

**PERBANDINGAN ALGORITMA A STAR DAN ALGORITMA DIJKSTRA
UNTUK MENENTUKAN RUTE TERPENDEK KANTOR POS
DI PROVINSI LAMPUNG**

Skripsi

Oleh

**Roro Ayu Martines Patricia Nuril Hikmah
1957031021**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PERBANDINGAN ALGORITMA A *STAR* DAN ALGORITMA DIJKSTRA UNTUK MENENTUKAN RUTE TERPENDEK KANTOR POS DI PROVINSI LAMPUNG

Oleh

Roro Ayu Martines Patricia Nuril Hikmah

PT Pos Indonesia adalah perusahaan yang bergerak pada bidang jasa pengiriman surat dan paket. PT Pos Indonesia memiliki permasalahan keterlambatan pengiriman barang, pelayanan kantor pos yang kurang memuaskan dan rute pendistribusian barang yang rumit. Sehingga diperlukan rute yang optimum untuk waktu pengiriman yang efisien. Algoritma A *Star* dan Algoritma Dijkstra bekerja dengan Mekanisme yang berbeda. Setelah melakukan penelitian didapatkan hasil bahwa kinerja Algoritma A *Star* lebih baik dari Algoritma Dijkstra dengan rata-rata waktu 1.83 ms, sedangkan Algoritma Dijkstra mempunyai rata-rata waktu 2.66 ms dengan 30 kali percobaan. Algoritma Dijkstra dan Algoritma A *Star* menghasilkan rute optimal yang sama untuk rute dari Kantor Pos Pahoman ke 30 kantor pos lainnya.

Kata kunci: Masalah rute terpendek, Algoritma A *Star*, Algoritma Dijkstra.

ABSTRACT

COMPARISON OF A *STAR* ALGORITHM AND DIJKSTRA ALGORITHM TO DETERMINE THE SHORTEST ROUTE OF POST OFFICES IN LAMPUNG PROVINCE

By

Roro Ayu Martines Patricia Nuril Hikmah

PT Pos Indonesia is a company engaged in mail and package delivery services. PT Pos Indonesia has problems with late delivery of goods, unsatisfactory post office services and complicated distribution routes. So an optimal route is needed for efficient delivery. The *A Star* algorithm and the Dijkstra algorithm work with different mechanisms. After conducting research, it was found that the performance of the *A Star* Algorithm was better than the Dijkstra Algorithm with an average time of 1.83 ms, while the Dijkstra algorithm had an average time of 2.66 ms with 30 experiments. *A Star* Algorithm and Dijkstra Algorithm provide the same result of optimal route for thirty routes from Kantor Pos Pahoman to 30 destinations.

Keywords: Shorth Path Problem, *A Star* Algorithm, Dijkstra Algorithm.

**PERBANDINGAN ALGORITMA A STAR DAN ALGORITMA DIJKSTRA
UNTUK MENENTUKAN RUTE TERPENDEK KANTOR POS
DI PROVINSI LAMPUNG**

RORO AYU MARTINES PATRICIA NURIL HIKMAH

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA MATEMATIKA

Pada

Jurusan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **PERBANDINGAN ALGORITMA A STAR
DAN ALGORITMA DIJKSTRA UNTUK
MENENTUKAN RUTE TERPENDEK
KANTOR POS DI PROVINSI LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Roro Ayu Martines Patricia Nuril Hikmah**

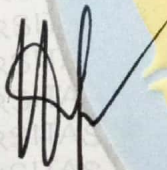
Nomor Pokok Mahasiswa : **1957031021**


Jurusan : **Matematika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

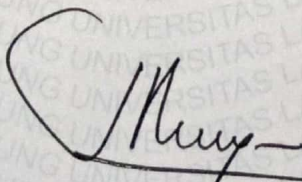


1. **Komisi Pembimbing**


Prof. Dra. Wamliana M.A., Ph.D.
NIP 19631108 198902 2 001


Siti Laelatul Chasanah, S.Pd., M.Si.
NIP 199330601 201903 2 021

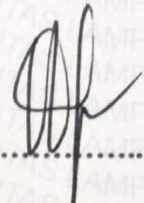
2. **Ketua Jurusan Matematika**


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

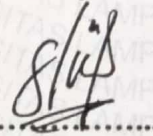
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

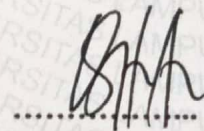
Ketua : **Prof. Dra. Wamiliana M.A., Ph.D.**



Sekretaris : **Siti Laelatul Chasanah, S.Pd., M.Si.**



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



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 19711001 200501 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **12 Juni 2023**

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Roro Ayu Martines Patricia Nuril Hikmah**
Nomor Pokok Mahasiswa : **1957031021**
Jurusan : **Matematika**
Judul Skripsi : **PERBANDINGAN ALGORITMA A STAR
DAN ALGORITMA DIJKSTRA UNTUK
MENENTUKAN RUTE TERPENDEK
KANTOR POS DI PROVINSI LAMPUNG**

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

Bandar Lampung, 12 Juni 2023

Penulis,



Roro Ayu Martines Patricia Nuril Hikmah

RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Roro Ayu Martines Patricia Nuril Hikmah yang lahir di Bandar Lampung pada tanggal 24 September 2001. Penulis merupakan anak kelima dari tujuh bersaudara yang terlahir dari pasangan Bapak Suharno dan Ibu Endarwati.

Penulis menempuh awal pendidikan di TK Dharma Wanita pada tahun 2006 sampai dengan tahun 2007. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 1 Rajabasa Raya pada tahun 2007 sampai tahun 2013. Kemudian, penulis melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Tri Sukses Lampung Selatan pada tahun 2013 sampai tahun 2016. Penulis melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMA Tri Sukses Lampung Selatan.

Pada tahun 2019, penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi dan terdaftar sebagai mahasiswa S1 di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung (Unila) melalui jalur Mandiri. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi. Pada tahun 2020 penulis merupakan Bendahara Organisasi Pondok Pesantren Mahasiswa Baitussodiq (PPM Baitussodiq).

Pada bulan Januari sampai Februari 2022, sebagai bentuk aplikasi bidang ilmu kepada masyarakat, penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sukamaju 2, Kecamatan Teluk Betung Timur, Kota Bandar Lampung. Pada bulan Juni sampai Juli penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Dinas Ketahanan Pangan dan Tanaman Pangan (Dinas Pertanian) Provinsi Lampung.

KATA INSPIRASI

“Sesungguhnya Allah mencakupi segala sesuatu, dan Allah zat yang maha dipasrahi”
(Q.S Al-Imron: 173)

“Baik menurut mu belum tentu baik menurut Allah, buruk menurutmu belum tentu buruk menurut Allah”
(Q.S. Al-Baqarah: 216)

“Hidup ibaratkan es batu, jika dibiarkan akan mencair, jika digunakan untuk hal baik dan barokah juga akan mencair”
(Suharno)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin,

Puji dan syukur kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala atas limpahan nikmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam

Dengan penuh syukur, kupersembahkan karya ini kepada:

Keluarga Tercinta

Terimakasih kepada keluargaku untuk semua do'a, kasih sayang, serta nasehat yang diberikan. Terimakasih seluruh keluargaku karena sudah mendukungku dalam segala hal dan selalu memberikan semangat.

Dosen Pembimbing dan Pembahas

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

Sahabat – Sahabatku

Terimakasih kepada sahabat – sahabatku atas semua do'a, dukungan, semangat, serta canda tawa keceriaan selama masa perkuliahan ini.

Almamater Tercinta Universitas Lampung

SANWACANA

Alhamdulillah rabbilalamin, puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan karunia serta rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Perbandingan Algoritma A *Star* dan Algoritma Dijkstra Untuk Menentukan Rute Terpendek Kantor Pos di Provinsi Lampung”. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dra. Wamiliana., M.A., Ph.D. selaku Pembimbing I atas kesediaan waktu dalam memberikan arahan, motivasi, bimbingan, serta saran kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Siti Laelatul Chasanah, S.Pd., M.Si. selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Fitriani, S.Si., M.Sc. selaku Penguji yang telah bersedia memberikan kritik dan saran serta evaluasi yang membangun kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
5. Seluruh dosen, staf dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Bapak, Ibu, mbak-mbak, mas, adek-adek, sepupu-sepupu keponakanku dan keluarga besar yang selalu memotivasi, memberikan dukungan dan do'a kepada penulis.
7. Untuk Mbak Mifta, Shinta, Yesi Anis, allhamdulillah jaza khumullahu khoiro telah sabar, berjuang bersama dan terus saling memotivasi di garda

terdepan dari segi dunia mengejar pendidikan maupun akhirat untuk mengejar surga.

8. Untuk Meli, Shella, Triya, Ale, Aulia Ayu, Listra, Zahro, Kori, Nada, Fitri, Hana, Feby, Echa, Putri, Deswita, Hijri, Elvina terimakasih untuk semua motivasi, dukungan, semangat, kebersamaan serta kenangan yang indah dalam menjalani perkuliahan dan selama proses penyusunan skripsi ini.
9. Teman – teman PPM 19, Remaja Baitussodiq keluarga Rajabasa allhamdulillah jaza khumullahu khoiro atas segala pengalaman dan kebersamaan selama ini.
10. Teman – teman KKN Sukamaju 2, untuk segala kebersamaan dan dukungan selama ini.
11. Teman – teman satu bimbingan, Ale, Rehsya, Hana, Shilvia, Shella yang telah memberikan semangat, motivasi maupun saran kepada penulis.
12. Teman – teman Jurusan Matematika angkatan 2019 yang sudah banyak membantu selama masa perkuliahan.
13. Semua pihak yang membantu dalam proses penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebut satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menjadikan skripsi ini lebih baik lagi.

Bandar Lampung, 12 Juni 2023

Penulis,

Roro Ayu Martines Patricia Nuril Hikmah

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Google Earth</i>	4
2.2 Teori Graf	4
2.3 Rute Terpendek	7
2.4 Algoritma <i>A Star</i>	7
2.5 Algoritma Dijkstra	13
III. METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Data Penelitian	18
3.3 Metode Penelitian	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1. Deskripsi Data	21
4.2. Penerapan Algoritma <i>A Star</i> dan Algoritma Dijkstra	24
4.2.1 Penerapan Algoritma <i>A Star</i>	24
4.2.2 Penerapan Algoritma Dijkstra	30

4.3. <i>Script</i> Program untuk Menentukan Rute Terpendek Algoritma A <i>Star</i> dan Algoritma Dijkstra	33
4.4. Perbandingan Hasil Algoritma A <i>Star</i> dan Algoritma Dijkstra	35
V. KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1. Kesimpulan.....	36
5.2. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Contoh pencarian nilai heuristik $h(j, n)$	9
2. Iterasi pertama Algoritma Dijkstra	15
3. Iterasi kedua Algoritma Dijkstra	15
4. Iterasi ketiga Algoritma Dijkstra	16
5. Iterasi keempat Algoritma Dijkstra	16
6. Iterasi kelima Algoritma Dijkstra	17
7. Jarak antar kantor pos (km)	22
8. Titik koordinat dan nilai heuristik tujuan titik v_{29}	25
9. Perhitungan Algoritma A <i>Star</i>	26
10. Perhitungan Algoritma Dijkstra	30
11. Rata-rata waktu eksekusi program	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Graf	4
2. Graf dengan <i>loop</i> dan paralel	5
3. Titik yang bertetangga	5
4. Derajat suatu titik	5
5. Titik terasing dan titik daun	6
6. <i>Walk</i> , <i>path</i> dan <i>cycle</i>	6
7. Graf terhubung	6
8. Graf tak terhubung	6
9. Tujuan titik v_2 Algoritma A <i>Star</i>	9
10. Tujuan titik v_3 Algoritma A <i>Star</i>	10
11. Tujuan titik v_4 Algoritma A <i>Star</i>	11
12. Tujuan titik v_5 Algoritma A <i>Star</i>	12
13. Tujuan titik v_6 Algoritma A <i>Star</i>	13
14. Contoh graf Algoritma Dijkstra	14
15. Iterasi pertama Algoritma Dijkstra	14
16. Iterasi kedua Algoritma Dijkstra	15
17. Iterasi ketiga Algoritma Dijkstra	15
18. Iterasi keempat Algoritma Dijkstra	16
19. Iterasi kelima Algoritma Dijkstra	16
20. Titik lokasi 31 kantor pos pada <i>Google Earth</i>	21
21. Pemodelan graf antar kantor pos	23
22. Graf hasil perhitungan Algoritma A <i>Star</i>	29
23. Graf hasil perhitungan Algoritma Dijkstra	32
24. <i>Script</i> program Algoritma A <i>Star</i>	33
25. <i>Output</i> program Algoritma A <i>Star</i>	33
26. <i>Script</i> program Algoritma Dijkstra	34
27. <i>Output</i> program Algoritma Dijkstra	34

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Bidang jasa adalah bidang yang membantu konsumen dalam berbagai hal dan tidak akan pernah mengalami kebangkrutan meski dalam kondisi sulit. Hal ini disebabkan setiap orang akan membutuhkan bantuan orang lain untuk menyelesaikan berbagai hal. Jasa pengiriman barang merupakan salah satu bidang jasa yang paling banyak digunakan dalam menghemat waktu dan membantu dalam mengirimkan barang. Jasa ini melayani pengantaran barang dari berbagai lokasi jarak dekat hingga jarak yang jauh.

PT Pos Indonesia adalah perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak pada bidang jasa pengiriman barang dengan bisnis yang dijalankan adalah pengiriman surat, paket, jasa keuangan, dan logistik. PT Pos Indonesia memiliki bisnis utama sejak dahulu hingga sekarang yaitu bisnis surat dan paket. PT Pos Indonesia memiliki beberapa masalah yaitu keterlambatan pengiriman barang, pelayanan kantor pos yang kurang memuaskan, rute pendistribusian barang yang rumit dan lain-lain.

Suatu masalah pendistribusian barang dapat diselesaikan dengan solusi pencarian rute terpendek menggunakan algoritma-algoritma pencarian rute terpendek. Algoritma yang dapat digunakan antara lain: Algoritma *Greedy Best First Search* (*greedy* BFS), Algoritma *Breadth First Search* (BFS), Algoritma *A Star*, Algoritma Dijkstra, Algoritma *Depth First Search* (DFS) dan algoritma pencarian rute terpendek lainnya (Ramadhan dkk., 2018). Penerapan algoritma yang optimum pada pencarian rute terpendek adalah hal yang selalu menjadi permasalahan dalam pencarian rute terpendek. Hal ini disebabkan oleh masing-

masing algoritma memiliki kekurangan dan kelebihan (Ramadhan dkk., 2018). Algoritma Dijkstra merupakan algoritma dengan pencarian tidak terpusat yang memiliki nilai heuristik 0. Namun, algoritma ini memiliki kelebihan setiap titik memiliki rute yang optimum (Maulana & Wijanarto, 2017). Algoritma A *Star* merupakan algoritma dengan pencarian terpusat. Namun, algoritma ini dikatakan boros sumber daya (Sugianti dkk., 2020).

Terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait Algoritma A *Star* dan Dijkstra. Pertama penelitian yang menerapkan Algoritma A *Star* dan Euclidean. Data pada penelitian tersebut ditentukan dengan bantuan *Google Earth* serta memperoleh rute terdekat secara manual (Marcelina & Yulianti, 2020). Penelitian yang lain, menerapkan Algoritma A *Star* untuk menentukan rute terpendek menggunakan graf secara manual (Dalem, 2018). Selanjutnya, penelitian yang menerapkan Algoritma Dijkstra dengan bantuan aplikasi untuk menentukan rute terpendek Kantor JNE Pusat Kabupaten Jombang sebagai objek penelitian (Esanata, 2019). Taufiq dkk (2019) melakukan penelitian dengan memanfaatkan metode heuristik berbasis Algoritma A *Star* dengan bantuan aplikasi untuk menentukan rute terpendek. Pencarian rute terpendek diusulkan menggunakan Algoritma Dijkstra dan A *Star* dengan tujuan untuk mengembangkan sistem informasi geografis (SIG) berisi informasi letak objek-objek wisata serta fasilitas pencarian rute terpendek (Sulistiani & Wibowo, 2018).

Berdasarkan masalah dan penelitian sebelumnya, penulis akan menerapkan Algoritma A *Star* untuk menentukan rute terpendek pada sistem pengiriman barang kantor pos di area Provinsi Lampung. Hal tersebut diharapkan dapat mempermudah rute pendistribusian. Algoritma tersebut juga dibandingkan dengan Algoritma Dijkstra untuk mengetahui hasil optimum dalam kasus ini.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. menyelesaikan masalah rute terpendek menggunakan Algoritma A *Star* dan Algoritma Dijkstra.
2. membandingkan waktu eksekusi program penerapan Algoritma A *Star* dan Algoritma Dijkstra untuk menentukan rute terpendek.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. menambah pengetahuan tentang Algoritma A *Star* dan Algoritma Dijkstra untuk menentukan rute terpendek.
2. sebagai rujukan bagi pembaca untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pencarian rute terpendek.

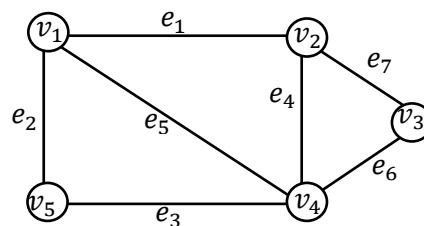
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Google Earth

Google Earth merupakan sebuah program bola dunia *virtual* biasa disebut dengan penampil bumi yang dibuat oleh Keyhole, Inc. Bumi dipetakan oleh program ini kemudian dikumpulkan dari pemetaan satelit, fotografi udara dan *globe* sistem informasi geografis (SIG) tiga dimensi (Listiana & Muslim, 2016). SIG adalah aplikasi desain komputer secara digital yang digunakan untuk mengambil, menyimpan, dan menganalisis informasi geografis. Terdapat tiga lisensi dari *Google Earth* yaitu *Google Earth*, *Google Earth Plus*, dan *Google Earth Pro*. *Google Earth* adalah versi yang gratis dengan kemampuan terbatas. *Google Earth Plus* adalah versi yang memiliki fitur-fitur tambahan. *Google Earth Pro* adalah versi dengan tampilan yang lebih lengkap (Muslim & Pramesti, 2014).

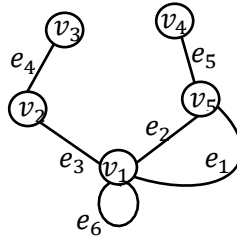
2.2 Teori Graf

Istilah-istilah dan definisi yang digunakan pada subbab ini merujuk dari Deo tahun 1989. Graf $G = (V, E)$ didefinisikan sebagai pasangan tak terurut dari himpunan ($V(G)$ dan $E(G)$) dengan $V(G) = \{v_1, v_2, \dots\}$ merupakan himpunan titik, $V(G) \neq \emptyset$ dan $E(G) = \{e_1, e_2, \dots\}$ merupakan himpunan garis dari pasangan tak terurut titik-titik di $V(G)$.



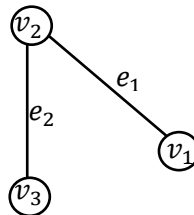
Gambar 1. Graf

Suatu garis pada graf yang memiliki titik awal dan titik akhir sama disebut *loop*, sedangkan dua garis atau lebih disebut garis paralel jika dua garis tersebut menghubungkan dua titik yang sama. Graf sederhana adalah graf yang tidak memiliki *loop* dan garis paralel, sedangkan jika memiliki *loop* saja atau garis paralel saja disebut graf tak sederhana. Gambar 2 merupakan contoh graf tak sederhana karena memiliki garis paralel e_1 dan e_2 serta memiliki *loop* e_6 .



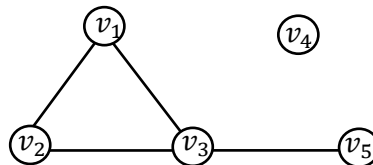
Gambar 2. Graf dengan *loop* dan paralel

Suatu garis e dikatakan menempel (*incident*) dengan titik v jika titik v merupakan salah satu ujung dari garis tersebut. Dua titik v_i dan v_j dikatakan bertetangga (*adjacent*) satu sama lain jika kedua titik tersebut dihubungkan oleh garis yang sama dan dinotasikan dengan (v_i, v_j) .



Gambar 3. Titik yang bertetangga

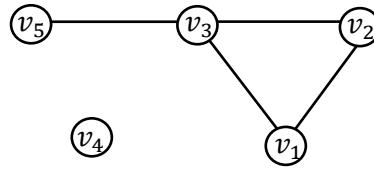
Gambar 3 menunjukkan garis e_1 menghubungkan titik v_1 dan v_2 , garis e_2 menghubungkan titik v_2 dan v_3 . Oleh karena itu, titik v_1 bertetangga dengan titik v_2 , titik v_2 bertetangga dengan v_1 dan v_3 , serta titik v_3 bertetangga dengan v_2 .



Gambar 4. Derajat suatu titik

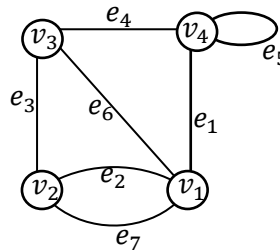
Derajat dari suatu titik v pada graf G dinotasikan $deg(v)$ merupakan banyaknya garis yang menempel pada titik v dengan *loop* terhitung dua. Contoh derajat suatu

titik dapat dilihat pada Gambar 4 menunjukkan $\deg(v_1) = 2$, $\deg(v_2) = 2$ dan $\deg(v_3) = 3$.



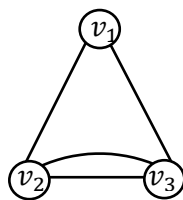
Gambar 5. Titik terasing dan titik daun

Titik terasing merupakan titik yang memiliki derajat nol, sedangkan titik daun adalah titik yang memiliki derajat satu. Gambar 5 menunjukkan v_4 adalah titik terasing karena $\deg(v_4) = 0$ dan v_5 adalah titik daun karena $\deg(v_5) = 1$.

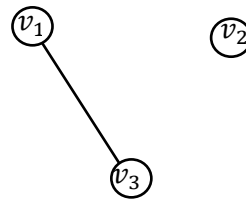


Gambar 6. *Walk*, *path* dan *cycle*

Walk adalah barisan berhingga dari suatu titik dan garis yang berselang-seling. Contoh *walk* pada Gambar 6 adalah $v_1 - e_1 - v_4 - e_4 - v_3 - e_6 - v_1 - e_2 - v_2$. *Walk* yang melewati titik yang berbeda-beda disebut sebagai *path*. Contoh *path* pada Gambar 6 adalah $v_1 - e_1 - v_4 - e_4 - v_3 - e_3 - v_2$. *Path* yang berawal dan berakhir pada titik yang sama disebut *cycle*. Contoh *cycle* pada Gambar 6 adalah $v_1 - e_1 - v_4 - e_4 - v_3 - e_3 - v_2 - e_7 - v_1$.



Gambar 7. Graf terhubung



Gambar 8. Graf tak terhubung

Suatu graf dikatakan graf terhubung jika dua titik berbeda pada graf tersebut ada garis yang menghubungkannya. Jika tidak ada garis yang menghubungkan, maka graf tersebut dikatakan graf tak terhubung dapat dilihat pada Gambar 8.

2.3 Rute Terpendek

Rute terpendek adalah jalur terbaik yang dapat diselesaikan dengan menggunakan graf. Jalur ini ditentukan oleh rute yang memiliki total jarak (perjalanan) yang paling kecil. Jika diimplementasikan kedalam graf, maka setiap garis pada titik memiliki bobot. Apabila nilai tersebut dijumlahkan maka bobot dari garis yang dilewati memiliki nilai terkecil. Algoritma-algoritma untuk menyelesaikan masalah jalur terpendek adalah Algoritma Dijkstra, Algoritma *Greedy Best First Search* (*Greedy* BFS), Algoritma *A Star*, Algoritma *Breadth First Search* (BFS), Algoritma *Depth First Search* (DFS) dan algoritma pencarian rute terpendek lainnya (Ramadhan dkk., 2018).

2.4 Algoritma A Star

Algoritma *A Star* merupakan algoritma dengan pencarian terpusat yang banyak digunakan dan telah terjamin optimalisasinya. Namun, algoritma ini dapat dikatakan boros sumber daya (Sugianti dkk., 2020). *A Star* sendiri merupakan perpaduan dari Algoritma *Greedy* BFS dan Dijkstra (Gonçalves dkk., 2019). Algoritma *A Star* menggunakan pencarian *Greedy* BFS untuk menemukan jalur dengan jarak terdekat dari suatu titik ke titik awal, sedangkan fungsi heuristik yang mirip dengan Dijkstra digunakan untuk mencari jarak paling kecil dari suatu titik ke titik tujuan. Cara kerja *Greedy* BFS hanya memperhitungkan heuristik dan mengabaikan jalan yang sudah ditempuh. Oleh karena itu, Algoritma *A Star* menggunakan fungsi evaluasi yang terdiri dari dua bagian, yaitu jarak tempuh $g(i, j)$ dan heuristik $h(j, n)$ pada Persamaan (1).

$$f(i, n) = g(i, j) + h(j, n) \quad (1)$$

Keterangan :

$f(i, n)$ = jarak estimasi

$g(i, j)$ = jarak dari titik i ke j

$h(j, n)$ = jarak khayal dari titik j ke titik n

Jika $j = n$, maka $h(j, n) = 0$.

Karakteristik yang menjelaskan Algoritma A Star pada perhitungannya menggunakan daftar terbuka (*open list*) dan daftar tertutup (*close list*). Algoritma A Star menggunakan daftar tertutup untuk menentukan daftar titik yang sudah dilewati atau sudah pernah menjadi titik terbaik. Daftar terbuka pada algoritma ini menentukan daftar titik yang belum dilewati atau belum pernah menjadi titik terbaik (Taufiq dkk., 2019).

Teknik pencarian yang digunakan Algoritma A Star adalah simulasi fungsi heuristik. Simulasi ini memberikan gambaran yang lebih realistis terhadap perilaku Algoritma A Star dalam pencarian rute terpendek (Dalem, 2018). Heuristik merupakan metode perkiraan untuk diimplementasikan dalam permasalahan nyata dengan waktu dan jumlah langkah yang sedikit. Heuristik dapat diimplementasikan dalam bidang dua dimensi menggunakan euclidean (Marcelina & Yulianti, 2020).

Jarak Euclidean merupakan persamaan yang digunakan untuk mengukur jarak dua titik dua dimensi (x, y) dengan menggunakan perhitungan heuristik (Pamungkas, 2020). Untuk mendapatkan hasil dua titik tersebut dapat direpresentasikan pada dua titik koordinat wilayah permukaan bumi yaitu latitude dan longitude. Dua titik tersebut adalah $j = (x_1, y_1)$ dan $n = (x_2, y_2)$ dapat dilihat pada persamaan berikut (Pamungkas, 2019):

$$\text{Jarak Euclidean} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (2)$$

Persamaan (2) dapat kita terapkan pada bentuk koordinat menjadi:

$$\text{Jarak Euclidean} = \sqrt{(\text{Latitude}_2 - \text{Latitude}_1)^2 + (\text{Longitude}_2 - \text{Longitude}_1)^2} \quad (3)$$

Keterangan:

Latitude = garis khayalan yang membelah bumi secara horisontal.

Longitude = garis khayalan yang membelah bumi secara vertikal.

Contoh pencarian nilai heuristik euclidean menggunakan Persamaan (3) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Contoh pencarian nilai heuristik $h(j, n)$

No	Titik j	Titik n	Koordinat titik $j (x_1, y_1)$	Koordinat titik $n (x_2, y_2)$	Heuristik $h(j, n)$ <i>Euclidean</i> = $\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$
1	v_2	v_2	-5.40782, 105.27207	-5.40782, 105.27207	0
2	v_3	v_2	-5.40871, 105.25992	-5.40782, 105.27207	7.420730
3	v_2	v_3	-5.40782, 105.27207	-5.40871, 105.25992	7.420730
4	v_3	v_3	-5.40871, 105.25992	-5.40871, 105.25992	0
5	v_2	v_5	-5.40782, 105.27207	-5.38360, 105.29042	3.383740
6	v_3	v_5	-5.40871, 105.25992	-5.38360, 105.29042	4.398680
7	v_4	v_5	-5.37836, 105.25209	-5.38360, 105.29042	4.307080
8	v_5	v_5	-5.38360, 105.29042	-5.38360, 105.29042	0
9	v_2	v_6	-5.40782, 105.27207	-5.398825, 105.24290	3.397680
10	v_3	v_6	-5.37836, 105.25209	-5.398825, 105.24290	2.191310
11	v_4	v_6	-5.37836, 105.25209	-5.398825, 105.24290	2.496648
12	v_6	v_6	-5.39882, 105.24290	-5.398825, 105.24290	0

Contoh perhitungan Algoritma A Star menggunakan daftar O yang merupakan daftar terbuka dan daftar C merupakan daftar tertutup dengan Persamaan (1) :

1. Rute terpendek dari titik v_1 ke v_2

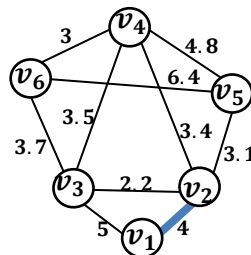
$$f(v_1, v_2) = \min\left((g(v_1, v_2) + h(v_2, v_2)), (g(v_1, v_3) + h(v_3, v_2))\right)$$

$$f(v_1, v_2) = \min((4 + 0), (5 + 7.420730))$$

$$f(v_1, v_2) = \min(4, 12.420730)$$

$$f(v_1, v_2) = g(v_1, v_2) + h(v_2, v_2) = 4$$

Titik v_1 adalah titik terbaik dan masuk ke dalam daftar C : $\{v_1\}$ karena titik v_1 merupakan titik awal. Titik v_2 dan v_3 masuk ke daftar O : $\{v_2, v_3\}$ karena terhubung langsung dengan titik v_1 dan belum ada di daftar O maupun C . Rute yang dihasilkan pada langkah ini adalah $v_1 - v_2$ dengan bobot 4 dapat dilihat garis warna biru pada Gambar 9.

Gambar 9. Tujuan titik v_2 Algoritma A Star

2. Rute terpendek dari titik v_1 ke v_3

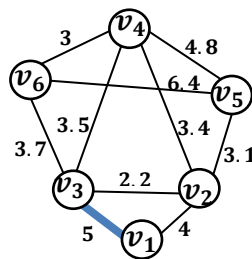
$$f(v_1, v_3) = \min\left(\left(g(v_1, v_2) + h(v_2, v_3)\right), \left(g(v_1, v_3) + h(v_3, v_3)\right)\right)$$

$$f(v_1, v_2) = \min((4 + 7.420730), (5 + 0))$$

$$f(v_1, v_2) = \min(11.420730, 5)$$

$$f(v_1, v_2) = g(v_1, v_3) + h(v_3, v_3) = 5$$

Titik v_1 adalah titik terbaik dan masuk ke dalam daftar $C: \{v_1\}$ karena titik v_1 merupakan titik awal. Titik v_2 dan v_3 masuk ke daftar $O: \{v_2, v_3\}$ karena terhubung langsung dengan titik v_1 dan belum ada di daftar O maupun C . Rute yang dihasilkan pada langkah ini adalah $v_1 - v_3$ dengan bobot 5 dapat dilihat garis warna biru pada Gambar 10.



Gambar 10. Tujuan titik v_3 Algoritma A Star

3. Rute terpendek dari titik v_1 ke v_4

a. Melalui titik v_1

$$f(v_1, v_4) = \min\left(\left(g(v_1, v_2) + h(v_2, v_4)\right), \left(g(v_1, v_3) + h(v_3, v_4)\right)\right)$$

$$f(v_1, v_4) = \min((4 + 3.96262), (5 + 3.48954))$$

$$f(v_1, v_4) = \min((7.96262), (8.48954))$$

$$f(v_1, v_4) = g(v_1, v_2) + h(v_2, v_4) = 7.96262$$

Titik v_1 adalah titik terbaik dan masuk ke dalam daftar $C: \{v_1\}$ karena titik v_1 merupakan titik awal. Titik v_2 dan v_3 masuk ke daftar $O: \{v_2, v_3\}$ karena terhubung langsung dengan titik v_1 dan belum ada pada daftar O maupun C . Dari perhitungan $f(i, n)$ titik v_2 terpilih menjadi titik terbaik selanjutnya.

b. Melalui titik $v_1 - v_2$

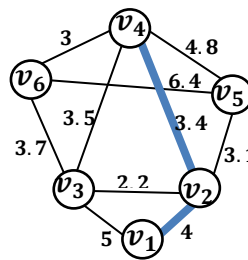
$$f(v_1, v_4) = \min\left(\left(g(v_1, v_3) + h(v_3, v_4)\right), \left(g(v_1, v_4) + h(v_4, v_4)\right), \left(g(v_1, v_5) + h(v_5, v_4)\right)\right)$$

$$f(v_1, v_4) = \min((6.2 + 4.39868), (7.4 + 0), (7.1 + 4.30708))$$

$$f(v_1, v_4) = \min((10.59868), (7.4), (11.40708))$$

$$f(v_1, v_4) = g(v_1, v_4) + h(v_4, v_4) = 7.4$$

Titik v_2 dipindah ke daftar $C: \{v_1, v_2\}$ sebagai titik terbaik dan titik v_3, v_4 dan v_5 terhubung dengan titik v_2 . Titik v_4 dan v_5 masuk ke daftar $O: \{v_3, v_4, v_5\}$ karena belum ada di daftar O maupun C . Titik v_3 sudah ada di daftar O maka harus dipertimbangkan, sehingga titik v_3 tidak perlu diganti karena memiliki bobot yang lebih besar. Rute yang dihasilkan pada langkah ini adalah $v_1 - v_2 - v_4$ dengan bobot 7.4 dapat dilihat garis warna biru pada Gambar 11.



Gambar 11. Tujuan titik v_4 Algoritma A Star

4. Rute terpendek dari titik v_1 ke v_5

a. Melalui titik v_1

$$f(v_1, v_5) = \min((g(v_1, v_2) + h(v_2, v_5)), (g(v_1, v_3) + h(v_3, v_5)))$$

$$f(v_1, v_5) = \min((4 + 3.38374), (5 + 4.39868))$$

$$f(v_1, v_5) = \min((7.38374), (9.39868))$$

$$f(v_1, v_5) = g(v_1, v_2) + h(v_2, v_4) = 7.38374$$

Titik v_1 adalah titik terbaik dan masuk ke dalam daftar $C: \{v_1\}$ karena titik v_1 merupakan titik awal. Titik v_2 dan v_3 masuk ke daftar $O: \{v_2, v_3\}$ karena terhubung langsung dengan titik v_1 dan belum ada pada daftar O maupun C . Dari perhitungan $f(i, n)$ titik v_2 terpilih menjadi titik terbaik selanjutnya.

b. Melalui titik $v_1 - v_2$

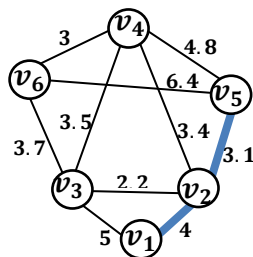
$$f(v_1, v_5) = \min((g(v_1, v_3) + h(v_3, v_5)), (g(v_1, v_4) + h(v_4, v_5)), (g(v_1, v_5) + h(v_5, v_5)))$$

$$f(v_1, v_5) = \min(6.2 + 3.48954, (7.4 + 4.30708), (7.1 + 0))$$

$$f(v_1, v_5) = \min(9.68954, 11.70708, 7.1)$$

$$f(v_1, v_5) = g(v_1, v_4) + h(v_4, v_4) = 7.1$$

Titik v_2 dipindah ke daftar $C: \{v_1, v_2\}$ sebagai titik terbaik dan titik v_3, v_4 dan v_5 terhubung dengan titik v_2 . Titik v_4 dan v_5 masuk ke daftar $O: \{v_3, v_4, v_5\}$ karena belum ada di daftar O maupun C . Titik v_3 ada pada daftar O maka dipertimbangkan, sehingga titik v_3 tidak diganti karena memiliki bobot yang lebih besar. Rute yang dihasilkan adalah $v_1 - v_2 - v_5$ dengan bobot 7.1 dapat dilihat garis warna biru pada Gambar 12.



Gambar 12. Tujuan titik v_5 Algoritma A Star

5. Rute terpendek dari titik v_1 ke v_6

a. Melalui titik v_1

$$f(v_1, v_6) = \min((g(v_1, v_2) + h(v_2, v_6)), (g(v_1, v_3) + h(v_3, v_6)))$$

$$f(v_1, v_6) = \min((4 + 3.39768), (5 + 2.19131))$$

$$f(v_1, v_6) = \min((7.39768), (7.19131))$$

$$f(v_1, v_6) = g(v_1, v_3) + h(v_3, v_6) = 7.19131$$

Titik v_1 adalah titik terbaik dan masuk ke dalam daftar $C: \{v_1\}$ karena titik v_1 merupakan titik awal. Titik v_2 dan v_3 masuk ke daftar $O: \{v_2, v_3\}$ karena terhubung langsung dengan titik v_1 dan belum ada pada daftar O maupun C . Dari perhitungan $f(v_i, v_n)$ titik v_3 terpilih menjadi titik terbaik selanjutnya

b. Melalui titik $v_1 - v_3$

$$f(v_1, v_6) = \min((g(v_1, v_2) + h(v_2, v_6)), ((g(v_1, v_4) + h(v_4, v_6)), (g(v_1, v_6) + h(v_6, v_6)))$$

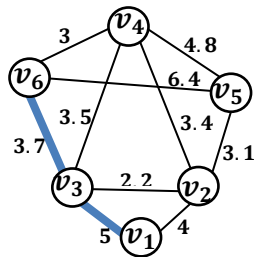
$$f(v_1, v_6) = \min((7.2 + 3.39768), (8.5 + 2.49664), (8.7 + 0))$$

$$f(v_1, v_6) = \min((10.59768), (10.99664), (8.7))$$

$$f(v_1, v_6) = g(v_1, v_6) + h(v_6, v_6) = 8.7$$

Titik v_3 dipindah ke daftar $C: \{v_1, v_3\}$ sebagai sebagai titik terbaik. Titik v_2, v_4 dan v_6 terhubung dengan titik v_3 . Titik v_4 dan v_6 masuk ke daftar

$O: \{v_2, v_4, v_6\}$ belum ada di daftar O maupun C . Titik v_2 sudah ada pada daftar O maka harus dipertimbangkan, sehingga titik v_2 tidak perlu diganti karena memiliki bobot yang lebih besar. Rute yang dihasilkan pada langkah ini adalah $v_1 - v_2 - v_5$ dengan bobot 8.7 dapat dilihat garis warna biru pada Gambar 13.



Gambar 13. Tujuan titik v_6 Algoritma A Star

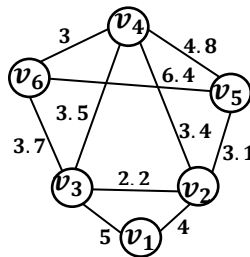
Titik tujuan sudah tercapai perhitungan menggunakan Algoritma A Star dinyatakan selesai dengan rute sebagai berikut :

1. Titik tujuan adalah titik v_2
 $(v_1) \xrightarrow{4} (v_2)$ total jarak 4 km.
2. Titik tujuan adalah titik v_3
 $(v_1) \xrightarrow{5} (v_2)$ total jarak 5 km.
3. Titik tujuan adalah titik v_5
 $(v_1) \xrightarrow{4} (v_2) \xrightarrow{3.1} (v_5)$ total jarak 7.1 km.
4. Titik tujuan adalah titik v_4
 $(v_1) \xrightarrow{4} (v_2) \xrightarrow{3.4} (v_4)$ total jarak 7.4 km.
5. Titik tujuan adalah titik v_6
 $(v_1) \xrightarrow{5} (v_3) \xrightarrow{3.7} (v_6)$ total jarak 8.7 km.

2.5 Algoritma Dijkstra

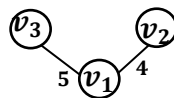
Algoritma Dijkstra merupakan algoritma yang digunakan untuk menentukan rute terpendek dari suatu titik ke titik yang lainnya pada suatu graf berarah maupun graf tidak berarah yang memiliki bobot dengan nilai positif. Prinsip dari Algoritma Dijkstra sendiri adalah mencari titik lokasi dengan pencarian dua lintasan yang paling pendek. Jarak titik yang diketahui pada setiap iterasi

diperbaharui bila ternyata ada titik baru dengan jarak terpendek (Arga dkk., 2021). Algoritma Dijkstra termasuk Algoritma *Greedy* yang dapat digunakan ketika graf mempunyai garis yang berbobot positif (Masri dkk., 2019). Algoritma Dijkstra merupakan perluasan dari salah satu Algoritma BFS dalam kasus khusus dimana nilai heurisriknya adalah nol (Maulana & Wijanarto, 2017). Algoritma ini bekerja dengan mengunjungi semua titik yang ada dan membuat rutenya, jika ada dua rute menuju satu titik yang sama maka rute yang memiliki bobot terendah yang dipilih sehingga semua titik mempunyai rute yang optimal. Pencarian ini berlangsung sampai titik tujuan terakhir telah ditemukan. Kelemahan dari algoritma ini adalah tidak terpusatnya pencarian, sehingga pencarian akan berlangsung lama dan mempunyai jumlah langkah yang besar (Prasetyo, dkk. 2019).



Gambar 14. Contoh graf Algoritma Dijkstra

Gambar 14 merupakan contoh graf berbobot kemudian akan dilakukan pencarian rute terpendek menggunakan Algoritma Dijkstra dimulai dari titik v_1 ke seluruh titik yang ada pada Gambar 14.

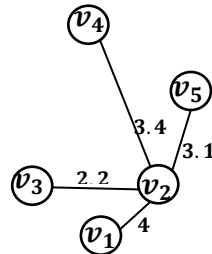


Gambar 15. Iterasi pertama Algoritma Dijkstra

Gambar 15 menunjukkan titik yang terhubung langsung dengan titik v_1 adalah titik v_2 dan v_3 . Karena titik tersebut belum pernah dilewati, pertimbangkan bobot terendah sehingga titik v_2 terpilih sebagai titik terbaik selanjutnya dengan bobot 4 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Iterasi pertama Algoritma Dijkstra

Iterasi	Rute	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
1	$v_1 - v_2$	4	5	∞	∞	∞

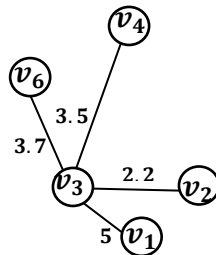


Gambar 16. Iterasi kedua Algoritma Dijkstra

Gambar 16 menunjukkan dari titik $v_1 - v_2$ kemudian yang terhubung langsung dengan titik v_2 adalah titik v_3, v_4 dan v_5 . Titik v_3, v_4 dan v_5 belum pernah dilewati, pertimbangkan bobot terendah sehingga titik v_3 terpilih sebagai titik terbaik selanjutnya dengan bobot 5 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Iterasi kedua Algoritma Dijkstra

Iterasi	Rute	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
1	$v_1 - v_2$	4	5	∞	∞	∞
2	$v_1 - v_3$	4	5	7.4	7.1	∞

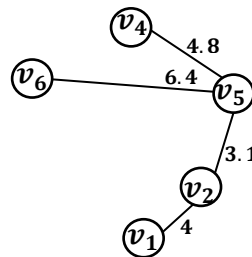


Gambar 17. Iterasi ketiga Algoritma Dijkstra

Gambar 17 menunjukkan dari titik $v_1 - v_3$ kemudian yang terhubung langsung dengan titik v_3 adalah titik v_2, v_4 dan v_6 . Karena titik tersebut belum pernah dilewati, pertimbangkan bobot terendah sehingga titik v_6 terpilih sebagai titik terbaik selanjutnya dengan bobot 7.1 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Iterasi ketiga Algoritma Dijkstra

Iterasi	Rute	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
1	$v_1 - v_2$	4	5	∞	∞	∞
2	$v_1 - v_3$	4	5	7.4	7.1	∞
3	$v_1 - v_3 - v_6$	4	5	7.4	7.1	8.7

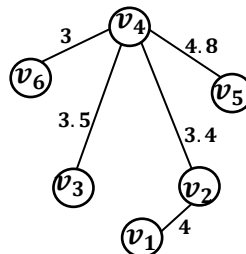


Gambar 18. Iterasi keempat Algoritma Dijkstra

Gambar 18 menunjukkan dari titik $v_1 - v_2 - v_5$ kemudian titik v_5 terhubung langsung dengan titik v_4 dan v_6 . Karena belum pernah dilewati, pertimbangkan bobot terendah sehingga titik v_4 terpilih sebagai titik terbaik dengan bobot 7.4 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Iterasi keempat Algoritma Dijkstra

Iterasi	Rute	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
1	$v_1 - v_2$	4	5	∞	∞	∞
2	$v_1 - v_3$	4	5	7.4	7.1	∞
3	$v_1 - v_2 - v_5$	4	5	7.4	7.1	8.7
4	$v_1 - v_2 - v_4$	4	5	7.4	7.1	8.7



Gambar 19. Iterasi kelima Algoritma Dijkstra

Gambar 19 menunjukkan dari titik $v_1 - v_2 - v_4$ kemudian titik v_4 terhubung langsung dengan titik v_3 , v_5 dan v_6 . Titik v_3 , v_5 dan v_6 belum pernah dilewati,

pertimbangkan bobot terendah sehingga titik v_6 terpilih sebagai titik terbaik dengan bobot 8.7 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Iterasi kelima Algoritma Dijkstra

Iterasi	Rute	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
1	$v_1 - v_2$	4	5	∞	∞	∞
2	$v_1 - v_3$	4	5	7.4	7.1	∞
3	$v_1 - v_2 - v_5$	4	5	7.4	7.1	8.7
4	$v_1 - v_2 - v_4$	4	5	7.4	7.1	8.7
5	$v_1 - v_3 - v_6$	4	5	7.4	7.1	8.7

Seluruh titik sudah tercapai maka dapat disimpulkan bahwa perhitungan menggunakan Algoritma Dijkstra dengan rute sebagai berikut :

1. Titik tujuan adalah titik v_2

$$\textcircled{v_1} \xrightarrow{4} \textcircled{v_2} \text{ total jarak 4 km.}$$

2. Titik tujuan adalah titik v_3

$$\textcircled{v_1} \xrightarrow{5} \textcircled{v_2} \text{ total jarak 5 km.}$$

3. Titik tujuan adalah titik v_5

$$\textcircled{v_1} \xrightarrow{4} \textcircled{v_2} \xrightarrow{3.1} \textcircled{v_5} \text{ total jarak 7.1 km.}$$

4. Titik tujuan adalah titik v_4

$$\textcircled{v_1} \xrightarrow{4} \textcircled{v_2} \xrightarrow{3.4} \textcircled{v_4} \text{ total jarak 7.4 km.}$$

5. Titik tujuan adalah titik v_6

$$\textcircled{v_1} \xrightarrow{5} \textcircled{v_3} \xrightarrow{3.7} \textcircled{v_6} \text{ total jarak 8.7 km.}$$

Jika seluruh titik tujuan telah tercapai, maka perhitungan Algoritma Dijkstra dinyatakan selesai.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tahun ajaran 2022/2023 di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan adalah data jarak antar kantor pos di Provinsi Lampung yang akan menerima surat dan paket. Data beberapa kantor pos di Provinsi Lampung didapatkan dari web resmi posindonesia.co.id. Titik awal telah ditentukan yaitu Pos Indonesia Pahoman karena merupakan pusat pengiriman dan penerimaan barang internasional. Titik tujuan telah ditentukan dengan mengambil jarak terjauh dari Pos Indonesia Pahoman dan diambil dengan bantuan *Google Earth*.

3.3 Metode Penelitian

Langkah langkah untuk menyusun penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengumpulkan bahan studi pustaka yang berhubungan dengan penelitian ini.
2. Mempelajari studi pustaka yang sudah dikumpulkan.
3. Mencari data yang dibutuhkan dengan bantuan *Google Earth*.
4. Membuat pemodelan graf dari data yang diperoleh.
5. Menghitung rute terpendek A *Star*, langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Data direpresentasikan dalam bentuk graf.
 - b. Menentukan titik awal dan titik akhir rute ini.

- c. Menginisialisasi persimpangan j dimana setiap titik awal i ke titik simpangan j sebagai bobot $g(i, j)$ dan titik simpangan j ke titik akhir n akan menjadi bobot $h(j, n)$.
 - d. Jika sudah mendapatkan perkiraan jarak terpendek, setiap titik yang akan dilalui menuju titik akhir akan dimasukkan ke daftar terbuka (berisi titik-titik yang masih memiliki peluang untuk terpilih sebagai titik terbaik).
 - e. Titik sudah masuk ke daftar terbuka, selanjutnya mempertimbangkan bobot yang dapat dilalui dengan memilih bobot terendah sebagai titik terbaik selanjutnya.
 - f. Memasukan titik dengan bobot terendah ke daftar tertutup. Titik yang sudah dimasukkan ke daftar tertutup tidak bisa di lewati lagi, karena peluang untuk menjadi titik terbaik selanjutnya sudah tertutup.
 - g. Jika titik tidak dapat dilewati maka algoritma ini akan menentukan rute yang mungkin menuju titik akhir dan kembali menghitung ulang dengan mempertimbangkan bobot antar titik.
 - h. Jika sudah mendapatkan rute dan telah sampai di titik akhir maka perhitungan selesai.
6. Menghitung rute terpendek dengan Algoritma Dijkstra, dengan langkah-langkah sebagai berikut (Cantona dkk., 2020):
- a. Menentukan titik pusat dilanjutkan dengan menentukan bobot pada titik pusat ke titik yang terhubung. Algoritma Dijkstra akan melakukan pengembangan untuk menentukan bobot antar titik serta menuju titik selanjutnya.
 - b. Menentukan bobot dari setiap titik yang terhubung kemudian, titik yang sudah terpilih diberi tanda dan untuk masing-masing titik yang belum terhubung ditulis tak hingga (∞).
 - c. Mengatur seluruh titik yang belum pernah dilalui dan titik pusat sebagai titik keberangkatan.
 - d. Pada titik keberangkatan, hitung titik lainnya yang terhubung dan belum pernah dilalui kemudian pertimbangkan jarak dari titik keberangkatan. Jika, jaraknya lebih kecil dari jarak sebelumnya maka data sebelumnya akan dihapus dan data yang disimpan adalah data yang baru.

- e. Menandai titik yang sudah dilalui sebagai “titik dilalui”. Titik yang sudah dilalui tidak perlu dicek kembali, karena bobot yang disimpan adalah bobot yang paling kecil.
 - f. Mengatur titik yang belum dilalui dengan bobot terkecil sebagai “titik keberangkatan”, untuk keberangkatan selanjutnya dapat mengulangi langkah c.
7. Membuat program serta membandingkan waktu eksekusi program (*run time*) dengan implementasi Algoritma A *Star* dan Algoritma Dijkstra.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa perbandingan Algoritma A *Star* dan Algoritma Dijkstra untuk menentukan rute terpendek kantor pos area Provinsi Lampung diperoleh rute yang sama secara manual maupun menggunakan *Software Python*. Rute yang didapat untuk 30 titik tujuan adalah sama, baik menggunakan Algoritma A *Star* maupun Algoritma Dijkstra. Rata-rata waktu eksekusi program Algoritma A *Star* adalah 1.83 detik dan rata-rata waktu eksekusi program pada Algoritma Dijkstra adalah 2.66 detik dengan selisih 0.81 detik.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan mampu membandingkan kedua algoritma tersebut dengan parameter yang lain sehingga didapatkan rute terdekat dengan waktu tercepat serta dapat membandingkan algoritma pencarian rute terpendek lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arga, S.E., Firmansyah, G.G., Imam, K. & Fauzi, M. 2021. Algoritma Dijkstra pada Pencarian Jalur Terpendek. *Jurnal Ilmiah Statistika dan Ekonometrika*. Vol. 1(2):Hal. 134-142.
- Cantona, A., Fauziah & Winarsih. 2020. Implementasi Algoritma Dijkstra Pada Rute Terpendek ke Museum di Jakarta. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Informatika*. Vol. 6(1): Hal. 27-34.
- Dalem, A.W.G.B.I. 2018. Penerapan Algoritma A Star Menggunakan Graph untuk Menghitung Jarak Terpendek. *Jurnal Resistor*. Vol. 1(1): Hal. 41-47.
- Deo, Narsingh. 1989. *Graph Theory with Applications to Engineering and Computer Science*. USA: Prentice-Hall. Inc.
- Esanata, C.V. 2019. Penerapan Metode Dijkstra Sebagai Penentuan Rute Terpendek Distribusi Pengiriman Kantor JNE Pusat Kabupaten Jombang. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*. Vol. 3(1): Hal. 79-84.
- Gonçalves, S. M. M., Da Rosa, L. S., & Marques, F. S. 2019. An improved heuristic function for A Star-based path search in detailed routing. *Proceedings IEEE International Symposium on Circuits and Systems, 2019-May*. Hal. 291-296.
- Listiana. E & Muslim, M.A. 2016. Penerapan *Google Earth* untuk Penyajian Data Komoditi Kerajinan Gamelan pada Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Sukoharjo. *Techno COM*. Vol. 15(4): Hal. 320-326.
- Marcelina, D. & Yulianti. E. 2020. Aplikasi Pencarian Rute Terpendek Lokasi Kuliner Khas Palembang Menggunakan Algoritma Euclidean Distance dan A Star. *Jurnal SISFOKOM*. Vol. 9(2): Hal. 195-202.
- Masri, M., Kuswanto, A.P. & Kusuma, B.S. 2019. Implementasi Algoritma Dijkstra Dalam Perancangan Aplikasi Penentuan Rute Terpendek pada Objek Pariwisata Danau Toba dan Sekitarnya. *SEMNASTEK UISU*. Hal. 221-225.

- Maulana, A.A & Wijanarto. 2017. Implementasi Algoritma A Star dalam Aplikasi Berbasis Web untuk Menemukan Rute Terpendek sebagai Navigasi Peta Digital Indoor. *Citec Journal*. Vol. 5(1): Hal. 1-13.
- Muslim, A.M. & Pramesti, A.A. 2014. Penyajian Data Pelanggan pada Lima Area PT. Telekomunikasi Indonesia. Tbk. Kandatel Pekalongan Menggunakan *Google Earth*. *Scientific Journal of Informatics*. Vol. 1(2): Hal. 193-200.
- Pamungkas, C. A. 2019. Aplikasi Penghitung Jarak Koordinat Berdasarkan Lattitude dan Longitude Dengan Metode Euclidean Distance dan Metode Heversine. *Jurnal INFORMA*. Vol. 5(2): Hal. 8-13.
- Prasetyo, A.C., Arandi. M.P., Hudanto. H.S. & Setiaaji. B. 2019. Perbandingan Algoritma A Star dan Dijkstra dalam Menentukan Rute Terdekat. *Jurnal Ilmiah SISFOTENIKA*. Vol. 9 (1): Hal. 36-46.
- Ramadhan, Z., Zarlis. M., Efendi S. & Siahah. A.P.U. 2018. Perbandingan Algoritma Prim dengan Algoritma Floyd-Warshall dalam Menentukan Rute Terpendek (*Shortest Path Problem*). *Jurnal Riset Komputer*. Vol. 5(2): Hal. 136–139.
- Sugianti, N., Mardhiyah, A. & Fadlilah, N. R. 2020. Komparasi Kinerja Algoritma BFS, Dijkstra, Greedy BFS, dan A Star dalam Melakukan *Pathfinding*. *JISK*. Vol. 5(3): Hal. 194-205.
- Sulistiani. H & Wibowo. D. A. 2018. Perbandingan Algoritma A Star dan Dijkstra dalam Pencarian Kecamatan dan Kelurahan di Bandar Lampung. *Konferensi Nasional Sistem Informasi*. Hal.423-428.
- Taufiq, M., Suyitno, M. & Dwijanto. 2019. Menentukan Rute Terpendek dengan Memanfaatkan Metode Heuristik Berbasis Algoritma A Star. *Jurnal MIPA*. Vol. 42(1): Hal. 43-51.