman-Ford* dikembangkan oleh Richard Bellman dan Lester Ford yaitu algoritma untuk menghitung jarak terpendek (dari satu sumber) pada sebuah graf berbobot. Maksudnya dari satu sumber ialah bahwa ia menghitung semua jarak terpendek yang berawal dari satu titik *node*. Gutenschwager, *et al.*, (2012) juga berpendapat bahwa algoritma Bellman-Ford menghitung jalur terpendek ke semua simpul dari simpul awal pada graf berbobot. Algoritma

Bellman-Ford lebih lambat dari algoritma Dijkstra. Namun, algoritma Bellman-Ford dapat digunakan dalam graf berbobot negatif.

#### 4. *Graf*

*Graf* adalah suatu diagram yang memuat informasi tertentu jika diinterpretasikan secara tepat. Graf merupakan suatu himpunan yang terdiri dari titik disebut dengan (*vertice*) dan garis yang sering disebut tepi atau (*edges*) yang saling berhubungan. (Siang, 2002:185)

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1 KAJIAN PUSTAKA

Beberapa hasil penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut :

Penelitian Susi Sekardewi (2013) yang berjudul Aplikasi Web Rekomendasi Objek Wisata Kabupaten Rembang Menggunakan Algoritma Dijkstra. Penelitian ini bertujuan untuk membangun web sistem informasi pariwisata berbasis GIS untuk mencari rute menuju objek wisata di Kabupaten Rembang dengan menerapkan algoritma Dijkstra.

Penelitian penerapan algoritma *Bellman-Ford* sebelumnya sudah dilakukan oleh M Rofiq dan Riza Fathul Uzzy (2014) yang berjudul Penentuan Jalur Terpendek Menuju Cafe di Kota Malang Menggunakan Metode Bellman-Ford dengan Location Based Service Berbasis Android. Penelitian ini bertujuan untuk mencari jalur terpendek menuju cafe di Kota Malang dengan menggunakan algoritma *Bellman-Ford*. Hasil penelitian ini berupa aplikasi android tentang pencarian cafe di Kota Malang.

Penelitian lain tentang penerapan algoritma *Bellman-Ford* yaitu penelitian Masyunita (2016) tentang Aplikasi Pelayanan Sistem Informasi Geografis di Universitas Sumatera Utara (USU). Penelitian ini bertujuan untuk memudahkan pendatang baru atau mahasiswa baru dalam menemukan lokasi dan alur lintasan

untuk sampai ke tempat tujuan di Universitas Sumatera Utara. Hasil penelitian ini berupa aplikasi android dengan menerapkan algoritma *Bellman-Ford* untuk menunjukkan rute dan jarak menuju lokasi tujuan di kampus USU.

Agustian Aji P, dkk., 2015 juga melaksanakan penelitian serupa dengan judul Optimasi Jalur Tercepat dengan Menggunakan Modifikasi Algoritma Bellman-Ford (Studi Kasus Lintasan antar Kecamatan Kota Malang). Pada penelitian bertujuan ini untuk mencari jalur tercepat lintasan antar kecamatan Kota Malang dengan menggunakan algoritma *Bellman-Ford* standart dan algoritma *Bellman-Ford* modifikasi. Hasil penerapan algoritma menunjukkan bahwa algoritma *Bellman-Ford* modifikasi memberikan hasil bobot rute lebih kecil dibanding dengan algoritma *Bellman-Ford* standart.

Penelitian tentang penerapan algoritma *Bellman-Ford* juga dilakukan oleh Rasdiana (2015) dengan judul Aplikasi Algoritma Bellman-Ford Dalam Meminimumkan Rute perjalanan Tukang Bentor Di Kecamatan Biringkanaya. Pada penelitian ini dilakukan untuk pencarian jalur tukang bentor dilakukan dengan cara manual dan menggunakan *software Matlab*.

Penelitian Junika (2017) dengan judul Implementasi Algoritma Bellman-Ford Dalam Pencarian Sekolah Taman Kanak-Kanak (TK) Terdekat Di Kota Medan Berbasis Sistem Informasi Geografis. Pada penelitian ini bertujuan dengan memberikan solusi dalam mencari jarak sekolah terdekat antara lokasi kerja dengan sekolah TK. Jarak maupun rute menuju sekolah TK diambil dari *google maps* dengan mengambil jumlah data sekolah sebanyak 10 buah. Kemudian data sekolah tersebut dibuat sebagai *node* / titik yakni A, B, C, D, E, F, G, H, I, J.

Apabila seseorang berada di titik A ingin menuju titik J diperoleh hasil perhitungan 7,07 km dengan rute A-B-J.

Adapun jurnal internasional yang relevan dengan dengan penelitian ini antara lain :

Penelitian Jennifer, *et al.*, (2016) yang berjudul *Items-mapping and Route Optimization in a Grocery Using Dijkstra's, Bellman-Ford, and Floyd-Warshall Algorithms*. Pada penelitian ini menggunakan tiga algoritma pencarian rute terpendek yaitu algoritma Dijkstra, Bellman-Ford, dan Floyd-Warshall untuk memberikan jalur yang akan dilalui oleh pembeli pada sebuah toko kelontong untuk mendapatkan barang pada daftar belanjaan mereka.

Othman, *et al.*, (2013) melaksanakan penelitian dengan judul *An Analysis of Least-Cost Routing using Bellman-Ford and Dijkstra Algorithms in Wireless Routing network*. Pada penelitian ini menggunakan dua algoritma pencarian rute terpendek yang berbeda. Pertama merupakan algoritma Dijkstra pada rute jaringan. Kedua merupakan metode yang bisa digunakan dalam siklus negatif yang sering dikenal dengan algoritma *Bellman-Ford*.

Penelitian Rai, *et al.*, (2017) yang berjudul *Algorithms for Finding Shortest Path Ingeographic Information System-Survey*. Makalah penelitian ini bertujuan untuk memilih algoritma terbaik antara algoritma Dijkstra dan Bellman-Ford dalam menentukan jalur terpendek jaringan transportasi pada sistem informasi geografis.

Penelitian Zhang, *et al.*, (2013) yang berjudul *Improvement And Experimental Evaluation Bellman-Ford Algorithm*. Pada penelitian ini

merupakan simulasi untuk membandingkan efisiensi algoritma dijkstra, algoritma SPFA (*Shortest Path Faster algorithm*), dan algoritma Bellman-Ford. Hasil dari percobaan pertama menunjukkan bahwa algoritma SPFA dan algoritma Dijkstra memiliki efisiensi yang hampir sama pada graf secara acak. Namun, pada peta grid algoritma yang diusulkan sangat efisien.

Penelitian diatas dianggap relevan karena penelitian tersebut membahas mengenai penerapan algoritma *Bellman-Ford* untuk mencari rute terpendek menuju suatu tempat. Peneliti ingin mengembangkan aplikasi pariwisata berbasis android untuk memberikan informasi pariwisata yang ada di Kabupaten Rembang dilengkapi dengan menerapkan algoritma *Bellman-Ford* untuk menghitung jarak dari lokasi *user* menuju objek wisata yang diinginkan.

## **2.2 LANDASAN TEORI**

### **2.2.1 KONSEP DASAR TEORI GRAF**

#### **1. TEORI GRAF**

Menurut Ibrahim dan Noor Said Muhammad Mussafi (2013:66) menyatakan bahwa, Suatu graf  $G$  terdiri atas dua himpunan, yaitu himpunan tak kosong  $V(G)$  yang unsur – unsurnya disebut titik (*vertices*) dan himpunan  $E(G)$  yang unsur – unsurnya disebut rusuk (*edges*), sedemikian sehingga setiap rusuk  $e$  dalam  $E(G)$  merupakan pasangan dari titik – titik di  $V(G)$ . Selain itu, (Siang, 2002:185) juga mengungkapkan bahwa secara sederhana, graf adalah 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 dalam kehidupan sehari – hari antara lain : struktur organisasi, bagan alir pengambilan mata kuliah, peta, rangkaian listrik, dan lain – lain. Dengan demikian, graf merupakan suatu himpunan yang terdiri dari titik disebut dengan (*vertice*) dan garis yang sering disebut tepi atau (*edges*) yang saling berhubungan. Dalam kehidupan sehari – hari graf sering dijumpai seperti struktur organisasi, bagan alir pengambilan mata kuliah, peta, rangkaian listrik, dll.

## 2. DEFINISI GRAF

Suatu graf  $G$  terdiri dari 2 himpunan yang berhingga, yaitu himpunan titik-titik tidak kosong (simbol  $V(G)$ ) dan himpunan garis-garis (simbol  $E(G)$ ). Setiap garis berhubungan dengan satu atau dua titik. Titik – titik tersebut dinamakan titik ujung. Garis yang hanya berhubungan dengan satu titik ujung disebut *Loop*. Dua garis berbeda yang menghubungkan titik yang sama disebut garis paralel. Dua titik dinamakan berhubungan (*adjacent*) jika ada garis yang menghubungkan keduanya. Titik – titik yang tidak mempunyai garis yang berhubungan dengannya dinamakan Titik terasing (*Isolating Point*). Graf yang tidak mempunyai titik (sehingga tidak mempunyai garis) disebut graf kosong. Jika semua garisnya berarah maka graf nya disebut Graf Berarah (*Directed Graph*) atau sering disingkat *Digraph*. Jika semua garisnya tidak berarah, maka graf nya disebut Graf Tak-berarah (*Undirected Graph*). (Siang, 2002:187)

Menurut Rasiman, dkk., (2014:49) Sebuah graf dapat dipresentasikan dalam bentuk diagram, dimana setiap titik digambarkan dengan sebuah noktah dan setiap

sisi yang menghubungkan dua titik digambarkan dengan dua kurva sederhana (ruas garis) dengan titik – titik akhir di kedua titik tersebut.

Berikut ini merupakan contoh penerapan graf :

Ada 7 kota (A, ... , G) yang beberapa diantaranya dapat dihubungkan secara langsung dengan jalan darat. Hubungan – hubungan langsung yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut :

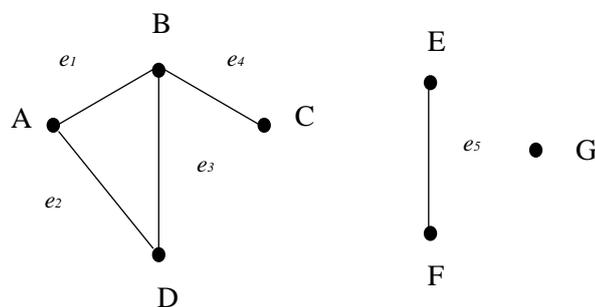
A dengan B dan D

B dengan D

C dengan B

E dengan F

Penyelesaian dari persoalan diatas adalah misalkan kota dianggap sebagai titik dan dua titik dihubungkan dengan garis jalan bila dan hanya bila ada jalan yang menghubungkan secara langsung kedua jalan tersebut. Dengan demikian keadaan transportasi di 7 kota dapat dinyatakan dalam gambar 2.



Gambar 2. 1 Contoh Graf

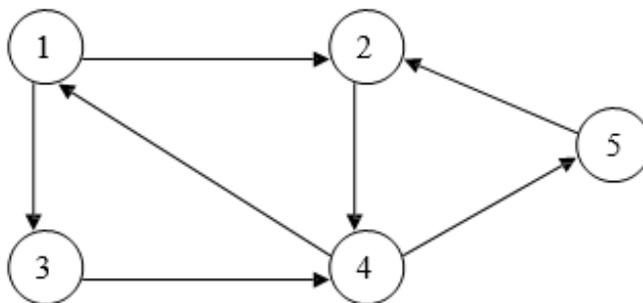
Dalam graf tersebut  $e_1$  berhubungan dengan titik A dan B (keduanya disebut titik ujung  $e_1$ ). Titik A dan B dikatakan berhubungan, sedangkan titik A dan C tidak berhubungan karena tidak ada garis yang menghubungkannya secara langsung. Titik G adalah titik terasing karena tidak ada garis yang berhubungan dengan G. Dalam interpretasinya, kota G merupakan kota yang terasing karena tidak dapat dikunjungi dari kota – kota lain dengan jalur darat. (Siang, 2002 : 187-188)

### 3. JENIS – JENIS GRAF

#### 1. Graf Berarah (*Directed*)

*Graf berarah* merupakan *graf* yang sisi – sisinya bersifat satu arah. Suatu *graf berarah*  $G$  atau *digraf* (atau *graf saja*) terdiri dari dua hal :

- Himpunan  $V$  yang elemen – elemennya disebut *verteks*, *node*, atau titik.
- Himpunan pasangan berurutan  $E (u,v)$  dari *verteks* yang disebut lengkung atau sisi terarah atau sisi saja. Berikut ini contoh graf berarah :

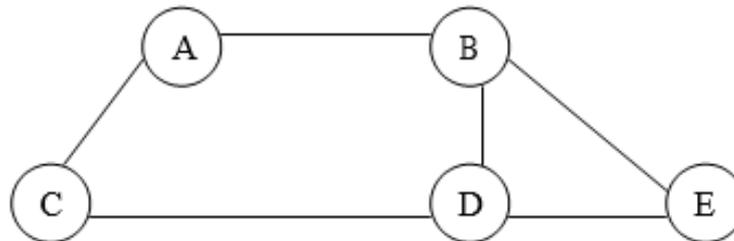


Gambar 2.2 Graf Berarah

#### 2. Graf Tak-berarah (*Undirected*)

Graf yang setiap sisinya tidak mempunyai arah anak panah tetapi memiliki bobot pada setiap sisinya. Urutan pasangan titik yang terhubung oleh sisi tidak diperhatikan. Sehingga  $(u,v) = (v,u)$  adalah sisi yang sama. Sehingga graf tak

berarah sering dipakai pada jaringan saluran telepon karena sisi pada graf tak berarah menyatakan bahwa saluran telepon dapat beroperasi pada dua arah (Rasdiana, 2015).



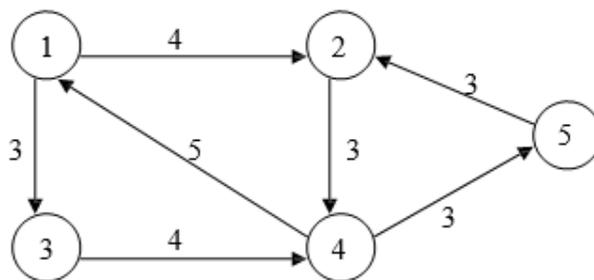
Gambar 2.3 Graf Tak-berarah

### 3. Graf Berbobot (*Weighted*)

Menurut Johnsonbaugh (2009, p378) dalam Febrianus (2009) *weighted graph* atau graf berbobot merupakan *graph* yang selain memiliki arah, juga memiliki berat atau nilai yang dituliskan pada *edge*-nya. Nilai ini mempresentasikan jarak antara satu *node* ke *node* lain. Dengan demikian pemberian nilai pada *edge* dapat digunakan untuk menghitung total keseluruhan jarak yang harus ditempuh dari *node* awal ke *node* tujuannya.

Hubungan antar titik – titik dalam graf kadang – kadang perlu diperjelas. Hubungan tidak cukup hanya menunjukkan titik – titik mana yang berhubungan langsung, tetapi juga seberapa kuatkah hubungan itu. Sebagai contoh, andaikata suatu graf menyatakan “peta” suatu daerah. Titik – titik graf menyatakan kota – kota yang ada didaerah tersebut. Garis – garis dalam graf menyatakan jalan yang menghubungkan kota – kota tersebut. Informasi tentang peta daerah sering kali perlu diperjelas dengan mencantumkan juga jarak (yang dinyatakan dengan angka pada garisnya) antara 2 kota yang berhubungan. Informasi tentang jarak ini

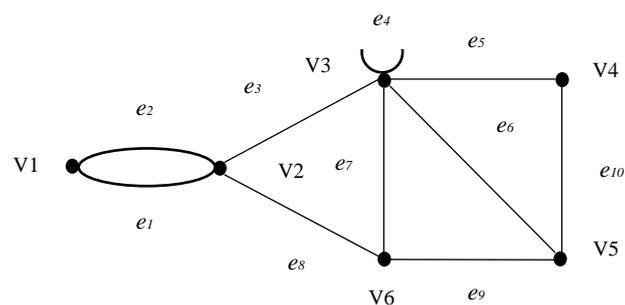
dibutuhkan karena dalam graf, letak titik dan panjang garisnya tidak menyatakan jarak 2 kota yang sebenarnya seperti halnya dengan peta yang sebenarnya. Jadi setiap garis dalam graf berhubungan dengan suatu label yang menyatakan bobot garis tersebut. (Siang, 2002:261)



Gambar 2.4 Graf berbobot

#### 4. *Loop*

*Loop* merupakan sisi yang berawal dan berakhir pada titik yang sama, sedangkan sisi paralel adalah dua sisi atau lebih yang berbeda menghubungkan dua buah titik  $v_i$  dan  $v_j$  yang sama. (Rasdiana:2015)



Gambar 2.5 *Loop* dan Sisi Paralel

Pada gambar 2.5 dapat dilihat bahwa  $e_4$  adalah sebuah loop dan  $e_1$  serta  $e_2$  adalah sebuah sisi yang paralel.

### 5. *Path* dan Sirkuit (*Cycle*)

Misalkan  $G$  adalah suatu graf. Misalkan pula  $v$  dan  $w$  adalah 2 titik dalam  $G$ . Suatu walk dari  $v$  ke  $w$  adalah barisan titik – titik berhubungan dan garis secara berselang – seling, diawali dari titik  $v$  dan diakhiri pada titik  $w$ . Walk dengan panjang  $n$  dari  $v$  ke  $w$  dituliskan sebagai berikut :  $v_0, e_1, v_1, e_2, v_2 \dots v_{n-1}, e_n, v_n$  dengan  $v_0 = v$  ;  $v_n = w$  ;  $v_{i-1}$  dan  $v_i$  adalah titik – titik ujung garis  $e_i$ .

Path dengan panjang  $n$  dari  $v$  ke  $w$  adalah walk dari  $v$  ke  $w$  yang semua garisnya berbeda. Path dari  $v$  ke  $w$  dituliskan sebagai  $v = v_0, e_1, v_1, e_2, \dots v_{n-1}, e_n, v_n = w$  dengan  $e_i \neq e_j$  untuk  $i \neq j$ . Path sederhana dengan dari  $v$  ke  $w$  berbentuk  $v = v_0, e_1, v_1, e_2, v_2 \dots v_{n-1}, e_n, v_n = w$  dengan  $e_i \neq e_j$  untuk  $i \neq j$  dan  $v_k \neq v_m$  untuk  $k \neq m$ .

Sirkuit dengan panjang  $n$  adalah path yang dimulai dan diakhiri pada titik yang sama. Sirkuit adalah path yang berbentuk  $v_0, e_1, v_1, e_2, v_2 \dots v_{n-1}, e_n, v_n$  dengan  $v_0 = v_n$ . Sirkuit sederhana dengan panjang  $n$  adalah sirkuit yang sama titiknya berbeda. Sirkuit sederhana berbentuk  $v_0, e_1, v_1, e_2, v_2 \dots v_{n-1}, e_n, v_n$  dengan  $e_i \neq e_j$  untuk  $i \neq j$  dan  $v_k \neq v_m$  untuk  $k \neq m$  kecuali  $v_0 = v_n$ . (Siang, 2002: 210-211)

### 4. LINTASAN TERPENDEK

Lintasan terpendek merupakan panjang minimum lintasan dalam graf. Panjang lintasan dalam graf berbobot adalah jumlah bobot dari semua sisi dalam lintasan tersebut. (Rasiman, dkk., 2014:71). Sedangkan Laksonen (2017) juga mengungkapkan bahwa dalam menentukan jalur atau lintasan terpendek antara dua simpul pada graf adalah permasalahan yang penting. Misalnya, masalah alam

yang berhubungan dengan jaringan jalan yaitu menghitung jarak terpendek dari dua kota berdasarkan dengan panjang jalan. Salah satu aplikasi graf berarah berlabel yang sering dipakai adalah mencari path terpendek diantara 2 titik. Sebagai contoh, terdapat banyak jalan yang menghubungkan kota Yogya ke Jakarta. Pertanyaan yang sering muncul adalah : “jalur mana yang paling dekat?”. Jika kota-kota di Jawa Tengah dan Jawa Barat dinyatakan sebagai titik – titik, jalan yang menghubungkan kota – kota tersebut dinyatakan sebagai garis yang menghubungkan titik – titik, dan jarak antara 2 kota dinyatakan sebagai bobot garis, maka masalah mencari jalur yang paling dekat antara 2 kota adalah mencari path terpendek antara 2 titik yang menyatakan kota – kota yang bersangkutan. (Siang, 2002:271)

Terdapat beberapa macam persoalan lintasan terpendek antara lain :

1. Lintasan terpendek antara dua buah titik tertentu (*a pair shortest path*)
2. Lintasan terpendek antara semua pasangan titik (*all pair shortest path*)
3. Lintasan terpendek dari titik tertentu kesemua titik yang lain (*single-source shortest path*)
4. Lintasan terpendek antara dua buah titik yang melalui beberapa titik tertentu (*intermediae short path*) (Rasdiana:2015).

## 2.2.2 ALGORITMA BELLMAN – FORD

### 1. PENGERTIAN ALGORITMA

Menurut Thomas H. Cormen. et al. 2009 juga mengungkapkan bahwa algoritma merupakan prosedur komputasi yang mengambil beberapa nilai sebagai input kemudian diproses sebagai output sehingga algoritma merupakan urutan langkah komputasi yang mengubah input menjadi output. Seperti halnya resep dalam memasak, algoritma menyediakan metode langkah demi langkah untuk memecahkan masalah dalam komputasi. (Mount. 2013)

### 2. ALGORITMA BELLMAN-FORD

Algoritma Bellman-Ford dikembangkan oleh Richard Bellman dan Lester Ford. Algoritma Bellman-Ford adalah algoritma untuk menghitung jarak terpendek (dari satu sumber) pada sebuah graf berbobot. Maksudnya dari satu sumber ialah bahwa ia menghitung semua jarak terpendek yang berawal dari satu titik *node*. Algoritma Dijkstra dapat lebih cepat mencari hal yang sama dengan syarat tidak ada sisi (*edge*) yang berbobot negatif. (Rofiq, 2014). Gutenschwager, *et al.*, (2012) juga berpendapat bahwa algoritma Bellman-Ford menghitung jalur terpendek ke semua simpul dari simpul awal pada graf berbobot. Algoritma Bellman-Ford lebih lambat dari algoritma Dijkstra. Namun, algoritma Bellman-Ford dapat digunakan dalam graf berbobot negatif. Dalam memecahkan masalah jalur terpendek, algoritma Bellman-ford dapat digunakan untuk menghitung biaya jalur termurah dari simpul asal atau titik (*node*) kesemua simpul lainnya dalam graf berarah dan berbobot. Berbeda dengan algoritma Dijkstra, algoritma Bellman-Ford dapat menangani bobot dan siklus negatif dalam graf, oleh karena

itu algoritma Bellman-Ford lebih fleksibel di praktekkan, dan memiliki analisis sederhana serta teori *running time* terbaik. (Jennifer, *et al.*, 2016). Blelloch, (2012) juga berpendapat bahwa dalam memecahkan masalah *single source path* secara umum dimana terdapat graf berbobot negatif. Orang mungkin bertanya bagaimana bobot negatif bisa masuk akal. Jika berbicara tentang jarak pada peta, tidak mungkin. Namun, pada masalah lainnya permasalahan ini bisa muncul. Dalam algoritma pencarian rute terpendek graf berbobot negatif biasa tidak muncul pada jaringan transportasi, namun bisa timbul pada jaringan transaksi keuangan, dimana transaksi (*edge*) bisa terjadi baik yang hilang atau untung. (Mount. 2013).

Sebelum memulai perhitungan dan penganalisisan, terlebih dahulu yang harus dilakukan adalah menamai setiap simpul dan memberikan bobot dari tiap sisi. Untuk sisi pada graf tak berarah harus mendefinisikannya sebanyak 2 kali, yakni dari titik pertama ke titik kedua dan sebaliknya dengan nilai yang sama. Namun, apabila yang akan diimplementasikan adalah suatu graf yang berarah maka cukup dengan mendefinisikannya sebanyak satu kali sesuai dengan arah graf. (Rofiq. 2014).

Secara umum, langkah-langkah Algoritma Bellman-Ford adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan titik awal dan daftar seluruh *vertex* maupun tepi (*edge*)
- b. Kemudian beri tanda pada titik awal = 0 dan titik yang lain = *infinity* ( $\infty$ )
- c. Selanjutnya mulailah iterasi terhadap semua *vertex* yang dimulai dari titik awal.

- d. Untuk menentukan *distance* dari semua *vertex* yang berhubungan dengan titik awal dilakukan dengan algoritma Bellman-Ford secara umum dalam notasi matematika :

$$M [i,v] = \min(M[i-1,v], (M[i-1,n] + C_{vn}))$$

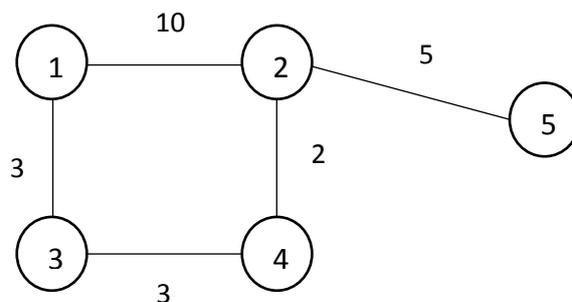
$i$  = iterasi,  $v$  = *vertex* / *node*,  $n$  = *node neighbor*,  $C$  = *cost*.

- e. Jika *distance*  $V$ , lebih kecil dari *distance*  $U + \text{weight } UV$  maka *distance*  $V$ , diisi dengan *distance*  $U + \text{weight } UV$

$U$  = *vertex* asal,  $V$  = *vertex* tujuan,  $UV$  = *edge* / *tepi* yang menghubungkan  $U$  dan  $V$ .

- f. Lakukan sampai semua *vertex* dilalui.

Berikut ini merupakan contoh perhitungan algoritma Bellman-Ford secara umum :

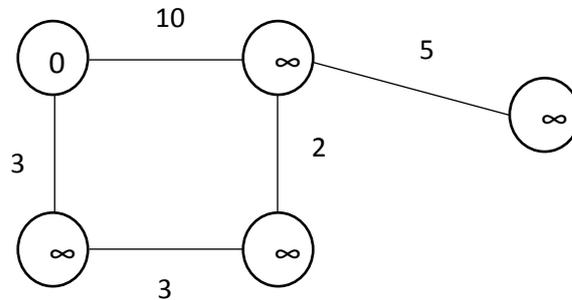


Gambar 2. 6 Contoh graf

Pada gambar 2.6 titik 1 sebagai titik awal dan titik 5 adalah titik tujuan. Tentukan rute yang paling dekat menurut algoritma Bellman-ford.

Langkah 1 :

Buat titik awal = 0 dan titik lainnya dengan *infinity* ( $\infty$ )



Gambar 2.7 langkah 1

Tabel 2.1 Tabel awal perhitungan algoritma Bellman-ford

Iterasi	1	2	3	4	5
0	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$

Langkah 2

Lakukan perhitungan iterasi yang pertama dimana nilai dari masing-masing node masih  $\infty$  dan akan ditambahkan bobot jarak yang ditempuh dari titik awal ke titik tujuan. Berikut perhitungan untuk iterasi yang pertama :

$$M[1,2] = \min (M[0,2], (M[0,1]+C_{12}))$$

$$= \min (\infty, (0+10))$$

$$= \min (\infty, 10)$$

$$= 10$$

$$M[1,3] = \min (M[0,3], (M[0,1]+C_{13}))$$

$$= \min (\infty, (0+3))$$

$$= \min (\infty, 3)$$

$$= 3$$

Tabel 2.2 Perhitungan algoritma Bellman-Ford iterasi 1

Iterasi	1	2	3	4	5
0	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
1	0	10	3	$\infty$	$\infty$

Perhitungan iterasi pertama bisa dilihat bahwa nilai titik 2 dan 3 sudah diketahui sedangkan yang lain masih tetap  $\infty$ . Karena nilai titik / *node* tetangganya terdekat masih bernilai  $\infty$ , maka dilanjutkan perhitungan iterasi selanjutnya.

Iterasi Ke 2

$$M[2,5] = \min (M[1,5], (M[1,2]+C_{25}))$$

$$= \min (\infty, (10+5))$$

$$= \min (\infty, 15)$$

$$= 15$$

$$M[2,4] = \min (M[1,4], (M[1,3]+C_{34}))$$

$$= \min (\infty, (3+3))$$

$$= \min (\infty, 6)$$

$$= 6$$

Tabel 2.3 Perhitungan algoritma Bellman-Ford iterasi 2

Iterasi	1	2	3	4	5
0	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
1	0	10	3	$\infty$	$\infty$
2	0	10	3	6	15

Pada iterasi ke 2 sudah mendapatkan nilai dari node tujuan yaitu node 5. Namun semua node belum terhitung seluruhnya. Berikut ini merupakan perhitungan untuk iterasi selanjutnya.

Iterasi ke 3

$$\begin{aligned}
 M[3,2] &= \min (M[2,2], (M[2,4]+C_{42})) \\
 &= \min (\infty, (6+2)) \\
 &= \min (\infty, 8) \\
 &= 8
 \end{aligned}$$

Tabel 2.4 Perhitungan algoritma Bellman-Ford iterasi 3

Iterasi	1	2	3	4	5
0	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
1	0	10	3	$\infty$	$\infty$
2	0	10	3	6	15
3	0	8	3	6	15

Iterasi ke 4

$$\begin{aligned}
 M[4,5] &= \min (M[3,5], (M[3,2]+C_{25})) \\
 &= \min (\infty, (6+2)) \\
 &= \min (\infty, 13) \\
 &= 13
 \end{aligned}$$

Tabel 2.5 Perhitungan algoritma Bellman-Ford iterasi 4

Iterasi	1	2	3	4	5
0	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
1	0	10	3	$\infty$	$\infty$
2	0	10	3	6	15
3	0	8	3	6	15
4	0	8	3	6	13

Dari hasil iterasi ke 4 sudah didapatkan nilai akhir dari seluruh perhitungan *node* 1 ke *node* 5 adalah 13 sehingga dapat ditentukan jalur mana yang akan dilalui. Maka jalur yang didapat dari titik awal (titik 1) ke titik tujuan (titik 5) yaitu 1 – 3 – 4 – 5.

### 2.2.3 PERANGKAT LUNAK PENDUKUNG APLIKASI

#### 1. GPS (*GLOBAL POSITIONING SYSTEM*)

*Global Positioning System* (GPS) merupakan sistem navigasi yang berbasis satelit dan merupakan alat untuk mengetahui posisi yang tersusun atas *constellation 24 satellites* yang mengorbit pada bumi. Pada ketinggian kurang lebih 11.000 mil. Prinsip dasar dari GPS terletak pada jarak *receiver* ke satelit untuk menghasilkan posisi yang akurat, operasi ini dinamakan *triangulation*, secara singkat *triangulation* dapat dijelaskan demikian, ketiga satelit akan mencari

irisan dari 3 posisi yang berbeda, posisi yang akurat akan ditemukan pada irisan ketiga satelit. Sebagai contoh, misalkan kita disuruh oleh seseorang untuk menemukan seseorang (misalkan) ditoko buku berdasarkan beberapa petunjuk yang diberikan oleh orang tersebut. Pertama, kita diberitahu bahwa kita tepat berada 10 miles jauhnya dari rumah kita. Kita akan mengetahui bahwa kita berada di suatu radius dengan jangkauan 10 miles. Dengan informasi ini, kita akan kesusahan karena radiusnya sangat luas. (Rofiq:2014)

## **2. LBS (*LOCATION BASED SERVICE*)**

*Location Based Service* (LBS) adalah *service* yang berfungsi untuk mencari dengan teknologi *Global Positioning Service* (GPS) dan google's cell-based location. Map dan layanan berbasis lokasi menggunakan lintang dan bujur untuk menentukan lokasi geografis, namun sebagai *user* kita membutuhkan alamat atau posisi *realtime* kita bukan nilai lintang dan bujur. Android menyediakan *geocoder* yang mendukung *forward* dan *reverse geocoding*. Menggunakan *geocoder*, anda dapat mengkonversi nilai lintang bujur menjadi alamat dunia nyata atau sebaliknya. (Rompas, dkk., 2012 )

## **3. OPEN STREET MAP**

Open Street Map (OSM) adalah sebuah proyek berbasis web untuk membuat peta seluruh dunia yang gratis dan terbuka, dibangun sepenuhnya oleh sukarelawan dengan melakukan survey menggunakan GPS, mendigitasi citra satelit, dan mengumpulkan serta membebaskan data geografis yang tersedia di publik.

Melalui Open Data Commons Open Database License 1.0, kontributor OSM dapat memiliki, memodifikasi, dan membagikan data peta secara luas. Terdapat beragam jenis peta digital yang tersedia di internet, namun sebagian besar memiliki keterbatasan secara legal maupun teknis. Hal ini membuat masyarakat, pemerintah, peneliti dan akademisi, inovator, dan banyak pihak lainnya tidak dapat menggunakan data yang tersedia di dalam peta tersebut dengan bebas. Disisi lain, baik peta dasar OSM maupun data yang tersedia di dalamnya dapat diunduh secara gratis dan terbuka, untuk kemudian digunakan dan didistribusikan kembali.

#### **4. ANDROID**

Android merupakan generasi baru *platform mobile*, *platform* yang memberikan pengembang untuk melakukan pengembangan sesuai dengan yang diharapkannya. Sistem operasi yang mendasari Android dilisensikan di bawah GNU, *General Public Lisensi Versi 2* (GPL v2), yang sering dikenal dengan istilah “*copyleft*” lisensi dimana setiap perbaikan pihak ketiga harus terus jatuh di bawah terms. Android didistribusikan dibawah Lisensi *Apache Software* (ASL/Apache2), yang memungkinkan untuk distribusi kedua dan seterusnya. Komersialisasi pengembang (produsen handset khususnya) dapat memilih untuk meningkatkan *platform* tanpa harus memberikan perbaikan mereka ke masyarakat *Open Source*. Sebaliknya, pengembang dapat keuntungan perangkat tambahan seperti perbaikan dan mendistribusikan ulang pekerjaan mereka dibawah lisensi apapun yang mereka inginkan. Pengembang aplikasi Android diperbolehkan

untuk mendistribusikan aplikasi mereka di bawah skema lisensi apapun yang mereka inginkan. (Nazrrudin,2015:3)

#### **2.2.4 OBJEK WISATA**

Menurut UU nomor 10 tahun 2009 Pasal 1 ayat 1, wisata adalah kegiatan perjalanan yang dilakukan oleh seseorang atau sekelompok orang dengan mengunjungi tempat tertentu untuk tujuan rekreasi, pengembangan pribadi, atau mempelajari keunikan daya tarik wisata yang dikunjungi dalam jangka waktu sementara. Sedangkan menurut UU nomor 10 tahun 2009 Pasal 1 ayat 6, bahwa Daerah tujuan pariwisata yang selanjutnya disebut destinasi pariwisata adalah kawasan geografis yang berada dalam satu atau lebih wilayah administratif yang didalamnya terdapat daya tarik wisata, fasilitas umum, fasilitas pariwisata, aksesibilitas, serta masyarakat yang saling terkait dan melengkapi terwujudnya kepariwisataan.

#### **2.3 KERANGKA BERFIKIR**

Uma Sekaran dalam bukunya *Business Research* (1992) dalam Sugiyono (2010:91) mengemukakan bahwa, kerangka berikir merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah yang penting.

Kabupaten Rembang merupakan sebuah kabupaten di Provinsi Jawa Tengah yang secara geografis dilalui oleh jalan pantai utara (Pantura) dan berpotensi memiliki berbagai macam destinasi pariwisata. Diantaranya destinasi pariwisata alam, pantai, kuliner, religi dan sejarah. Persebaran lokasi objek wisata yang ada

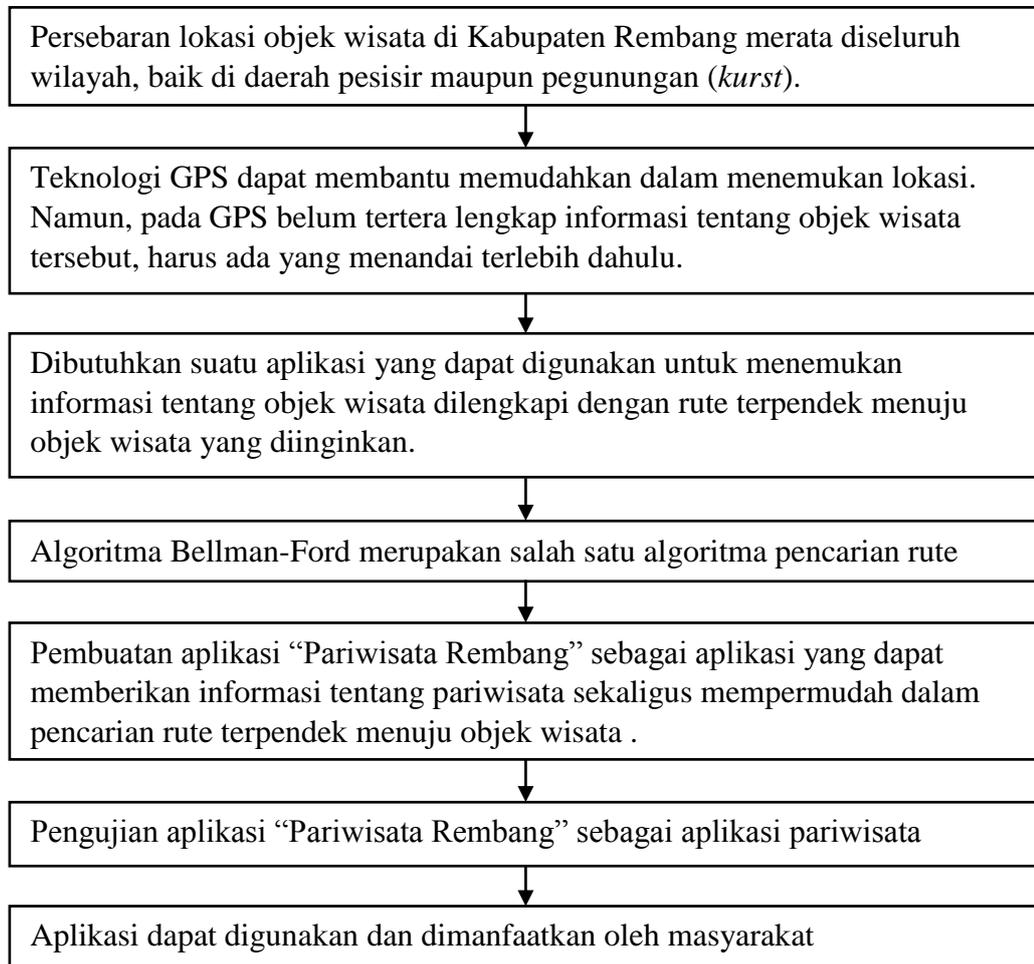
di Kabupaten Rembang merata di seluruh wilayah, baik didaerah pesisir maupun pegunungan (*kurst*). (Indriyati. 2007)

Untuk mencapai lokasi objek – objek wisata, wisatawan yang datang berkunjung membutuhkan informasi rute wisata untuk membantu merencanakan perjalanan selama berwisata hingga ke tempat tujuan dan kembali ke tempat tinggal asal atau tempat semmentaranya. Selain itu, wisatawan juga mencari rute terpendek menuju tempat – tempat wisata yang akan dikunjungi agar dapat mengefisiensi waktu, jarak, dan biaya. (Ningrum, 2016).

Dengan adanya teknologi GPS dapat digunakan untuk membantu memudahkan dalam menemukan suatu lokasi tertentu. Namun, pada GPS informasi yang diberikan masih belum lengkap dan harus ada yang menandai terlebih dahulu. oleh karena itu, diperlukan suatu alat yang dapat digunakan untuk memberikan informasi tentang objek wisata yang dilengkapi dengan sistem pencarian rute terpendek.

Dalam aplikasi tersebut dilengkapi dengan algoritma Bellman-Ford, merupakan algoritma pencaian rute terpendek yang dapat memberikan hasil yang lebih akurat dan lebih disukai meskipun membutuhkan waktu yang lebih lama. (M.Rofiq, 2014).

Kerangka berfikir dalam penelitian ini disajikan dalam gambar 2.8 berikut :



Gambar 2.8 Kerangka Berfikir

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan oleh penulis, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Dalam menerapkan algoritma *Bellman-Ford* pada aplikasi pencarian rute terpendek objek wisata di Kabupaten Rembang yaitu dengan memasukkan algoritma *Bellman-Ford* sebagai perhitungan jarak dari lokasi awal *user* dengan lokasi tujuan objek wisata. Algoritma *Bellman-Ford* akan menghitung setiap jarak terpendek dari setiap titik atau objek wisata dari lokasi awal *user* hingga lokasi objek wisata.
2. Hasil perhitungan algoritma Bellman-Ford secara matematis pada sample dari *node* 6 (Situs perahu kuno punjulharjo) menuju *node* 10 (watu layar) memperoleh hasil jarak 10,1 Km. Sedangkan pada Aplikasi pariwisata menghasilkan jarak 10,5 Km. Sehingga selisih jarak yang dipeoleh antara hasil perhitungan secara matematis dan aplikasi adalah 0,4 Km.
3. Hasil uji kelayakan aplikasi pariwisata diuji menggunakan standart kualitas ISO 25010 dan validasi oleh validator media. Pada pengujian aspek *functional suitability* terdapat persentase 100%, bahwa aplikasi berjalan dengan baik. Pengujian *compatibility* terdapat persentase 100%, bahwa aplikasi dapat terinstal pada beberapa *device* / perangkat android. Pengujian *performance efficiency* memiliki rata-rata kecepatan *launch time* 40,47

*second* dengan *launch time* tercepat 30,89 *second* dan terlama 48,45 *second*. Pengujian *usability* mendapat persentase sebesar 82,7% dengan kategori sangat layak digunakan. Sedangkan pada validasi media oleh validator memperoleh persentase sebesar 78,57% dengan kategori layak digunakan sebagai media informasi pariwisata di Kabupaten Rembang.

## 5.2 SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, berikut beberapa saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan aplikasi selanjutnya:

1. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambah objek wisata lain seperti wisata kuliner, perhotelan, tempat ibadah, dll.
2. Penelitian selanjutnya disarankan agar pencarian rute terpendek bisa melalui jalan selain jalan utama.
3. Penelitian selanjutnya disarankan dapat menambahkan waktu tempuh yang dilalui.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, B.B , S. P. Tayal, and M. Gupta. 2010. *Software Engineering & Testing*. Canada : Jones and Barlett Publisher.
- Aji, Agustian P. 2015. Optimasi Jalur Tercepat dengan Menggunakan Modifikasi Algoritma Bellman-Ford (Studi Kasus Lintasan antar Kecamatan Kota Malang). *Jurnal EECCIS vol.9, No.2. desember 2015*.
- Anggraini, Fenny dan Sugeng Mingparwoto. 2015. Penerapan Algoritma Bellman-Ford dalam Aplikasi Pencarian Lokasi Perseroan Terbatas di PT. Jakarta Industrial Estate Pulogadung (PT.JIEP). *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta. Vol.7 no.1*
- Blelloch, Guy. and Robert Harper. 2012. *Parallel and Sequential Data Structures and Algorithms*. –
- Cormen, Thomas H., C.E. Leiserson, R.L. Rivest, and Clifford Stein. 2009. *Introduction to Algorithm*. Massachusetts Institute of Technology. London : The MIT Press.
- Cruz, Jennifer C.D., Glenn V.M., Juan Pocholo E.M., Gian Paul B.G., Monique Lorraine L.L., and Jamin A. Villasenor. 2016. Items-mapping and Route Optimization in a Grocery Using Dijkstra's, Bellman-Ford, and Floyd-Warshall Algorithms. *Proceedings of the International Conference. IEEE Region 10 Conference (TENCON)*
- Gutenschwager, Kai, Axel Radtke, Sven Volker, and Georg Zeller. 2012. The Shortest Path : Comparison of Different Approaches and Implementations for The Automatic Routing of Vehicles. *Proceedings of 2012 Winter Simulation Conference*.

- Ibrahim dan Noor Saif Muhammad Mussafi. 2013. *Pengantar Kombinatorika dan Teori Graf*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Indriyati, Ariyani dan Wahyu Setyaningsih. 2017. Mengungkap Potensi Kabupaten Rembang Sebagai Geowisata dan Laboratorium Lapangan Geografi. *Jurnal Geografi Volume 14 No. 1*
- Junika, Sandra Putri. 2017. Implementasi Algoritma Bellman-Ford Dalam Pencarian Sekolah Taman Kanak-Kanak (TK) Terdekat di Kota Medan Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Kurniawan, Dimas, Arna Fariza dan Yuliana Setiowati. (tanpa tahun). Sistem Informasi Geografis Fasilitas Umum Kota Samarinda Berbasis Android.  
[https://www.academia.edu/8742414/SISTEM\\_INFORMASI\\_GEOGRAFIS\\_FASILITAS\\_UMUM\\_KOTA\\_SAMARINDA\\_BERBASIS\\_ANDROID\\_Yuliana\\_Setiowati\\_3\\_Dosen\\_Jurusan\\_Teknik\\_Informatika\\_PENS-ITS\\_2](https://www.academia.edu/8742414/SISTEM_INFORMASI_GEOGRAFIS_FASILITAS_UMUM_KOTA_SAMARINDA_BERBASIS_ANDROID_Yuliana_Setiowati_3_Dosen_Jurusan_Teknik_Informatika_PENS-ITS_2). 20 Oktober 2018 (14.42).
- Manongga, Danny, Theophilus Wellem, dan Kasih Septi. (tanpa tahun) Perangkat Lunak Simulasi Periodic Vehicle Routing Problem (PVRP) dengan Tabu Search. *Skripsi*. Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana.
- Masyunita. 2016. Aplikasi Pelayanan Sistem Informasi Geografis di Universitas Sumatera Utara (USU) Berbasis Android Menggunakan Algoritma Bellman-Ford . *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.

- Mount, David M. 2013. *Design and Analysis of Computer Algorithms*. University of Maryland.
- Ningrum, Friska Widya dan Tatyantoro Andrasto. 2016. Penerapan Algoritma Floyd-Warshall dalam Menentukan Rute Terpendek pada Permodelan Jaringan Pariwisata di Kota Semarang. *Jurnal Teknik Elektro Vol 8 No. 1 ISSN 1411-0059*.
- \_\_\_\_\_.2018.Open Street Map. <https://openstreetmap.id/about/> 8 Februari 2018 (13.15).
- Othman, Mohd Azlishah, H.A. Sulaiman, M.M. Ismail, M.H. Misran, Maizatul Alice, and R.A. Ramlee. 2013. An Analysis of Least-Cost Routing using Bellman-Ford and Dijkstra Algorithms in Wireless Routing network. *International Journal of Advancement in Computing Technology (IJACT)*. Volume 5. Number 10.
- Patel, Vaibhavi and ChitraBaggar. 2014. A survey of Bellman-ford algorithm and Dijkstra algorithm for finding shortest path in GIS application. *International Journal of P2P Network Trends and Technology (IJPTT) volume 4(1)*
- Pressman, Roger S. 2001. *Software Engineering: a Practitioner's Approach*. McGraw-Hill. New York.
- Pujadi, Tri dan Mariono Fabianus. 2009. Aplikasi Sistem Penagihan Menggunakan Jalur Terpendek Pada Perusahaan *Leasing* PT. ILUFA. *Skripsi*. Jakarta: Universitas Bina Nusantara.
- Pemerintah Kabupaten Rembang. 2015. Mengenal Rembang: GEOGRAFIS. <http://rembangkab.go.id/geografis/> . 24 April 2017. (20:45).

- Peraturan Daerah Kabupaten Rembang Nomor 1 Tahun 2010. *Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah Kabupaten Rembang Tahun 2005-2025*. Rembang: Pemerintah Kabupaten Rembang.
- Rai, Sudhanshu, Dr.Arum J.B., And Dr.Ashish Sharma. 2017. Algorithms for Finding Shortest Path In Geographic Information System – Survey. *International Journal For Technological Research In Engineering*. Volume 4(6), ISSN (online): 2347 - 4718
- Rasdiana. 2015. Aplikasi Algoritma Bellman-Ford Dalam Meminimumkan Rute Perjalanan Tukang Bentor di Kecamatan Biringkanaya. *Skripsi*. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Rofiq,M dan Riza Fathul Uzzy. 2014. Penentuan Jalur Terpendek Menuju Cafe di Kota Malang Menggunakan Metode Bellman-Ford dengan Location Based Service Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Informasi ASIA*.Vol. 8 No.2.
- Rompas, B.R., A.A.E. Sinsuw, S.R.U.A. Sompie, dan A.S.M. Lumenta. 2012. Aplikasi Location Based Service Pencarian Tempat di Kota Manado Berbasis Android. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*. Vol 1 No.2
- Safaat, Nazruddin. 2015. Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android. Bandung : Informatika.
- Sekardewi, Susi. 2013. Aplikasi Web Rekomendasi Objek Wisata Kabupaten Rembang Berbasis GIS dengan Menggunakan Algoritma Dijkstra. *Skripsi*. Semarang : Universitas Dian Nuswantoro.

- Siang, Jong jek. 2002. Matematika Diskrit dan Aplikasinya Pada Ilmu Komputer. Andi:Jogjakarta
- Suastika, I Gede Yoga dan I Nyoman Mahendra Yasa. Pengaruh Jumlah Kunjungan Wisatawan, Lama Tinggal Wisatawan, dan Tingkat Hunian Hotel Terhadap Pendapatan Asli Daerah dan Kesejahteraan Masyarakat Pada Kabupaten/Kota di Provinsi Bali. *E-Jurnal EP Unud*, 6 [7] : 1332-1363 ISSN: 2303-0178
- Sugiyono. 2010. Metode Penelitian Pendidikan. Bandung : Alfabeta.
- Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2009 *Kepariwisataan*. 16 Januari 2009 : Jakarta. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 11.
- Wagner, Stefan. 2013. *Software Product Quality Control*. Springer -Verlag Berlin Heidelberg
- Wirawan, Purna Michi. 2011. Perbandingan Algoritma Dijkstra dan Algoritma Bellman-Ford pada Jaringan Grid. *Skripsi*. Padang: Universitas Andalas.
- Zhang,Wei, Hao chen, Chong Jiang, and Lin Zhui. 2013. Improvement And Experimental Evaluation Bellman-Ford Algorithm. *International Conference on Advanced Information and Communication Technology for Education (ICAICTE)*.