



**IMPLEMENTASI ALGORITMA DJIKSTRA DALAM MENENTUKAN
RUTE TERPENDEK JALAN ANTAR KOTA DI WILAYAH JAWA
TIMUR BERBASIS WEBSITE**

SKRIPSI

Oleh :

Rozin Hilmi Annabhan

NIM 192410101112

**PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS JEMBER**

2023



**IMPLEMENTASI ALGORITMA DJIKSTRA DALAM MENENTUKAN
RUTE TERPENDEK JALAN ANTAR KOTA DI WILAYAH JAWA
TIMUR BERBASIS WEBSITE**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Sarjana (S1) Program Studi Sistem Informasi Universitas Jember dan mencapai gelar Sarjana Komputer

Oleh :

Rozin Hilmi Annabhan

NIM 192410101112

PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

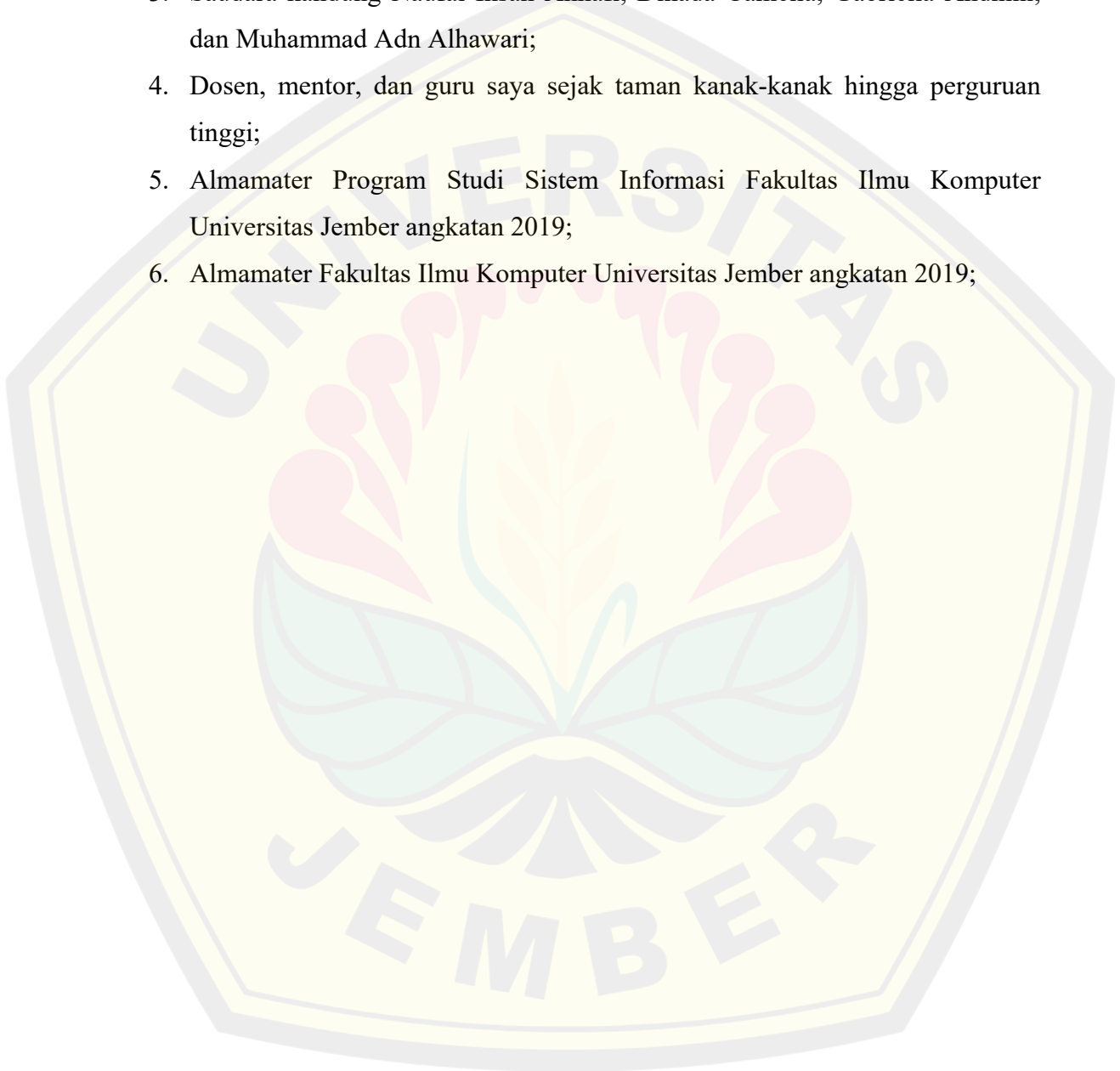
UNIVERSITAS JEMBER

2023

PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya untuk mempermudah dan melancarkan dalam pengerjaan tugas akhir;
2. Ayahanda Andik Prasetyo, S.Pd dan Ibunda Shopia Laily, S.Si., M.Ling;
3. Saudara kandung Naufal Insan Annafi, Dinada Camelia, Gabriella Andhini, dan Muhammad Adn Alhawari;
4. Dosen, mentor, dan guru saya sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi;
5. Almamater Program Studi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember angkatan 2019;
6. Almamater Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember angkatan 2019;



MOTTO

“Janganlah kamu berduka cita, sesungguhnya Allah selalu bersama kita”.

(Qs. At-Taubah : 40)

“Menjadi pribadi yang profesional yang bermanfaat bagi orang sekitar”.

(Rozin Hilmi)



PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Rozin Hilmi Annabhan

NIM : 192410101112

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Implementasi Algoritma Dijkstra dalam Menentukan Rute Terpendek Jalan Antar Kota di Wilayah Jawa Timur Berbasis Website” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 26 Maret 2023

Rozin Hilmi Annabhan

NIM. 192410101112

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul *Implementasi Algoritma Dijkstra dalam Menentukan Rute Terpendek Jalan Antar Kota di Wilayah Jawa Timur Berbasis Website* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember pada :

Hari : Jumat

Tanggal : 7 Juli 2023

Tempat : Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember

Pembimbing

1. Pembimbing Utama

Nama : Prof. Drs. Slamain, M.Comp.Sc., Ph.D (.....)

NIP : 196704201992011001

2. Pembimbing Anggota

Nama : Qurrota A'yuni Ar Ruhimat, S.Pd., M.Sc (.....)

NRP : 760018029

Penguji

1. Penguji Utama

Nama : Prof. Drs. Antonius Cahya P, M.App.Sc., Ph.D (.....)

NIP : 196909281993021001

2. Penguji Anggota

Nama : Gama Wisnu Fajarianto, S.Kom., M.Kom (.....)

NRP : 760015717

ABSTRACT

This study focuses on the development of a shortest route determination system for inter-city travel in East Java, utilizing the Dijkstra algorithm. The introduction provides an overview of East Java as the largest province in terms of area and its extensive road infrastructure. The method section explains the implementation process, starting with the collection of node and edge data from Google Maps, followed by the digitization of maps and transformation of the graph into JSON format. The Dijkstra algorithm is then applied to calculate the shortest routes. The analysis highlights the challenges faced by travelers due to multiple route options and road closures, emphasizing the need for an efficient system. The results demonstrate that the developed system accurately determines the shortest routes between cities in East Java, utilizing the graph representation. The conclusion emphasizes the significance of the Dijkstra algorithm in supporting the development of the shortest route determination system. The system, built as a website-based application using the waterfall SDLC and JavaScript programming language with the React Js framework, offers users features such as homepage access, search functionality for the shortest routes, and visualization of results using the Google Maps API. The system contributes to optimizing travel routes and providing information on road conditions, enhancing the overall travel experience in East Java.

Keyword : East Java, Shortest Route Determination, Dijkstra Algorithm, Website

RINGKASAN

Implementasi Algoritma Dijkstra dalam Menentukan Rute Terpendek Jalan Antar Kota di Wilayah Jawa Timur Berbasis Website; Rozin Hilmi Annabhan, 192410101112, 168 Halaman, 2023, Program Studi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember.

Jawa Timur merupakan wilayah terluas di antara 6 provinsi di pulau Jawa yang memiliki wilayah seluas 48.033 Km². Secara administratif, provinsi Jawa Timur memiliki jumlah kabupaten/kota yang tertinggi di Indonesia dengan rincian 29 kabupaten dan 9 kota (Badan Pusat Statistika, 2020). Dari luas wilayah yang dimiliki, Jawa Timur juga memiliki prasarana transportasi darat yang besar salah satunya yaitu jalan raya. Pengendara yang menggunakan kendaraan roda 2 sampai dengan roda 8 yang akan melakukan perjalanan antar kota/kabupaten menggunakan jalan provinsi atau jalan nasional. Sebagian besar perjalanan tersebut pasti ingin ditempuh dengan rute yang sesingkat mungkin karena dapat menghemat bahan bakar, waktu, dan tenaga. Namun, kenyataannya rute dari beberapa wilayah yang terdapat di Jawa Timur memiliki pilihan rute jalan lebih dari satu arah. Hal tersebut akan mempengaruhi pengendara dalam memilih rute terpendek untuk mencapai lokasi tujuan. Selain dari permasalahan tersebut, terdapat juga beberapa kasus di setiap perjalanan yang dilalui oleh pengendara terkadang masih belum efektif, karena beberapa rute yang digunakan oleh pengendara tidak beroperasi yang disebabkan oleh beberapa kondisi seperti bencana alam, pembangunan jembatan penghubung antar kota, pembangunan jalan utama, dan lain sebagainya.

Dari permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan penerapan sebuah algoritma rute terpendek, salah satunya algoritma Dijkstra dan bantuan sebuah sistem yang dapat mengatasi permasalahan dari penutupan jalan tersebut. Algoritma Dijkstra merupakan suatu algoritma yang menerapkan graf berbobot dan berarah dimana jarak antar titik adalah bobot dari masing-masing *node*. Langkah perhitungan dari algoritma Dijkstra yaitu mengumpulkan data *node* dan *edge* yang diperoleh langsung dari *google maps*. Setelah semua data terkumpul, tahap selanjutnya melakukan digitasi *maps*. Pada tahap ini, peneliti menghubungkan *node* satu dengan *node* yang lain yang memiliki bobot terdekat. *Node* dinotasikan sebagai

kota dan jalan dinotasikan sebagai *edge*. Apabila semua data *node* dan *edge* terkumpul maka, mengubah format data graf kedalam bentuk JSON sebagai database. Setelah itu, perhitungan algoritma Dijkstra dapat dilakukan sesuai dengan data yang ada dan rumus yang telah ditetapkan. Dengan penerapan sebuah sistem yang berbasis website yang dapat digunakan oleh pengendara sebagai acuan dalam menentukan rute terpendek dan pengguna dapat mengetahui kondisi dari jalan apabila terdapat jalan yang sedang tidak beroperasi. Sistem ini dibangun dengan bantuan SDLC *waterfall* dengan menggunakan bahasa pemrograman *Javascript* dan *framework React Js*.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, algoritma Dijkstra sangat mendukung dalam pengembangan sistem menentukan rute terpendek. *Output* (luaran) yang dihasilkan mampu mendapatkan jalur rute terpendek antar dua kota di Jawa Timur secara akurat dengan menjadikan peta Jawa Timur kedalam bentuk graf. Sedangkan hasil dari pembangunan sistem dalam penelitian ini adalah sebuah sistem berbasis website yang bertujuan untuk memberikan informasi terkait rute terpendek jalan antar kota di wilayah Jawa Timur dengan perhitungan algoritma Dijkstra. Sistem yang dibangun memiliki beberapa fitur antara lain, pengguna dapat mengakses halaman beranda, melakukan pencarian rute terpendek antar dua kota, dan melihat hasil pencarian rute terpendek dengan bantuan API *google maps*.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Implementasi Algoritma Dijkstra dalam Menentukan Rute Terpendek Jalan Antar Kota di Wilayah Jawa Timur”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember.

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmad dan hidayah-Nya untuk mempermudah dan melancarkan dalam pengerjaan skripsi;
2. Prof. Drs. Slamin, M.Comp.Sc., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan ilmu, petunjuk, serta saran dengan penuh kesabaran;
3. Qurrota A'yuni Ar Ruhimat, S.Pd, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan ilmu, petunjuk, serta koreksi dengan penuh kesabaran;
4. Prof. Drs. Antonius Cahya P, M.App.Sc, Ph.D, selaku dosen penguji utama dan Gama Wisnu Fajarianto, S.Kom., M.Kom selaku penguji anggota yang telah berkenan untuk menguji skripsi ini, memberikan masukan, dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen beserta staff karyawan di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember;
6. Ayahanda tercinta Andik Prasetyo, S.Pd dan Ibunda tercinta Sophia Laily, S.Si., M.Ling, yang selalu memberikan dukungan, arahan, dan nasehat;
7. Saudara kandung dan saudara terdekat yang telah memberikan semangat;
8. Widya Setya Ningrum yang selalu membantu, memberikan semangat, dan pengarahan dimasa perkuliahan ini;
9. Keluarga besar Program Studi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember angkatan 2019;
10. Keluarga besar Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember angkatan 2019;
11. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan dan mensukseskan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu;

Dengan harapan penelitian ini nantinya terus berlanjut dan berkembang. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya masukan yang bersifat membangun dari semua pihak. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jember, 24 Maret 2022

Penulis

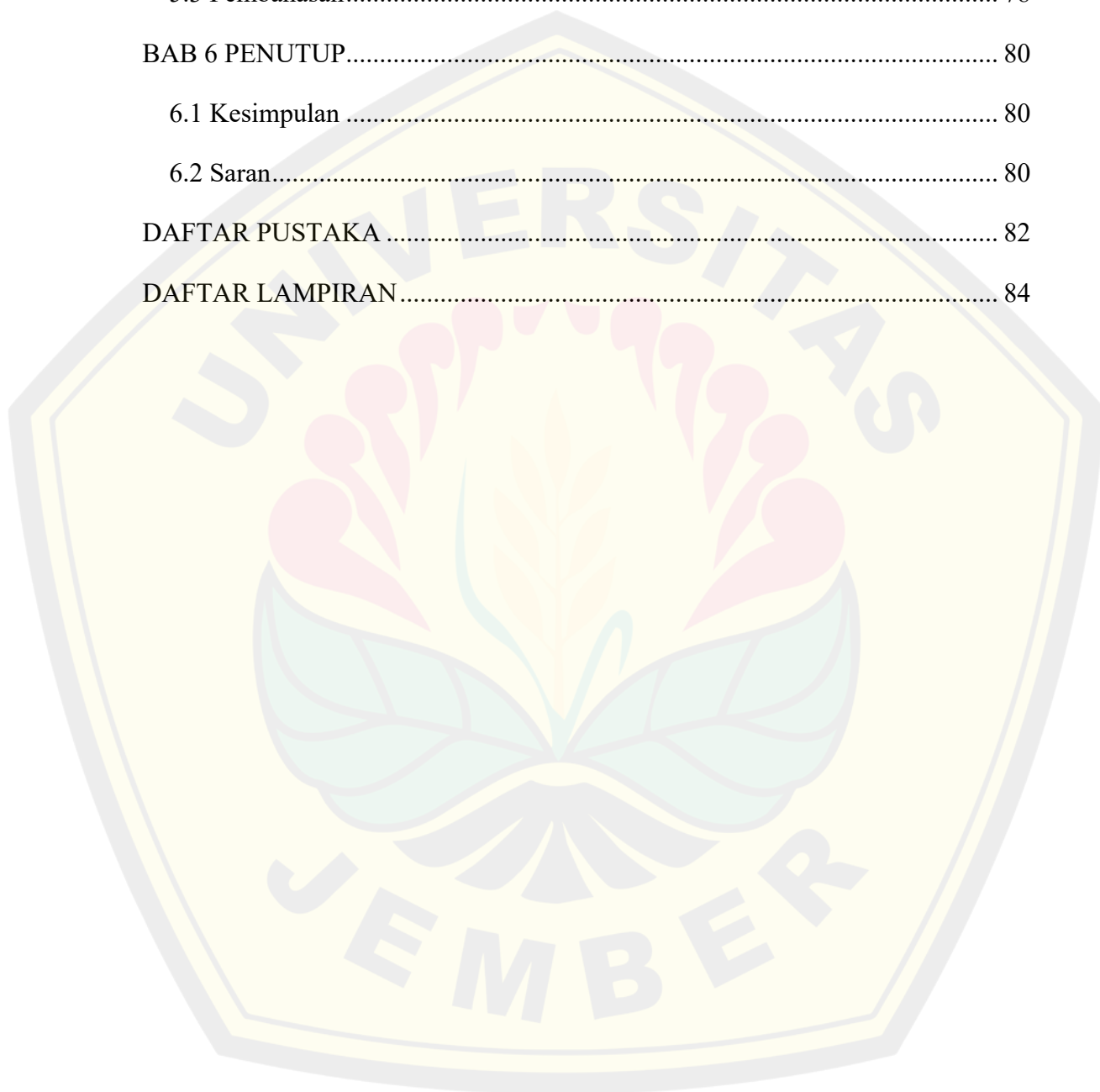


DAFTAR ISI

PERSEMBAHAN	iii
MOTTO.....	iv
PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN.....	vi
ABSTRACT	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Javascript Object Notation (JSON).....	7
2.3 Graf Sebagai Jaringan	8
2.3 Pencarian Rute Terpendek	9
2.4 Algoritma Dijkstra	10
2.5 Model Waterfall	22

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Jenis Penelitian.....	23
3.2 Objek Penelitian.....	23
3.3 Tahapan Penelitian.....	23
3.3.1 Studi Literatur.....	24
3.3.2 Pengumpulan Data.....	24
3.3.3 Requirement.....	24
3.3.4 Design.....	25
3.3.5 Implementation.....	26
3.3.6 Verfication.....	26
3.3.7 Maintenance.....	27
BAB 4 PENGEMBANGAN SISTEM.....	28
4.1 Analisis Kebutuhan Sistem.....	28
4.1.1 Kebutuhan Fungsional.....	28
4.1.2 Kebutuhan Non Fungsional.....	28
4.2 Desain Sistem.....	29
4.2.1 Business Process.....	29
4.2.2 Use Case Diagram.....	29
4.2.3 Scenario.....	32
4.2.4 Sequance Diagram.....	38
4.2.5 Activity Diagram.....	40
4.3 Penulisan Kode Program.....	40
4.4 Pengujian Sistem.....	42
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
5.1 Hasil Penelitian.....	44
5.1.1 Representasi Jalan dalam Bentuk Graf.....	44
5.1.2 Mencari Rute Terpendek menggunakan Algoritma Djikstra.....	49
5.2 Hasil Pembangunan Aplikasi.....	74

5.2.1 Halaman Beranda.....	75
5.2.2 Halaman Melihat Hasil Pencarian Rute Terpendek.....	75
5.2.3 Halaman Login.....	76
5.2.4 Halaman Mengedit Status Edge.....	77
5.3 Pembahasan.....	78
BAB 6 PENUTUP.....	80
6.1 Kesimpulan.....	80
6.2 Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA.....	82
DAFTAR LAMPIRAN.....	84



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Iterasi 1	14
Tabel 2.2 Hasil Perhitungan Iterasi 1	15
Tabel 2.3 Iterasi 2	16
Tabel 2.4 Hasil Perhitungan Iterasi 2	16
Tabel 2.5 Iterasi 3	17
Tabel 2.6 Hasil Perhitungan Iterasi 3	18
Tabel 2.7 Iterasi 4	19
Tabel 2.8 Hasil Perhitungan Iterasi 4	19
Tabel 2.9 Iterasi 5	20
Tabel 2.10 Hasil Perhitungan Iterasi 5	21
Tabel 4.1 Kebutuhan Perangkat Keras	28
Tabel 4.2 Kebutuhan Perangkat Lunak	29
Tabel 4.3 Definisi Aktor	30
Tabel 4.4 Definisi Usecase	31
Tabel 4.5 Scenario Halaman Dashboard	32
Tabel 4.6 Scenario Eksekusi Pencarian Rute Terpendek	33
Tabel 4.7 Scenario Halaman Melihat Peta	34
Tabel 4.8 Scenario Halaman Login	35
Tabel 4.9 Scenario Halaman Melihat Data Graf	36
Tabel 4.10 Scenario Mengedit Data Edge	37
Tabel 4.11 Pengujian Sistem Black Box	43
Tabel 5.1 Daftar Node Jawa Timur	45
Tabel 5.2 Daftar Edge Jawa Timur	46
Tabel 5.3 Database Node Jawa Timur	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Graf A.....	8
Gambar 2.2 Graf Tak Berarah.....	9
Gambar 2.3 Graf Berarah.....	9
Gambar 2.4 Graf S	10
Gambar 2.5 Graf S	11
Gambar 2.6 Model Waterfall (Pressman, 2012)	22
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	23
Gambar 3.2 Diagram Tahap Analisis Data	25
Gambar 4.1 Business Process	29
Gambar 4.2 Usecase Diagram.....	30
Gambar 4.3 Sequence Diagram Halaman Dashboard.....	38
Gambar 4.4 Sequence Diagram Eksekusi Rute Terpendek	39
Gambar 4.5 Sequence Diagram Login	39
Gambar 4.6 Sequence Diagram Mengedit Data Edge	39
Gambar 4.7 Activity Diagram.....	40
Gambar 4.8 Kode Program Eksekusi Pencarian Rute Terpendek.....	42
Gambar 5.1 Hasil Digitasi Maps Kota di Jawa Timur	44
Gambar 5.2 Representasi Graf Berarah dan Berbobot.....	45
Gambar 5.3 Halaman Beranda	75
Gambar 5.4 Halaman Melihat Hasil Pencarian Rute Terpendek	76
Gambar 5.5 Halaman Detail Pencarian Rute dari Google Maps	76
Gambar 5.6 Halaman Login (Operator).....	77
Gambar 5.7 Halaman Mengedit Status Edge	78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 5.1 Hasil Perhitungan Algoritma Dijkstra 84



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jawa Timur merupakan wilayah terluas di antara 6 provinsi di pulau Jawa yang memiliki wilayah seluas 48.033 Km². Secara administratif, provinsi Jawa Timur memiliki jumlah kabupaten/kota yang tertinggi di Indonesia dengan rincian 29 kabupaten dan 9 kota (Badan Pusat Statistika, 2020). Dari luas wilayah yang dimiliki, Jawa Timur juga memiliki prasarana transportasi darat yang besar salah satunya yaitu jalan raya. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004, jalan raya adalah jalan utama yang menghubungkan satu kawasan dengan kawasan yang lainnya. Jalan raya digunakan untuk kawasan transportasi darat, masyarakat umum, dan lain sebagainya. Jenis pengelompokan dari jalan antara lain jalan tol, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota, dan lain sebagainya. Berdasarkan data jalan, wilayah Jawa Timur terbagi menjadi beberapa jenis jalan dan memiliki presentase panjang jalan yang terdiri dari jalan tol sepanjang 1.0%, jalan nasional sepanjang 5.9%, jalan provinsi sepanjang 3.6 %, serta jalan kabupaten dan kota sepanjang 89.5% (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2019) . Jika dihubungkan antara pengguna jalan dengan jumlah kendaraan, Jawa Timur memiliki jumlah pengendara kendaraan roda 2 hingga roda 8 dengan jumlah yang cukup besar yaitu 21.554 pengendara (Badan Pusat Statistik, 2020).

Berdasarkan hasil observasi lapangan yang telah dilakukan, pengendara yang menggunakan kendaraan roda 2 sampai dengan roda 8 yang akan melakukan perjalanan antar kota/kabupaten menggunakan rute jalan provinsi atau jalan nasional. Sebagian besar perjalanan tersebut pasti ingin ditempuh dengan rute yang sesingkat mungkin karena dapat menghemat bahan bakar, waktu, dan tenaga. Namun, kenyataannya rute dari beberapa wilayah yang terdapat di Jawa Timur memiliki pilihan rute jalan lebih dari satu arah. Hal tersebut akan mempengaruhi pengendara dalam memilih rute terpendek untuk mencapai lokasi tujuan. Selain dari permasalahan tersebut, terdapat juga beberapa kasus di setiap perjalanan yang dilalui oleh pengendara terkadang masih belum efektif, karena beberapa rute yang digunakan oleh pengendara tidak beroperasi yang disebabkan oleh beberapa

kondisi seperti bencana alam, pembangunan jembatan penghubung antar kota, pembangunan jalan utama, dan lain sebagainya. Dari kondisi tersebut tidak ada pemberitahuan secara formal baik melalui media atau melalui *google maps* yang belum bisa menjangkau kondisi jalan yang sedang tidak beroperasi sehingga, dapat memperlambat perjalanan pengendara hingga mencapai tujuan. Dari permasalahan yang telah diuraikan mulai dari kondisi rute jalan antar kota atau kabupaten di wilayah Jawa Timur yang memiliki rute jalan lebih dari satu pilihan sehingga, pengendara sulit memilih rute terpendek yang harus dilewati dan beberapa kasus jalan ditutup yang dapat menghambat perjalanan pengendara. Maka dari itu, dari permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan penerapan sebuah algoritma rute terpendek dengan bantuan sebuah sistem yang dapat mengatasi permasalahan dari penutupan jalan tersebut.

Dalam menentukan rute terpendek dapat menggunakan sebuah penerapan algoritma, beberapa jenis algoritma yang dapat digunakan sebagai bentuk penyelesaian rute terpendek antara lain Algoritma Dijkstra, Algoritma *Bell-man-Ford's*, Algoritma *A*Search*, Algoritma *Floyd-Warshall* (Sanan et al., 2013). Dalam penelitian ini akan menggunakan algoritma Dijkstra dalam mencari rute terpendek jalan antar kota di wilayah Jawa Timur. Algoritma Dijkstra merupakan suatu algoritma yang menerapkan graf berbobot dan berarah dimana jarak antar titik adalah bobot dari masing-masing *node*. Algoritma Dijkstra dipilih karena merupakan jenis algoritma *greedy* artinya dapat bekerja secara mendalam pada fungsi alternatif yang ada dan menghasilkan jalur terpendek dari semua node (Lubis, 2009). Algoritma ini akan mencari jarak terpendek sebuah simpul terhadap semua simpul dalam himpunan simpul. Satu hal yang tidak dapat dilakukan algoritma ini adalah adanya bobot negatif pada salah satu sisi. Namun, pada kenyataannya penggunaan bobot negatif jarang diterapkan untuk penyelesaian masalah.

Sesuai dengan uraian permasalahan diatas, penentuan jarak terdekat menjadi acuan dalam menentukan jalur yang akan dilewati dan seorang pengendara mempunyai harapan ketika melakukan perjalanan agar sampai tujuan dengan cepat serta tidak ada kendala di tengah jalan. Hal ini dibutuhkan sebuah solusi yang dapat

menunjukkan kepada pengguna terkait permasalahan tersebut yaitu penerapan sebuah sistem yang berbasis website yang dapat digunakan oleh pengendara sebagai acuan dalam menentukan rute terpendek dan pengguna dapat mengetahui kondisi dari jalan apabila terdapat jalan yang sedang tidak beroperasi. Dari implementasi sistem tersebut diharapkan memiliki nilai *usability* yang baik, agar pengguna dapat mudah mempelajari dan menggunakan sesuai kebutuhan. Oleh karena itu, fokus dari penelitian ini adalah implementasi algoritma Dijkstra dalam menentukan rute terpendek jalan antar kota di wilayah Jawa Timur berbasis website.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara mencari rute terpendek antara dua kota di wilayah Jawa Timur menggunakan algoritma Dijkstra ?
2. Bagaimana cara mengembangkan suatu sistem berbasis website untuk mencari rute terpendek antara dua kota di wilayah Jawa Timur dengan menggunakan algoritma Dijkstra ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui penerapan algoritma Dijkstra dalam mencari rute terpendek antara dua kota di wilayah Jawa Timur.
2. Mengembangkan suatu sistem berbasis website untuk mencari rute terpendek antara dua kota di wilayah Jawa Timur menggunakan algoritma Dijkstra.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. **Bagi Peneliti**, memberikan pengetahuan baru tentang penerapan algoritma Dijkstra dalam menentukan rute terpendek khususnya jalan antar kota di wilayah Jawa timur berbasis website.
2. **Bagi Praktisi**, memberikan referensi sejenis bagi praktisi dalam menerapkan algoritma Dijkstra pada proses pembangunan sistem berbasis website dalam menentukan rute terpendek antara dua kota menggunakan algoritma Dijkstra.

3. **Bagi Pengguna Website**, mempermudah pengguna dalam menentukan rute terpendek antara dua kota khususnya di wilayah Jawa Timur.

1.5 Batasan Masalah

Beberapa hal yang dapat menjadi batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Batasan wilayah yang akan diuji dalam penelitian ini adalah provinsi Jawa Timur.
2. Objek yang digunakan adalah pusat kota dan beberapa kecamatan yang terdapat di perbatasan kota atau kabupaten yang memiliki arah lebih dari satu kota atau kabupaten.
3. Jalan yang digunakan hanya rute jalan kolektor dan jalan arteri tanpa tol.
4. Beberapa hal yang diabaikan dalam penelitian ini adalah kemacetan lalu lintas dan biaya perjalanan.
5. Sistem yang akan dikembangkan berbasis website dan dapat digunakan oleh seluruh pengguna yang mengendarai kendaraan mulai dari roda dua sampai dengan roda delapan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang pertama dilakukan oleh (Bramato Wicaksono Putra et al., 2019) dengan judul "Perbandingan Hasil Rute Terdekat Antar Rumah Sakit di Samarinda Menggunakan Algoritma A*Star dan Floyd-Warshall". Penelitian ini dipublikasikan pada Jurnal Sistem Informasi dan Komputer yang terindeks sinta 3 (SINTA, n.d.). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menemukan rute terpendek dari rumah sakit Samarinda Medika Citra menuju rumah sakit daerah Abdul Wahab Sjahanie. Untuk permasalahan dalam penelitian ini adalah Pada rumah sakit umum Samarinda Medika Citra ke rumah sakit daerah Abdul Wahab Sjahanie memiliki jarak yang saling berjauhan sedangkan transportasi pasien antar rumah sakit membutuhkan jalur tercepat, rute terpendek salah satu solusinya. Hasil dari penelitian ini yaitu menggunakan algoritma Floyd-Warshall dan algoritma A*(star), dapat disimpulkan bahwa algoritma Floyd-Warshall bekerja lebih efektif dalam melakukan pencarian rute terdekat antar rumah sakit dengan selisih 3 simpul untuk rute dari rumah sakit Samarinda Medika Citra menuju rumah sakit umum daerah Abdul Wahab Sjahanie. Pada perhitungan algoritma A*Star memperkirakan nilai *heuristic* ($h(x)$) untuk menilai nilai transit dari *node* awal ke *node* tujuan yang memberikan perkiraan rute terbaik yang akan dilewati oleh simpul. Sedangkan pada algoritma Floyd-Warshall memberikan solusi dengan melihat jawaban yang akan diperoleh sebagai keputusan yang saling terkait. Ini berarti bahwa solusi terbentuk dari solusi yang berasal dari tahap sebelumnya, dan ada kemungkinan lebih dari satu solusi.

Penelitian terdahulu yang kedua dilakukan oleh (Mahmudah et al., 2022) dengan judul "Penerapan Floyd-Warshall untuk Pencarian Rute Terpendek pada Aplikasi Notifikasi Kecelakaan Lalu Lintas". Penelitian ini dipublikasikan pada Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi yang terindeks sinta 3 (SINTA, n.d.). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membuat sebuah aplikasi berbasis *smartphone* yang dapat membantu pencarian rute terpendek dalam penanganan korban kecelakaan menggunakan algoritma Floyd-Warshall. Untuk

permasalahan dalam penelitian ini adalah dalam penanganan kecelakaan, diperlukan tanggapan yang cepat untuk mencegah terjadinya kecelakaan atau ketika waktu memberikan bantuan pada kecelakaan lalu lintas. Beberapa cara untuk mencegah kecelakaan atau membantu korban kecelakaan dilalu lintas antara lain, membuat sebuah aplikasi berbasis *smartphone* untuk mendeteksi kecelakaan dan pelaporan kecelakaan. Aplikasi untuk menolong korban kecelakaan yang telah ada hanya menyajikan rute terpendek dari responden menuju lokasi korban tanpa ada fitur yang membantu responden mencari rute ke rumah sakit dan kantor polisi terdekat. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan membuat sebuah aplikasi berbasis *smartphone* untuk mendapatkan notifikasi kecelakaan bagi keluarga korban dan responden serta membantu mencari rute menuju lokasi korban menuju rumah sakit dan kantor polisi terdekat. Hasil dari penelitian ini yaitu dapat diambil kesimpulan telah berhasil dibuat aplikasi notifikasi kecelakaan menggunakan *smartphone* yang dapat melakukan klasifikasi kecelakaan dan mengirimkan pesan notifikasi secara *broadcast*. Dalam perhitungan algoritma Floyd-Warshall memberikan solusi pencarian rute terpendek dengan melihat jawaban yang akan diperoleh sebagai keputusan yang saling terkait.

Penelitian terdahulu yang ketiga dilakukan oleh (Kartasasmita et al., 2017) “Penentuan Jarak Efisien Pengantaran Pasien Oleh Ambulance Ke RSUD Karawang Dengan Algoritma Dijkstra”. Penelitian ini dipublikasikan pada jurnal Ilmiah Ilkom yang terindeks sinta 2 (SINTA, n.d.). Tujuan dari penelitian ini yaitu memberikan solusi bagi pihak ambulans untuk menentukan rute terpendek dalam pengantaran pasien ke RSUD Karawang dengan menggunakan penerapan algoritma Dijkstra. Untuk permasalahan dalam penelitian ini adalah banyak warga yang membutuhkan penanganan cepat oleh tenaga ahli medis ketika mengalami keadaan darurat, salah satunya penanganan cepat oleh pihak ambulans khususnya di daerah Karawang. Akan tetapi, terdapat banyak jalan yang menghubungkan dari berbagai puskesmas menuju RSUD Karawang dengan jarak tempuh yang berbeda-beda. Objek penelitian ini yaitu puskesmas, RSUD Karawang, dan jalan yang dilalui oleh sopir ambulance di daerah Karawang. Hasil dari penelitian ini yaitu algoritma Dijkstra dapat digunakan sebagai bentuk alternatif dalam menentukan

rute terpendek dan efisien khususnya untuk penentuan rute terpendek pangantaran pasien oleh ambulance dari puskesmas ke RSUD Karawang. Selain itu, dalam penelitian ini menghasilkan suatu sistem berbasis *android* dengan menampilkan visualisasi peta sebagai ilustrasi dan menggambarkan jalur rute terpendek.

Dari penelitian terdahulu yang sudah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa algoritma Dijkstra dapat menghasilkan perhitungan yang optimal dalam menentukan rute terpendek, dapat divisualisasikan menggunakan sistem baik berbasis website atau *android* dengan menambahkan peta sebagai ilustrasi dan menggambarkan rute (*diagram path*) agar perhitungan rute terpendek dapat lebih efektif dan efisien, serta algoritma Dijkstra mempunyai nilai optimal yang lebih dari pada jenis algoritma rute terpendek yang lainnya hal ini dikarenakan algoritma Dijkstra menggunakan data yang dinamis dan berubah-ubah dalam penerapannya.

2.2 Javascript Object Notation (JSON)

JavaScript Object Notation (JSON) adalah suatu format untuk penyimpanan sekumpulan data yang ringan, mudah dibaca oleh manusia, mudah diterjemahkan, dan dibuat (*generate*) oleh komputer. Struktur data pada JSON merupakan struktur yang universal, karena setiap bahasa *pemrograman* modern dapat memahami serta menerjemahkan kedalam format struktur data pada bahasa *pemrograman* tersebut. JSON memiliki tipe data yang terdiri dari yaitu *string*, *array*, *boolean*, *null*, angka, dan objek. Objek adalah sepasang nilai yang tidak terurutkan, dimulai dengan kurung kurawal buka ({} dan diakhiri dengan kurung kurawal tutup (}). Isi dari objek berisikan nilai yang mana setiap nilai memiliki nama yang diikuti dengan titik dua (:) dan diikuti oleh nilai. Setiap nilai dipisahkan dengan koma (.). Ketentuan pada JSON, nama pada suatu objek tidak diperbolehkan ada spasi (IBM, 2009). Berikut merupakan contoh dari setiap objek:

```
{
  nama : "Tono",
  umur : 26,
  jenis_kelamin : "Laki-laki"
}
```


Array adalah sekumpulan nilai yang tidak terurutkan. *Array* dimulai dengan kurung kotak buka ([) dan diakhiri dengan kurung kotak tutup (]). Setiap nilai pada array dipisahkan oleh koma (.). Setiap nilai pada array dapat bertipe data yang berbeda. Berikut merupakan array pada JSON:

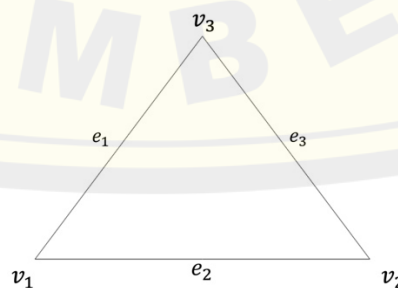
```
[2, "Tono Budi", {nama : "Tono", umur : 26, jenis_kelamin : "Laki-laki"},
[1,2,3,4,5,6], true, false, null]
```

2.3 Graf Sebagai Jaringan

Graf adalah sekumpulan *node* didalam bidang dua dimensi yang dihubungkan dengan sekumpulan *edge*. Sebuah graf dibentuk dari kumpulan titik yang dihubungkan dengan *edge*. Konsep dasar graf adalah graf dan unsur-unsur dari graf akan disusun dengan menggunakan bahasa himpunan, karena itu sebelum sampai pada definisi akan dijelaskan syarat dari suatu himpunan. Sebuah graf G didefinisikan sebagai suatu himpunan berhingga tak kosong dari objek-objek yang disebut *vertex* bersama-sama dengan suatu himpunan yang anggotanya adalah pasangan yang tak terurut dari *vertex* yang berbeda yang disebut *edge* (mungkin kosong) (Wibisono, 2008). Graf dapat direpresentasikan ke dalam jaringan salah satu contoh penerapannya yaitu peta. Di dalam sebuah peta terdapat beberapa elemen diantaranya titik, garis, dan lain sebagainya. Titik dapat diibaratkan sebagai kota atau kecamatan. Garis dapat diibaratkan sebagai jalan penghubung antar kota dan kecamatan. Hal yang penting pada suatu graf adalah titik, arah sisi, dan bobot sisi antar titik pada setiap node nya.

Suatu graf A terdiri dari :

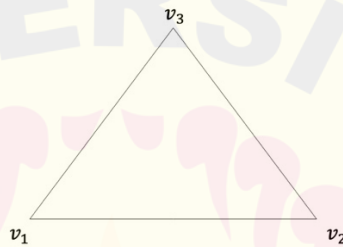
1. Himpunan titik $V = \{ v_1, v_2, v_3, \dots v_n \}$
2. Himpunan sisi $E = \{ e_1, e_2, e_3, \dots e_n \}$



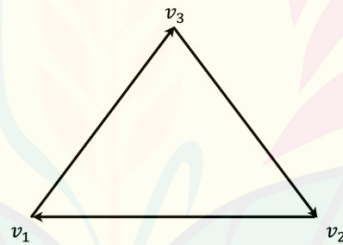
Gambar 2.1 Graf A

Gambar diatas merupakan gambar dari graf A yang terdiri dari titik v_1, v_2, v_3 sedangkan e_1, e_2, e_3 merupakan sisi yang terdapat pada graf A . Berdasarkan arah pada sisi graf, dapat dibedakan menjadi dua jenis graf yaitu :

1. Graf Berarah, merupakan graf yang sisinya tidak memiliki orientasi arah, sehingga panjang sisi $(v_1, v_2) =$ panjang sisi (v_2, v_1) .
2. Graf Tak Berarah, merupakan graf yang sisi-sisinya memiliki orientasi arah, sehingga, panjang sisi (v_1, v_2) belum tentu memiliki panjang yang sama dengan sisi (v_2, v_1) dan sisi yang lainnya. Titik v_1 dinamakan titik asal (*inisial node*) sedangkan titik v_2 dinamakan titik tujuan (*terminal node*).



Gambar 2.2 Graf Tak Berarah

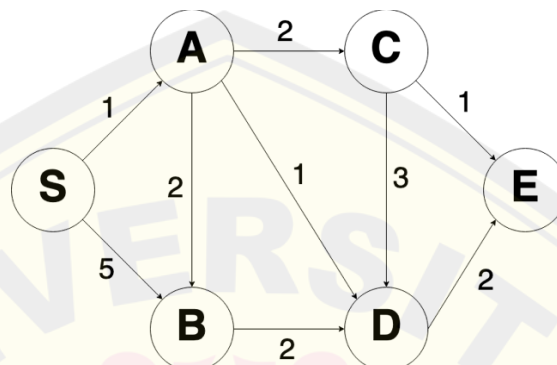


Gambar 2.3 Graf Berarah

2.3 Pencarian Rute Terpendek

Rute terpendek adalah rute *minimum* antara dua atau beberapa *node* lebih yang saling berhubungan. Secara umum arti dari kata “terpendek” berarti meminimalisasi bobot pada suatu lintasan di dalam graf. Rute terpendek yang dimaksud dapat dicari dengan menggunakan graf. Permasalahan dalam mencari rute terpendek di dalam graf merupakan permasalahan optimasi yang klasik. Graf yang digunakan dalam rute terpendek yaitu graf berbobot berlabel atau tidak berlabel (Munir., 2007). Dalam penerapan sebuah graf, ada beberapa macam persoalan lintasan terpendek antara lain lintasan terpendek antara dua buah simpul tertentu (*a pair shortest path*), lintasan terpendek antara semua pasangan simpul

(*all pairs shortest path*), lintasan terpendek dari simpul tertentu ke semua simpul yang lain (*single-source shortest path*), dan lintasan terpendek antara dua buah simpul yang melalui beberapa simpul tertentu (*intermediate shortest path*) (Ardiani, 2011). Berikut ini merupakan salah satu contoh penerapan pencarian rute terpendek :



Gambar 2.4 Graf S

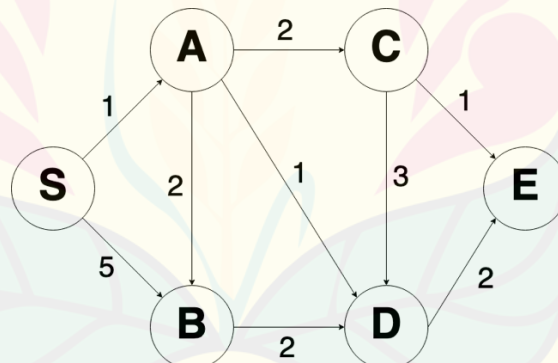
Gambar diatas merupakan contoh dari graf berarah dan berbobot. Pada graf S , setiap *node* merepresentasikan kota dan setiap *edge* merepresentasikan jalan antar kota. Terdapat suatu permasalahan, apabila *node S* merupakan *node* awal sedangkan *node E* merupakan *node* tujuan maka, ada beberapa solusi dengan menerapkan pencarian rute terpendek dari *node* awal menuju *node* tujuan, antara lain dapat melewati $node S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow E$, $S \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow E$, dan lain sebagainya. Sehingga, hasil pencarian rute terpendek dari permasalahan diatas yaitu *node* $S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow E$ yang memiliki bobot senilai 4.

2.4 Algoritma Dijkstra

Algoritma Dijkstra ditemukan oleh Edsger Wybe Dijkstra pada tahun 1959. Algoritma Dijkstra merupakan salah satu algoritma yang efektif dalam memberikan solusi untuk mencari lintasan terpendek dari suatu tempat ke tempat yang lainnya. Prinsip dari algoritma Dijkstra adalah mencari titik lokasi dengan pencarian dua lintasan yang paling pendek. Pada setiap iterasi, jarak titik yang diketahui (dari titik awal) diperbaharui bila ternyata terdapat titik baru yang memberikan jarak terpendek. Syarat dari algoritma ini adalah bobot sisinya harus memiliki bobot yang non-negatif (Siang, 2009).

Algoritma ini termasuk algoritma *greedy*, artinya pada setiap bobot *minimum* menghubungkan sebuah simpul yang sudah terpilih dengan simpul lain yang belum dipilih. *Input* dari algoritma Dijkstra berupa sebuah graf berbobot $G(e, v)$, sedangkan *output* nya berupa rute terpendek dari simpul awal (*start*) ke masing-masing simpul yang ada pada graf. Dengan demikian, algoritma Dijkstra dapat menemukan solusi terbaik dalam mencari rute terpendek (Munir., 2007).

Cara kerja dari algoritma ini hampir sama dengan cara kerja algoritma BFS (*Best First Shorts*) yaitu dengan menggunakan prinsip antrian (*queue*), akan tetapi antrian yang digunakan algoritma Dijkstra adalah antrian berprioritas (*priority queue*). Jadi, hanya simpul yang memiliki prioritas tertinggi yang akan ditelusuri (Juniansyah, 2016). Dalam menentukan simpul yang prioritas, algoritma ini membandingkan setiap bobot dari simpul yang berada pada satu level. Selanjutnya, bobot dari setiap simpul tersebut disimpan untuk dibandingkan dengan bobot yang akan ditemukan dari rute yang baru ditemukan kemudian, begitu seterusnya akan sampai ditemukan simpul yang dicari.



Gambar 2.5 Graf S

Pada gambar diatas merupakan suatu bentuk graf S yang merepresentasikan *node S* sebagai *node* awal dan *node E* sebagai *node* tujuan. Melalui perhitungan dibawah ini menunjukkan penerapan algoritma Dijkstra dalam menyelesaikan suatu permasalahan terkait *node* tersebut.

Inisialisasi Variabel :

$D(v_1)$ = Bobot dari variabel v_1

$R(v_1)$ = Rute dari variabel v_1

$W(v_1, v_2)$ = Bobot antara titik v_1 ke v_2

$Min(v_1, v_2)$ = Bobot terkecil antara v_1 dan v_2 ; $Min(1,3) = 1$

Result = Himpunan variabel, bobot R (variabel [-1]) = titik tujuan

Result = []

Deklarasi semua variabel pada titik pada graf S :

$S = \{$
 $D(S) = 0$
 $R(S) = [S]$
 $\}$

$A = \{$
 $D(A) = \infty$
 $R(A) = []$
 $\}$

$B = \{$
 $D(B) = \infty$
 $R(B) = []$
 $\}$

$C = \{$
 $D(C) = \infty$
 $R(C) = []$
 $\}$

$D = \{$
 $D(D) = \infty$
 $R(D) = []$
 $\}$

$E = \{$
 $D(E) = \infty$
 $R(E) = []$
 $\}$

S = Titik awal

E = Titik tujuan

V = Himpunan semua variabel pada titik pada graf X

$V = [S, A, B, C, D, E]$

L = Himpunan variabel permanen; $L = [S]$

Y = Variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V ; $Y = S$

Tabel 2.1 Inisialisasi Variabel

V/Y	S	A	B	C	D	E
S 0	0	∞	∞	∞	∞	∞

Jika variabel tujuan (E) belum menjadi himpunan variabel permanen (L) maka, lakukan iterasi pada setiap variabel yang bukan bagian dari himpunan L pada himpunan V .

Untuk setiap variabel pada himpunan V :

$vi = \{$

$$D(vi) = \text{Min}(D(vi), D(Y) + W(Y, vi))$$

$$\text{untuk } \text{Min}(D(vi), (D(Y) + W(Y, vi))) = D(Y) + W(Y, vi) :$$

$$\text{lakukan } R(vi) = R(Y) \cup [vi]$$

$\}$

$Vmin$ adalah variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V yang tidak permanen. Lakukan $L \cup Vmin$. Jika variabel tujuan belum menjadi himpunan L , maka variabel $Y = Vmin$ dan lakukan perubahan setiap variabel yang bukan bagian dari himpunan L pada himpunan V .

Iterasi 1

Dengan $Y = \{$

$$D(S) = 0,$$

$$R(S) = [S]$$

$\}$

Lakukan pembaharuan disetiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L .

$A = \{$

$$D(A) = \text{Min}(D(A), (D(Y), W(Y, A)))$$

$$= \text{Min}(\infty, (0 + 1))$$

$$= 1$$

$$R(A) = R(Y) \cup [A]$$

$$= [S] \cup [A]$$

$$= [S, A]$$

$$\begin{aligned}
 & \} \\
 B &= \{ \\
 D(B) &= \text{Min}(D(B), (D(Y), W(Y, B))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + 5)) \\
 &= 5 \\
 R(B) &= R(Y) \cup [B] \\
 &= [S] \cup [B] \\
 &= [S, B] \\
 & \} \\
 C &= \{ \\
 D(C) &= \text{Min}(D(C), (D(Y), W(Y, C))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 & \} \\
 D &= \{ \\
 D(D) &= \text{Min}(D(D), (D(Y), W(Y, D))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 & \} \\
 E &= \{ \\
 D(E) &= \text{Min}(D(E), (D(Y), W(Y, E))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 & \}
 \end{aligned}$$

Tabel 2.2 Iterasi 1

V/Y	S	A	B	C	D	E
S	0	1	5	∞	∞	∞
0		(S - A)	(S - B)			

Karena variabel A memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 1, maka variabel Y = A. Karena A merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V, maka variabel A menjadi variabel permanen.

$$L = L \cup A$$

$$= [S, A]$$

Lakukan iterasi diatas hingga variabel E menjadi bagian dari himpunan L .

Tabel 2.3 Hasil Perhitungan Iterasi 1

V/Y	S	A	B	C	D	E
S 0	0	1 $(S - A)$	5 $(S - B)$	∞	∞	∞
A 1 $(S - A)$	0	1 $(S - A)$	5 $(S - B)$	∞	∞	∞

Iterasi 2

Dengan $Y = \{$

$$D(A) = 1,$$

$$R(A) = [S, A]$$

$\}$

Lakukan pembaharuan disetiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L .

$B = \{$

$$D(B) = \text{Min}(D(B), (D(Y), W(Y, B)))$$

$$= \text{Min}(5, (1 + 2))$$

$$= 3$$

$$R(B) = R(Y) \cup [B]$$

$$= [S] \cup [B]$$

$$= [S, B]$$

$\}$

$C = \{$

$$D(C) = \text{Min}(D(C), (D(Y), W(Y, C)))$$

$$= \text{Min}(\infty, (1 + 2))$$

$$= 3$$

$$R(C) = R(Y) \cup [C]$$

$$= [S, A] \cup [C]$$

$$\begin{aligned}
 &= [S, A, C] \\
 \} \\
 D &= \{ \\
 D(D) &= \text{Min}(D(D), (D(Y), W(Y, D))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (1 + 1)) \\
 &= 2 \\
 R(D) &= R(Y) \cup [D] \\
 &= [S, A] \cup [D] \\
 &= [S, A, D] \\
 \} \\
 E &= \{ \\
 D(E) &= \text{Min}(D(E), (D(Y), W(Y, E))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (1 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \}
 \end{aligned}$$

Tabel 2.4 Iterasi 2

V/Y	S	A	B	C	D	E
S	0	1 (S - A)	5 (S - B)	∞	∞	∞
A 1 (S - A)	0	1 (S - A)	3 (S - A - B)	3 (S - A - C)	2 (S - A - D)	∞

Karena variabel D memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 2, maka variabel $Y = D$. Karena D merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel D menjadi variabel permanen.

$$\begin{aligned}
 L &= L \cup D \\
 &= [S, A, D]
 \end{aligned}$$

Lakukan iterasi diatas hingga variabel E menjadi bagian dari himpunan L .

Tabel 2.5 Hasil Perhitungan Iterasi 2

V/Y	S	A	B	C	D	E
S	0	1 (S - A)	5 (S - B)	∞	∞	∞
A 1	0	1 (S - A)	3 (S - A - B)	3 (S - A - C)	2 (S - A - D)	∞

$(S - A)$						
D	0	1	3	3	2	∞
$\frac{2}{(S - A - D)}$		$(S - A)$	$(S - A - B)$	$(S - A - C)$	$(S - A - D)$	

Iterasi 3

Dengan $Y = \{$

$$D(D) = 2,$$

$$R(D) = [S, A, D]$$

$\}$

Lakukan pembaharuan disetiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L .

$B = \{$

$$\begin{aligned} D(B) &= \text{Min}(D(B), (D(Y), W(Y, B))) \\ &= \text{Min}(3, (2 + \infty)) \\ &= 3 \end{aligned}$$

$\}$

$C = \{$

$$\begin{aligned} D(C) &= \text{Min}(D(C), (D(Y), W(Y, C))) \\ &= \text{Min}(3, (2 + \infty)) \\ &= 3 \end{aligned}$$

$\}$

$E = \{$

$$\begin{aligned} D(E) &= \text{Min}(D(E), (D(Y), W(Y, E))) \\ &= \text{Min}(\infty, (2 + 2)) \\ &= 4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(E) &= R(Y) \cup [E] \\ &= [S, A, D] \cup [E] \\ &= [S, A, D, E] \end{aligned}$$

Tabel 2.6 Iterasi 3

V/Y	S	A	B	C	D	E
S	0	1	5	∞	∞	∞
		$(S - A)$	$(S - B)$			
A	0	1	3	3	2	∞

1 (S - A)		(S - A)	(S - A - B)	(S - A - C)	(S - A - D)	
D 2 (S - A - D)	0	1 (S - A)	3 (S - A - B)	3 (S - A - C)	2 (S - A - D)	4 (S - A - D - E)

Karena variabel B memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 3, maka variabel $Y = B$. Karena B merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel B menjadi variabel permanen. Karena nilai terakhir dari $R(E) = E$ yang mana merupakan titik tujuan, maka E akan masuk kedalam himpunan *Result*.

$$L = L \cup V$$

$$= [S, A, D, B]$$

$$\text{Result} = \text{Result} \cup E$$

$$= [$$

$$\{$$

$$D(E) = 4$$

$$R(E) = [S, A, D, E]$$

$$\}$$

$$]$$

Lakukan iterasi diatas hingga variabel E menjadi bagian dari himpunan L.

Tabel 2.7 Hasil Perhitungan Iterasi 3

V/Y	S	A	B	C	D	E
S	0	1 (S - A)	5 (S - B)	∞	∞	∞
A 1 (S - A)	0	1 (S - A)	3 (S - A - B)	3 (S - A - C)	2 (S - A - D)	∞
D 2 (S - A - D)	0	1 (S - A)	3 (S - A - B)	3 (S - A - C)	2 (S - A - D)	4 (S - A - D - E)
B 3 (S - A - B)	0	1 (S - A)	3 (S - A - B)	3 (S - A - C)	2 (S - A - D)	4 (S - A - D - E)

Iterasi 4

Dengan $Y = \{$

$$D(B) = 3,$$

$$R(B) = [S, A, B]$$

}

Lakukan pembaharuan disetiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L .

$$\begin{aligned}
 C &= \{ \\
 D(C) &= \text{Min}(D(C), (D(Y), W(Y, C))) \\
 &= \text{Min}(3, (3 + \infty)) \\
 &= 3
 \end{aligned}$$

}

$$\begin{aligned}
 E &= \{ \\
 D(E) &= \text{Min}(D(E), (D(Y), W(Y, E))) \\
 &= \text{Min}(4, (3 + \infty)) \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

}

Tabel 2.8 Iterasi 4

V/Y	S	A	B	C	D	E
S	0	1 ($S-A$)	5 ($S-B$)	∞	∞	∞
A 1 ($S-A$)	0	1 ($S-A$)	3 ($S-A-B$)	3 ($S-A-C$)	2 ($S-A-D$)	∞
D 2 ($S-A-D$)	0	1 ($S-A$)	3 ($S-A-B$)	3 ($S-A-C$)	2 ($S-A-D$)	4 ($S-A-D-E$)
B 3 ($S-A-B$)	0	1 ($S-A$)	3 ($S-A-B$)	3 ($S-A-C$)	2 ($S-A-D$)	4 ($S-A-D-E$)

Karena variabel C memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 2, maka variabel $Y = C$. Karena C merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel C menjadi variabel permanen.

$$\begin{aligned}
 L &= L \cup C \\
 &= [S, A, D, B, C]
 \end{aligned}$$

Lakukan iterasi diatas hingga variabel E menjadi bagian dari himpunan L .

Tabel 2.9 Hasil Perhitungan Iterasi 4

V	S	A	B	C	D	E
S	0	1 ($S-A$)	5 ($S-B$)	∞	∞	∞
A 1	0	1 ($S-A$)	3 ($S-A-B$)	3 ($S-A-C$)	2 ($S-A-D$)	∞

$(S - A)$						
D 2 $(S - A - D)$	0	1 $(S - A)$	3 $(S - A - B)$	3 $(S - A - C)$	2 $(S - A - D)$	4 $(S - A - D - E)$
B 3 $(S - A - B)$	0	1 $(S - A)$	3 $(S - A - B)$	3 $(S - A - C)$	2 $(S - A - D)$	4 $(S - A - D - E)$
C 3 $(S - A - C)$	0	1 $(S - A)$	3 $(S - A - B)$	3 $(S - A - C)$	2 $(S - A - D)$	4 $(S - A - D - E)$

Iterasi 5

Dengan $Y = \{$

$$D(Y) = 3,$$

$$R(Y) = [S, A, C]$$

$\}$

Lakukan pembaharuan disetiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L .

$E = \{$

$$\begin{aligned} D(E) &= \text{Min}(D(E), (D(Y), W(Y, E))) \\ &= \text{Min}(4, (3 + 1)) \\ &= \text{Min}(4, 4) \\ &= 4 \end{aligned}$$

$\}$

$$\begin{aligned} R(E) &= R(Y) \cup [E] \\ &= [S, A, C] \cup [E] \\ &= [S, A, C, E] \end{aligned}$$

$\}$

Tabel 2.10 Iterasi 5

V	S	A	B	C	D	E
S	0	1 $(S - A)$	5 $(S - B)$	∞	∞	∞
A 1 $(S - A)$	0	1 $(S - A)$	3 $(S - A - B)$	3 $(S - A - C)$	2 $(S - A - D)$	∞
D 2 $(S - A - D)$	0	1 $(S - A)$	3 $(S - A - B)$	3 $(S - A - C)$	2 $(S - A - D)$	4 $(S - A - D - E)$
B 3	0	1 $(S - A)$	3 $(S - A - B)$	3 $(S - A - C)$	2 $(S - A - D)$	4 $(S - A - D - E)$

$(S - A - B)$						
C 3 $(S - A - C)$	0	1 $(S - A)$	3 $(S - A - B)$	3 $(S - A - C)$	2 $(S - A - D)$	4 $(S - A - C - E)$

Karena variabel E memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 4, maka variabel $Y = E$. karena variabel E merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V . Sehingga, variabel E menjadi variabel permanen. Karena nilai terakhir dari $R(E) = E$ yang mana merupakan titik tujuan, maka E akan masuk kedalam himpunan *Result*.

$$L = L \cup V$$

$$= [S, A, D, B, C, E]$$

$$\text{Result} = \text{Result} \cup E$$

$$= [$$

$$\{$$

$$D(E) = 4$$

$$R(E) = [S, A, D, E]$$

$$\}$$

$$\{$$

$$D(E) = 4$$

$$R(E) = [S, A, C, E]$$

$$\}$$

$$]$$

Tabel 2.11 Hasil Perhitungan Iterasi 5

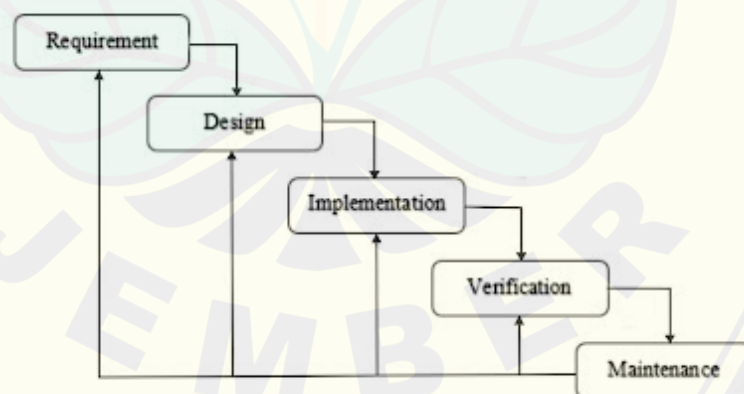
V	S	A	B	C	D	E
S	0	1 $(S - A)$	5 $(S - B)$	∞	∞	∞
A 1 $(S - A)$	0	1 $(S - A)$	3 $(S - A - B)$	3 $(S - A - C)$	2 $(S - A - D)$	∞
D 2 $(S - A - D)$	0	1 $(S - A)$	3 $(S - A - B)$	3 $(S - A - C)$	2 $(S - A - D)$	4 $(S - A - D - E)$
B 3 $(S - A - B)$	0	1 $(S - A)$	3 $(S - A - B)$	3 $(S - A - C)$	2 $(S - A - D)$	4 $(S - A - D - E)$
C 3 $(S - A - C)$	0	1 $(S - A)$	3 $(S - A - B)$	3 $(S - A - C)$	2 $(S - A - D)$	4 $(S - A - C - E)$

Karena variabel E sudah menjadi bagian dari himpunan L , maka iterasi selanjutnya sudah selesai. Jawaban dari permasalahan diatas terdapat pada variabel

Result dengan lintasan [S,A,D,E] memiliki bobot 4 dan lintasan [S,A,C,E] memiliki bobot sebobot 4.

2.5 Model Waterfall

Model *waterfall* adalah model klasik yang bersifat sistematis, berurutan dalam membangun sebuah *software*. Nama model ini sebenarnya adalah “*Linear Sequential Model*”. Model ini termasuk ke dalam model generik pada rekayasa perangkat lunak dan pertama kali diperkenalkan oleh Winston Royce sekitar tahun 1970 sehingga sering dianggap model kuno, tetapi merupakan model yang paling banyak dipakai dalam sebuah *Software Engineering* (SE). Model ini sering disebut dengan “*Classic Life Cycle*” atau metode *waterfall*, disebut dengan *waterfall* karena tahap demi tahap yang dilalui harus menunggu selesainya tahap sebelumnya dan berjalan secara berurutan. Dengan demikian, model *waterfall* dianggap pendekatan yang lebih cocok digunakan untuk proyek pembuatan system baru dan juga pengembangan *software* dengan tingkat resiko yang kecil. Keuntungan menggunakan metode *waterfall* adalah prosesnya lebih terstruktur, hal ini membuat kualitas *software* baik dan tetap terjaga. Dari sisi pengguna juga lebih menguntungkan, karena dapat merencanakan dan menyiapkan kebutuhan data dan proses yang diperlukan sejak awal (Pressman, 2012).



Gambar 2.6 Model Waterfall (Pressman, 2012)

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

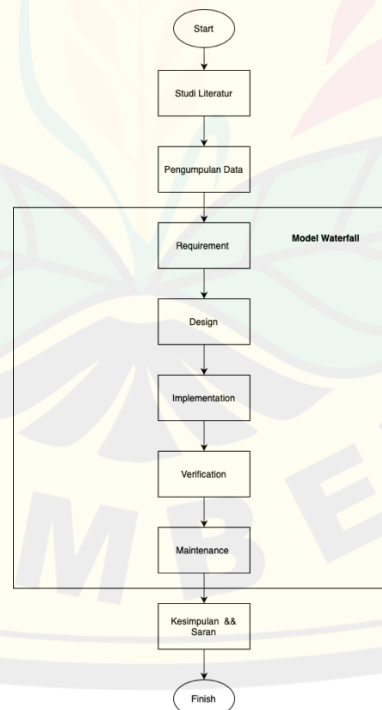
Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian terapan. Penelitian terapan adalah jenis penelitian yang dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan pengetahuan yang dapat diterapkan langsung dalam kehidupan sehari-hari untuk memecahkan masalah praktis di bidang tertentu. Penelitian terapan bertujuan untuk mengimplementasi, menguji, dan mengevaluasi kemampuan teori untuk memecahkan masalah praktis (Mulyatiningsih, 2011).

3.2 Objek Penelitian

Objek yang digunakan adalah pusat kota dan beberapa kecamatan yang terdapat di perbatasan kota atau kabupaten yang memiliki arah lebih dari satu kota atau kabupaten.

3.3 Tahapan Penelitian

Tahap penelitian atau langkah penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini, dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Tahap studi literatur yang dilakukan dengan mencari referensi terkait penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini yang didapat melalui jurnal, *e-book*, skripsi, dan buku. Pada tahap ini digunakan untuk mempelajari terkait penggunaan metode algoritma Dijkstra, pemakaian objek, serta kebutuhan data yang berkaitan dengan penelitian ini.

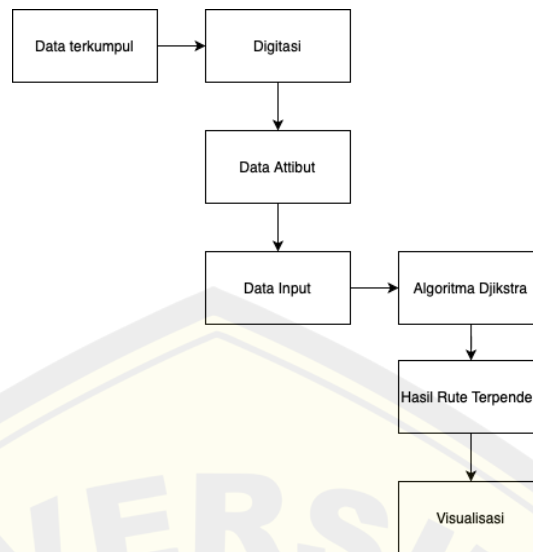
3.3.2 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data melalui *google maps* yang berfungsi sebagai peta digital untuk pengumpulan data *node* dan *edge*. Data yang dikumpulkan antara lain semua pusat kota/kabupaten, beberapa perbatasan kecamatan yang terletak jauh dari pusat kota yang memiliki arah lebih dari satu kota/kabupaten di provinsi Jawa Timur yang digunakan sebagai acuan *node* sedangkan rute jalan provinsi dan jalan nasional tanpa tol digunakan sebagai acuan *edge*.

3.3.3 Requirement

Tahap *requirement* (analisis kebutuhan) adalah tahap awal ketika akan memulai proses pengembangan suatu sistem. Tahap analisis kebutuhan bertujuan untuk memperoleh seluruh informasi terkait kebutuhan sistem dan memperoleh konsep sistem yang akan dibuat. Pada tahap ini seluruh kebutuhan sistem harus terpenuhi baik kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional.

Pada tahap ini, peneliti mencari permasalahan yang ada untuk melakukan analisis kebutuhan yang diperlukan dengan tujuan untuk menemukan sebuah solusi permasalahan yang muncul. Peneliti melakukan analisis data yang didapat melalui tahap pengumpulan data dan melakukan wawancara. Langkah-langkah yang dilakukan oleh peneliti dalam melakukan analisis data, dapat dilihat melalui gambar dibawah ini :



Gambar 3.2 Diagram Tahap Analisis Data

Dari gambar diatas dapat dijelaskan langkah awal mulai dari data terkumpul yaitu hasil kumpulan data yang diperoleh melalui *google maps*. Digitasi yaitu merepresentasikan kota dan rute jalan provinsi kedalam bentuk graf yang disajikan melalui peta. Data atribut yaitu sekumpulan data yang memiliki 2 atribut terdiri dari, nama *node* dan sekumpulan data *node* tetangga. Untuk setiap data pada sekumpulan *node* tetangga memiliki atribut nama *node* dan jarak terhadap *node* tetangga tersebut. Data *input* yang digunakan dalam penelitian ini terdapat tiga macam yaitu graf, titik awal, dan titik tujuan. Selanjutnya, melakukan perhitungan metode algoritma sampai hasil rute terpendek ditemukan.

Tahap wawancara dilakukan terhadap pengguna kendaraan roda 2 sampai dengan roda 8 dengan tujuan agar mengetahui suatu permasalahan yang pernah dialami oleh pengendara sewaktu melintas di sekitar jalan pada provinsi Jawa Timur. Sehingga, dari hasil analisis data dan wawancara tersebut dapat membantu peneliti dalam memecahkan permasalahan yang ada.

3.3.4 Design

Tahap *design* menggunakan *Unified Modelling Language* (UML) yang dirancang menggunakan konsep *Object Oriented Programming* (OOP). Pembuatan *design* sistem berdasarkan dari kebutuhan yang telah didefinisikan pada tahap *requirement* (Hasanah & Untari, 2020). Berikut ini merupakan pemodelan *Unified Modelling Language* (UML) yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

1. *Business Process*, digunakan untuk menggambarkan aktifitas dan proses yang lengkap. Bisnis proses didapatkan dari hasil Analisa data yang digunakan serta mendefinisikan data yang masuk pada sistem dan hasil luaran pada sistem.
2. *Usecase Diagram*, digunakan untuk menggambarkan fungsional yang disediakan oleh sistem serta menggambarkan hubungan interaksi antara sistem dan aktor.
3. *Scenario*, digunakan untuk menjelaskan alur sistem yang ada fitur pada *usecase* diagram. Setiap fitur yang terdapat pada *usecase* akan dijabarkan pada alur dan *output* dari sistem.
4. *Activity Diagram*, digunakan untuk mendeskripsikan aktifitas suatu operasi yang terdapat pada *scenario*.
5. *Sequance Diagram*, digunakan untuk menggambarkan aliran logika interaksi dan pesan yang dikirim antar obyek.
6. *Class Diagram*, digunakan untuk menggambarkan struktur dan deskripsi class dalam sistem

3.3.5 Implementation

Tahap *implementation code* merupakan tahap penerapan kode program yang terpacu terhadap *design* yang telah dibuat. Hal yang dilakukan pada tahap ini antara lain :

1. Penulisan kode program menggunakan bahasa pemrograman *Javascript* dengan *framework React Js*.
2. Database yang digunakan adalah *Json (JavaScript Object Notation)*.

3.3.6 Verification

Tahap *verification* merupakan tahap pengecekan sistem yang telah dibuat sudah sesuai dengan rencana awal pada tahap *requirement* dan melakukan percobaan sistem dengan mencari kesalahan atau *bug*. Pada penelitian ini tahap pengecekan sistem menggunakan *black box testing* yang merupakan pengujian dilakukan berdasarkan apa yang dilihat, dengan fokus pada fungsionalitas dan kinerja pada perangkat lunak. Pengujian dilakukan untuk menguji suatu rancangan perangkat lunak.

3.3.7 Maintenance

Tahap *maintenance* merupakan tahap proses pemeliharaan sistem. Tahap ini dilakukan ketika terdapat suatu kesalahan atau *bug* serta ketika terdapat *permintaan* perubahan atau perbaikan pada sistem oleh pengguna.



BAB 4 PENGEMBANGAN SISTEM

4.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Hal pertama yang harus dilakukan dalam analisis kebutuhan sistem adalah mendefinisikan dan menganalisa kebutuhan sistem. Kebutuhan sistem dibagi menjadi dua, yaitu kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional yang diperlukan untuk mencapai tujuan dalam pembangunan sebuah sistem. Berikut ini merupakan kebutuhan fungsional dan non fungsional dalam pengembangan sistem ini :

4.1.1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan suatu kebutuhan yang berhubungan langsung dengan sistem. Kebutuhan fungsional yang dibangun dalam sistem ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem mampu menampilkan halaman yang terdiri dari dua masukan (*input*), yaitu *input* pertama untuk titik awal dan *input* kedua untuk titik tujuan.
2. Sistem mampu menampilkan luaran (*output*), yaitu hasil rute panjang lintasan terpendek dan jarak tempuhnya dalam proses pencarian rute jalan antar kota di wilayah Jawa Timur yang telah di tentukan oleh pengguna.
3. Sistem mampu menampilkan rute peta dengan bantuan API dari *google maps*.
4. Sistem mampu memberikan sebuah solusi jika terdapat suatu kondisi penutupan akses rute jalan.

4.1.2 Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non-fungsional merupakan suatu kebutuhan yang tidak terkait langsung dengan fitur yang ada didalam sistem. Kebutuhan non-fungsional yang dibangun dalam sistem ini adalah sebagai berikut :

1. Kebutuhan perangkat keras

Analisis ini diperlukan untuk menentukan kebutuhan perangkat keras yang dibutuhkan pengguna dalam menjalankan aplikasi mulai yang tercantum dalam tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Kebutuhan Perangkat Keras

No.	Perangkat
-----	-----------

1.	Komputer
2.	Smartphone

2. Kebutuhan perangkat lunak

Analisis ini diperlukan untuk menentukan kebutuhan perangkat lunak yang diperlukan untuk membangun sistem yang tercantum dalam tabel dibawah ini :

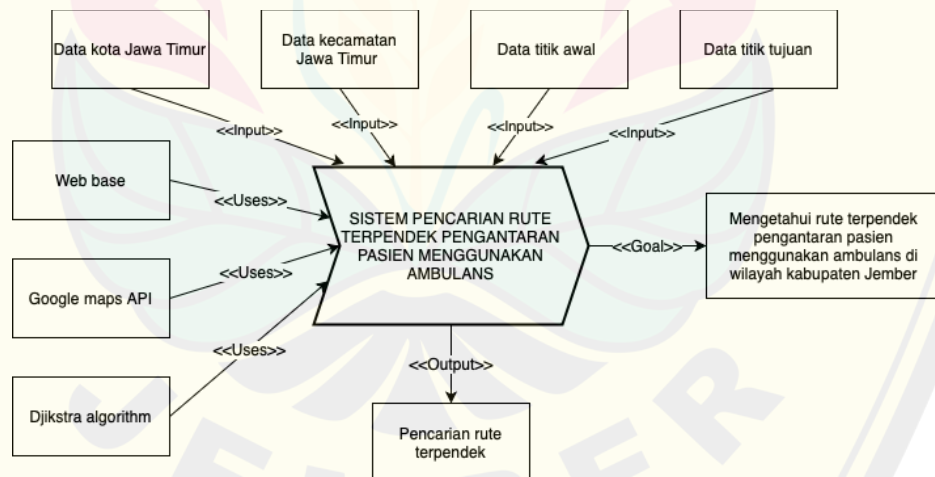
Tabel 4.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

No.	Software Pendukung
1.	Visual studio code
2.	Node JS

4.2 Desain Sistem

4.2.1 Business Process

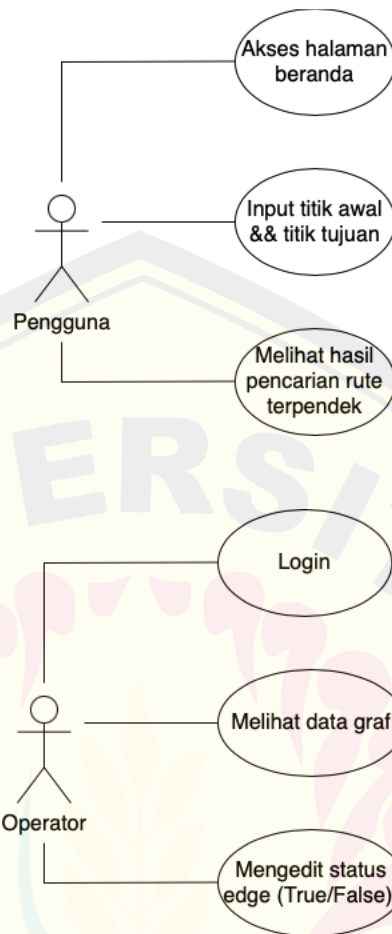
Business Process digunakan untuk menggambarkan aktifitas dan proses yang lengkap. Business process didapatkan dari hasil analisa data yang digunakan serta mendefinisikan data yang masuk pada sistem dan hasil luaran pada sistem.



Gambar 4.1 Business Process

4.2.2 Use Case Diagram

Use case diagram merupakan pemodelan untuk kelakuan (behavior) sistem informasi yang akan dibuat. Berikut ini merupakan use case diagram dari sistem yang akan dibangun dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.2 Usecase Diagram

Pada gambar diatas, merupakan *use case* diagram yang memiliki dua komponen penting yaitu aktor dan *use case*. Dibawah ini merupakan penjelasan dari dua komponen tersebut :

1. Definisi aktor

Aktor adalah orang, proses, atau sistem lain yang berinteraksi dengan sistem informasi yang akan dibuat. Dalam sistem ini, terdapat satu aktor yang dapat dilihat melalui penjelasan berikut ini :

Tabel 4.3 Definisi Aktor

No	Aktor	Deskripsi
1	User (Pengemudi)	User (pengemudi) memiliki hak akses menuju halaman beranda yang terdapat

		masukan (<i>input</i>) berupa <i>select box</i> yang terdiri dari titik awal dan titik tujuan. <i>User</i> juga dapat melihat hasil pencarian rute terpendek dengan bantuan <i>API google maps</i> .
2.	Operator	Operator memiliki hak akses untuk login, melihat seluruh data graf, dan mengedit data <i>edge</i> pada graf dengan status <i>True</i> atau <i>False</i> .

2. Definisi *use case*

Use case adalah suatu fungsionalitas yang disediakan sistem sebagai unit - unit yang saling bertukar pesan antar unit atau aktor. Dalam sistem ini, terdapat tiga *use case* yang dapat dilihat melalui penjelasan berikut ini :

Tabel 4.4 Definisi *Usecase*

No	Usecase	Deskripsi
1	Halaman <i>dashboard</i>	Halaman yang memuat terkait masukan (<i>input</i>) <i>select box</i> dari kota awal dan kota tujuan.
2	Input titik awal dan titik tujuan	Halaman yang memuat terkait masukan (<i>input</i>) <i>select box</i> dari kota awal, kota tujuan, serta <i>user</i> (pengemudi) dapat melakukan pencarian rute terpendek.
3	Melihat peta dari hasil rute terpendek	Halaman yang memuat hasil pencarian rute terpendek dari <i>google maps</i> berdasarkan masukan (<i>input</i>) dari pengguna.
4.	<i>Login</i> (Operator)	Halaman yang berisi masukan berupa <i>username</i> dan <i>password</i> . Halaman <i>login</i>

		digunakan oleh operator untuk dapat mengakses sistem.
5.	Melihat data graf	Halaman yang berisi seluruh data graf berupa <i>node</i> dan <i>edge</i> wilayah Jawa Timur. Halaman ini dapat diakses oleh operator.
6.	Mengedit status <i>edge</i>	Halaman yang berisi status <i>edge</i> berupa <i>true</i> atau <i>false</i> . Operator memiliki hak akses untuk mengedit status <i>edge</i> tersebut. Status <i>true</i> menunjukkan jalan aktif atau bisa dilewati, sedangkan status <i>false</i> menunjukkan jalan tidak aktif atau tidak dapat dilewati oleh pengendara.

4.2.3 Scenario

Scenario digunakan untuk menjelaskan alur sistem yang ada fitur pada *usecase* diagram. Setiap fitur yang terdapat pada *usecase* akan dijabarkan pada alur dan *output* dari sistem.

Tabel 4.5 *Scenario* Halaman *Dashboard*

Usecase	:	Halaman <i>dashboard</i>
Deskripsi	:	<i>Use case</i> ini menampilkan tampilan awal sistem
Aktor	:	Pengemudi
Kondisi Awal	:	Sistem belum menampilkan halaman <i>dashboard</i>
Kondisi Akhir	:	Sistem menampilkan halaman <i>dashboard</i> berisi masukan (<i>input</i>) yang terdiri dari, <i>input</i> kota awal dan kota tujuan.
Skenario Normal		

Aksi Aktor	Reaksi Sistem
1. <i>User</i> (pengemudi) masuk ke halaman <i>dashboard</i> dengan mangakses <i>link</i> sistem	
	2. Menampilkan halaman <i>dashboard</i>

Tabel 4.6 *Scenario* Eksekusi Pencarian Rute Terpendek

Usecase	:	Halaman <i>dashboard</i> (Eksekusi pencarian rute terpendek)
Deskripsi	:	<i>Use case</i> ini menampilkan tampilan awal sistem yang berisi masukan (<i>input</i>) berupa <i>select box</i> yang terdiri dari kota awal dan kota tujuan
Aktor	:	Pengemudi
Kondisi Awal	:	Sistem menampilkan halaman <i>dashboard</i>
Kondisi Akhir	:	Sistem menampilkan halaman pencarian rute terpendek berupa detail rute dan jumlah jarak
Skenario Normal		
Aksi Aktor	Reaksi Sistem	
1. <i>User</i> (pengemudi) dapat memilih kota awal dan kota tujuan pada <i>select box</i> yang tersedia		

		2. Menampilkan pilihan kota yang ingin dipilih oleh <i>user</i> (pengemudi)
3. <i>User</i> (pengemudi) dapat mengklik <i>button</i> “ <i>get shortest route</i> ”		
		4. Menampilkan hasil pencarian rute terpendek berupa detail dari rute kota dan jumlah jarak yang akan ditempuh

Tabel 4.7 *Scenario* Halaman Melihat Peta

Usecase	:	Halaman melihat peta
Deskripsi	:	Use case ini menampilkan tampilan awal sistem yang berisi masukan (<i>input</i>) berupa <i>select box</i> yang terdiri dari kota awal dan kota tujuan
Aktor	:	Pengemudi
Kondisi Awal	:	Sistem menampilkan halaman <i>dashboard</i>
Kondisi Akhir	:	Sistem menampilkan halaman hasil pencarian rute terpendek yang beralih ke <i>google maps</i>
Skenario Normal		
Aksi Aktor		Reaksi Sistem
1. <i>User</i> (pengemudi) dapat memilih kota		

awal dan kota tujuan pada <i>select box</i> yang tersedia		
		2. Menampilkan pilihan kota yang ingin dipilih oleh user (pengemudi)
3. <i>User</i> (pengemudi) dapat mengklik <i>button</i> “get shortest terpendek”		
		4. Menampilkan hasil pencarian rute terpendek berupa detail dari rute kota dan jumlah jarak yang akan ditempuh
5. <i>User</i> dapat mengklik <i>button</i> “ <i>detail route</i> ”		
		6. Beralih kehalaman <i>google maps</i> yang menampilkan halaman pencarian rute terpendek

Tabel 4.8 *Scenario* Halaman *Login*

Usecase	:	Halaman <i>login</i>
Deskripsi	:	<i>Use case</i> ini menampilkan halaman <i>login</i>
Aktor	:	Operator
Kondisi Awal	:	Sistem menampilkan halaman <i>login</i>

Kondisi Akhir	:	Sistem menampilkan halaman utama operator
Skenario Normal		
Aksi Aktor		Reaksi Sistem
1. Operator mengakses sistem		
		2. Menampilkan halaman <i>login</i>
3. Operator melakukan <i>input username</i> dan <i>password</i>		
		4. Menampilkan halaman utama sistem

Tabel 4.9 *Scenario* Halaman Melihat Data Graf

Usecase	:	Halaman melihat data graf
Deskripsi	:	<i>Use case</i> ini menampilkan seluruh halaman data graf
Aktor	:	Operator
Kondisi Awal	:	Sistem belum menampilkan halaman data graf
Kondisi Akhir	:	Sistem menampilkan halaman seluruh data graf
Skenario Normal		
Aksi Aktor		Reaksi Sistem
1. Operator login ke sistem		
		2. Menampilkan halaman utama

3. Mengklik halaman data graf		
		4. Menampilkan data graf

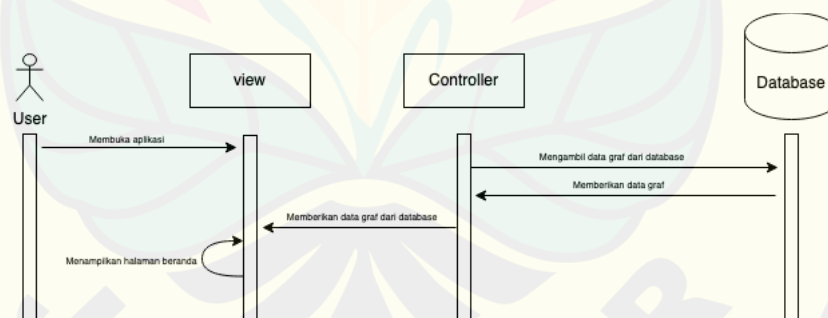
Tabel 4.10 *Scenario* Mengedit Data *Edge*

Usecase	:	Halaman mengedit data <i>edge</i>
Deskripsi	:	<i>Use case</i> ini menampilkan hasil edit dari <i>edge</i>
Aktor	:	Operator
Kondisi Awal	:	Sistem belum menampilkan halaman data graf
Kondisi Akhir	:	Sistem menampilkan halaman halaman data graf
Skenario Normal		
Aksi Aktor		Reaksi Sistem
1. Operator login ke sistem		
		2. Menampilkan halaman utama
3. Mengklik halaman data graf		
		4. Menampilkan halaman data graf
5. Klik button "edit"		
		6. Menampilkan pilihan yang terdiri dari dua opsi, <i>true</i> dan <i>false</i>
7. Jika memilih kondisi "True"		

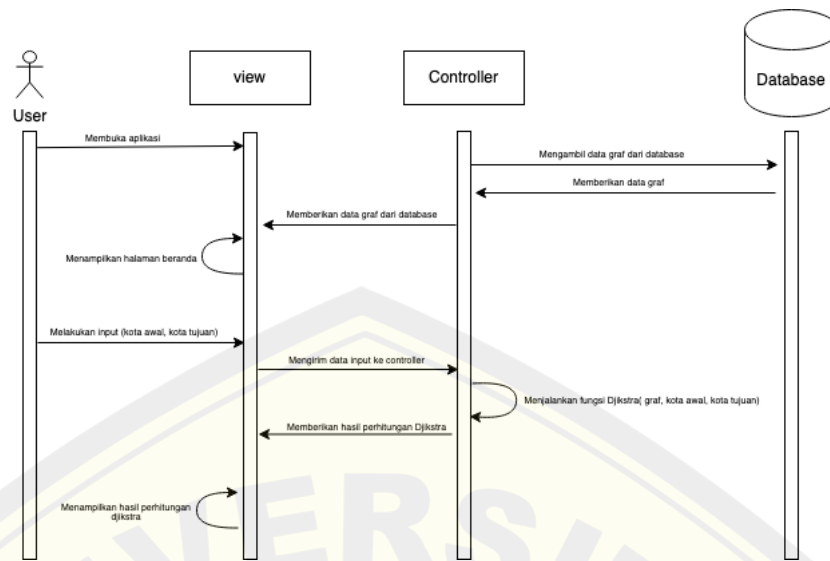
		8. Sistem akan memperbarui database graf dengan memperbarui atribut <i>is_active</i> pada objek yang dipilih menjadi <i>true</i> .
9. Jika memilih kondisi “False”		
		10. Sistem akan memperbarui database graf dengan memperbarui atribut <i>is_active</i> pada objek yang dipilih menjadi <i>false</i> .

4.2.4 Sequence Diagram

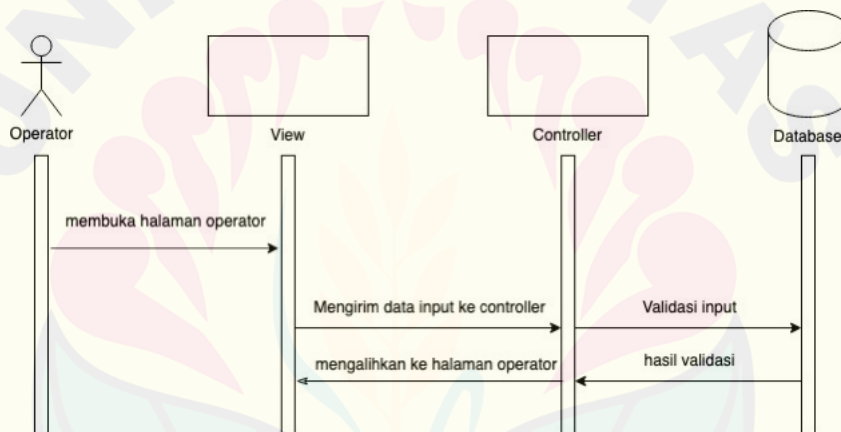
Sequence Diagram digunakan untuk menggambarkan aliran logika interaksi dan pesan yang dikirim antar obyek.



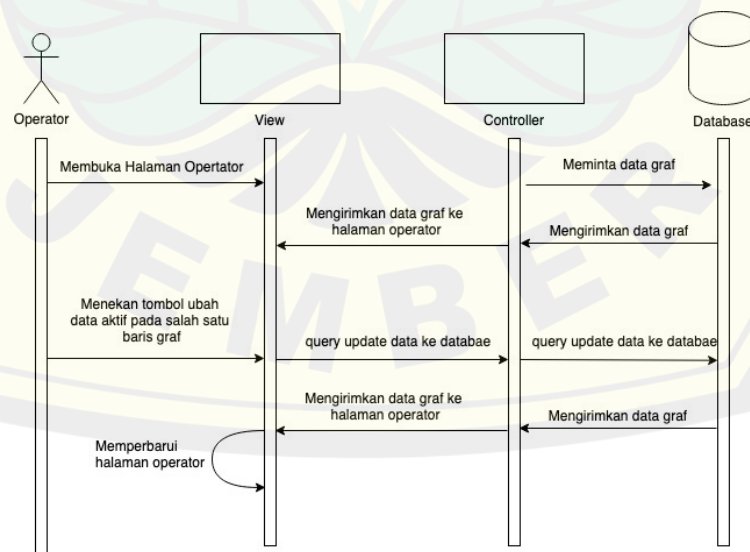
Gambar 4.3 *Sequence Diagram* Halaman *Dashboard*



Gambar 4.4 *Sequance Diagram* Eksekusi Rute Terpendek



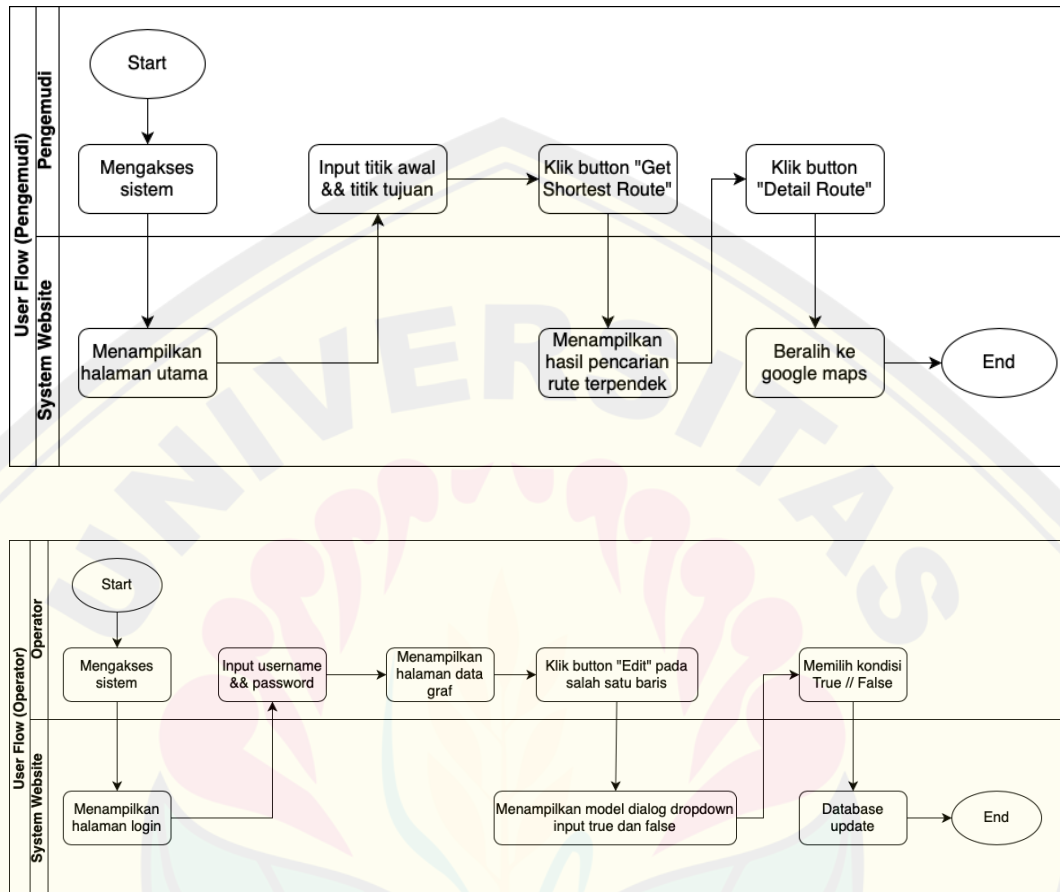
Gambar 4.5 *Sequance Diagram* Login



Gambar 4.6 *Sequance Diagram* Mengedit Data *Edge*

4.2.5 Activity Diagram

Activity Diagram digunakan untuk mendeskripsikan aktifitas suatu operasi yang terdapat pada scenario.



Gambar 4.7 Activity Diagram

4.3 Penulisan Kode Program

Tahap penulisan kode program merupakan tahap penerapan kode program yang terpacu terhadap *design* yang telah dibuat. Penulisan kode program menggunakan bahasa *pemrograman Javascript* dengan *framework React Js* sedangkan database yang digunakan adalah *Json (JavaScript Object Notation)*.

```
Export function djikstra(map,start,finish){
  let v = {
    "y" : "",
    "list_variable" : [ ]
  };
  let Result = [ ];
  let l = [ ];
```

```

for (let variable of map) {
  if(variable.city_name == start){
    v.y = {
      "variable_name" : variable.city_name,
      "value" : 0,
      "route" : [variable.city_name],
      "neighbor_cities": variable.neighbor_cities
    }
    l.push(
      variable.city_name
    )
  }
  else{
    v.list_variable.push(
      {
        "variable_name" : variable.city_name,
        "value" : ∞,
        "route" : [ ],
        "neighbor_cities": variable.neighbor_cities
      }
    )
  }
}

while(!l.includes(finish)) {
  for (let variable of v.list_variable) {
    if( !l.includes(variable.variable_name) &&
!v.y.route.includes(variable.variable_name)){
      let w = ∞;
      for(let city of v.y.neighbor_cities){
        if(city.city_name == variable.variable_name
&& city.is_active == true){
          w = city.distance;
          break;
        }
      }
      console.log("city = "+v.y.variable_name+"-
>"+variable.variable_name+" value :
"+(variable.value))
      if( variable.value == ∞ && w == ∞){
      }
      else if(variable.value >= ( v.y.value + w)){
        variable.value = ( v.y.value + w)
      }
    }
  }
}

```

```

        variable.route = [ ]
        for (let node of v.y.route) {
            variable.route.push(node)
        }
        variable.route.push(variable.variable_name)
        if(variable.route[variable.route.length -1 ]
== finish){
            let route = "";
            for (let node of variable.route) {
                route += node+"-";
            }
            Result.push({
                "route" : route.slice(0,-1),
                "distance" : variable.value
            });
        }
    }
}
v.list_variable = bubbleSort(v.list_variable)
v.y = v.list_variable[0]
l.push(v.list_variable[0].variable_name)

v.list_variable.shift()
}
Result = Result.reverse()
return Result;
}

```

Gambar 4.8 Kode Program Eksekusi Pencarian Rute Terpendek

4.4 Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem merupakan tahap pengecekan sistem yang telah dibuat sudah sesuai dengan rencana awal pada tahap *requirement* dan melakukan percobaan sistem dengan mencari kesalahan atau *bug*. Dalam pengujian sistem ini menggunakan *black box testing*, pengujian ini dilakukan secara manual tanpa bantuan *software* apapun, dengan fokus pada fungsionalitas dan kinerja pada perangkat lunak. Pengujian dilakukan untuk menguji suatu rancangan perangkat lunak. Berikut ini merupakan hasil pengujian sistem menggunakan *black box testing* dapat dilihat melalui penjelasan berikut ini :

Tabel 4.11 Pengujian Sistem *Black Box*

No.	Pengujian	Test case	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1.	Memilih titik awal	Klik bagian <i>select box your location</i>	Muncul daftar nama kota yang ada di Jawa Timur.	Sesuai harapan
2.	Memilih titik tujuan	Klik bagian <i>select box destination</i>	Muncul daftar nama kota yang ada di Jawa Timur.	Sesuai harapan
3.	Eksekusi pencarian rute terpendek	Klik bagian <i>button get shourtest route</i>	Muncul nama detail rute yang akan dilewati, panjang jarak lintasan (<i>distance</i>), dan <i>detail route</i> .	Sesuai harapan
4.	Memilih <i>detail route</i>	Klik bagian button "Detail Route"	Beralih ke google maps dengan menampilkan rute jalan, waktu tempuh, serta besarnya jarak yang akan di tempuh oleh pengguna.	Sesuai harapan
5.	Login	Klik button "Login"	Masuk ke halaman sistem	Sesuai harapan
6.	Memilih kondisi <i>true</i>	Klik button "True"	Kondisi dapat berubah menjadi True	Sesuai harapan
7.	Memilih kondisi <i>false</i>	Klik button "False"	Kondisi dapat berubah menjadi False	Sesuai harapan

BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

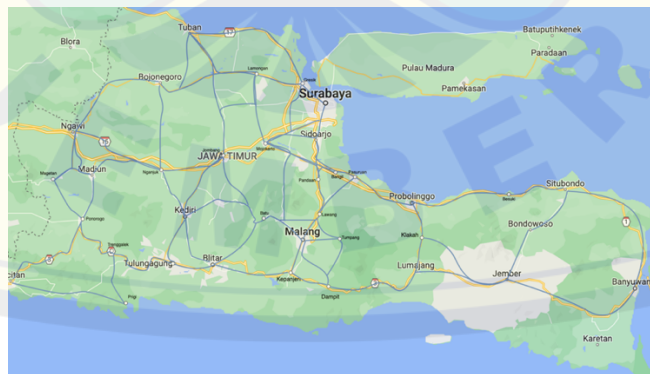
5.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini akan membahas tentang kesesuaian dengan tujuan awal penelitian yaitu mengetahui penerapan algoritma Dijkstra dalam mencari rute terpendek antara dua kota di wilayah Jawa Timur dan mengembangkan sebuah sistem berbasis website untuk mencari rute terpendek antara dua kota di wilayah Jawa Timur dengan menggunakan algoritma Dijkstra.

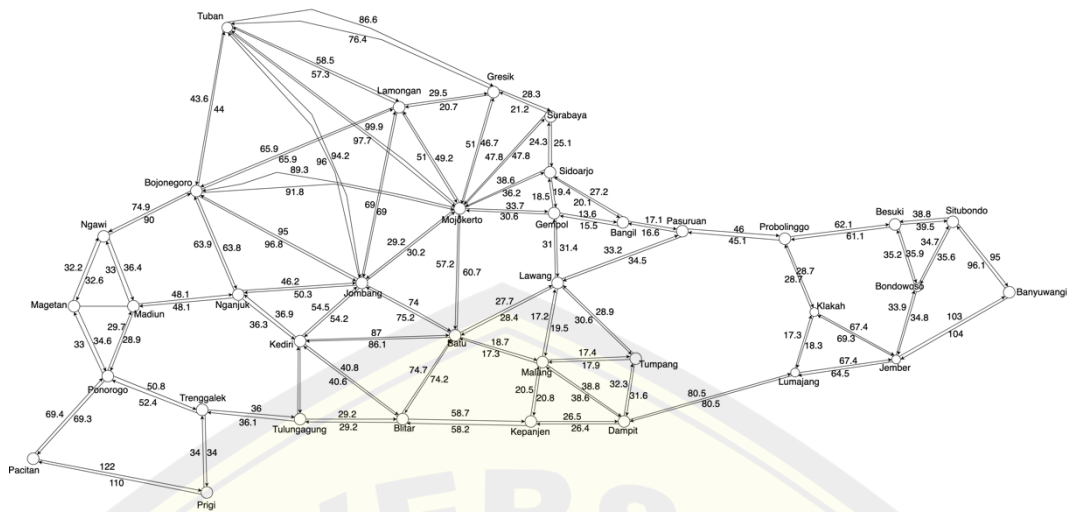
5.1.1 Representasi Jalan dalam Bentuk Graf

Dalam sub bab ini akan dijelaskan mengenai proses merepresentasikan lokasi dan jalan antar kota di wilayah Jawa Timur dalam bentuk graf berarah dan berbobot. Berikut ini merupakan cara dalam melakukan representasi jalan antar kota di wilayah Jawa Timur :

- a. Langkah awal yang dilakukan untuk menentukan jalur terpendek jalan antar kota di wilayah Jawa Timur yaitu mengumpulkan data *node* dan *edge* yang diperoleh langsung dari *google maps*. Setelah semua data terkumpul, tahap selanjutnya melakukan digitasi *maps*. Tahap digitasi *maps* yaitu tahap merepresentasikan kota dan rute jalan kedalam bentuk graf yang disajikan dalam bentuk peta. Pada tahap ini, peneliti menghubungkan *node* satu dengan *node* yang lain yang memiliki bobot terdekat. *Node* dinotasikan sebagai kota dan jalan dinotasikan sebagai *edge*. Dibawah ini merupakan hasil representasi graf dari *google maps*, daftar *node*, dan daftar *edge* yang digunakan dalam penelitian ini :



Gambar 5.1 Hasil Digitasi *Maps* Kota di Jawa Timur



Gambar 5.2 Representasi Graf Berarah dan Berbobot

Tabel 5.1 Daftar *Node* Jawa Timur

No.	Node	No.	Node
1.	Jombang	19.	Sidoarjo
2.	Batu	20.	Surabaya
3.	Malang	21.	Mojokerto
4.	Kepanjen	22.	Gresik
5.	Tumpang	23.	Lamongan
6.	Dampit	24.	Tuban
7.	Lawang	25.	Bojonegoro
8.	Gempol	26.	Nganjuk
9.	Bangil	27.	Ngawi
10.	Pasuruan	28.	Madiun
11.	Probolinggo	29.	Magetan
12.	Klakah	30.	Ponorogo
13.	Lumajang	31.	Pacitan
14.	Jember	32.	Trenggalek
15.	Banyuwangi	33.	Prigi
16.	Bondowoso	34.	Tulungagung
17.	Situbondo	35.	Blitar
18.	Besuki	36.	Kediri

Tabel 5.2 Daftar *Edge* Jawa Timur

City Name	Neighbor Cities	Distance	Is Active
Jombang	Mojokerto	30.02.00	TRUE
Jombang	Batu	74	TRUE
Jombang	Lamongan	69	TRUE
Jombang	Bojonegoro	95	TRUE
Jombang	Tuban	94.02.00	TRUE
Jombang	Nganjuk	50.03.00	TRUE
Jombang	Kediri	54.02.00	TRUE
Batu	Kediri	86.01.00	TRUE
Batu	Blitar	74.02.00	TRUE
Batu	Jombang	75.02.00	TRUE
Batu	Mojokerto	60.07.00	TRUE
Batu	Lawang	27.07.00	TRUE
Batu	Malang	18.07	TRUE
Malang	Batu	17.03	TRUE
Malang	Kepanjen	20.08	TRUE
Malang	Tumpang	17.04	TRUE
Malang	Lawang	17.02	TRUE
Malang	Dampit	38.08.00	TRUE
Kepanjen	Malang	20.05	TRUE
Kepanjen	Dampit	26.05.00	TRUE
Kepanjen	Blitar	58.02.00	TRUE
Tumpang	Malang	17.09	TRUE
Tumpang	Dampit	31.06.00	TRUE
Tumpang	Lawang	28.09.00	TRUE
Dampit	Malang	38.06.00	TRUE
Dampit	Tumpang	32.03.00	TRUE
Dampit	Kepanjen	26.04.00	TRUE
Dampit	Lumajang	80.05.00	TRUE
Lawang	Malang	19.05	TRUE
Lawang	Tumpang	30.06.00	TRUE
Lawang	Batu	28.04.00	TRUE
Lawang	Pasuruan	33.02.00	TRUE
Lawang	Gempol	31	TRUE
Gempol	Lawang	31.04.00	TRUE
Gempol	Sidoarjo	18.05	TRUE
Gempol	Bangil	13.06	TRUE

Gempol	Mojokerto	30.06.00	TRUE
Bangil	Gempol	15.05	TRUE
Bangil	Pasuruan	17.01	TRUE
Bangil	Sidoarjo	27.02.00	TRUE
Bangil	Mojokerto	48	TRUE
Pasuruan	Bangil	16.06	TRUE
Pasuruan	Probolinggo	46	TRUE
Pasuruan	Lawang	34.05.00	TRUE
Probolinggo	Pasuruan	45.01.00	TRUE
Probolinggo	Besuki	62.01.00	TRUE
Probolinggo	Klakah	28.07.00	TRUE
Klakah	Probolinggo	28.07.00	TRUE
Klakah	Lumajang	18.03	TRUE
Klakah	Jember	67.04.00	TRUE
Lumajang	Klakah	17.03	TRUE
Lumajang	Jember	66.07.00	TRUE
Lumajang	Dampit	80.05.00	TRUE
Jember	Klakah	69.03.00	TRUE
Jember	Lumajang	64.05.00	TRUE
Jember	Bondowoso	33.09.00	TRUE
Jember	Banyuwangi	103	TRUE
Banyuwangi	Jember	104	TRUE
Banyuwangi	Situbondo	96.01.00	TRUE
Bondowoso	Jember	34.08.00	TRUE
Bondowoso	Situbondo	34.07.00	TRUE
Bondowoso	Besuki	35.02.00	TRUE
Situbondo	Besuki	38.08.00	TRUE
Situbondo	Bondowoso	35.06.00	TRUE
Situbondo	Banyuwangi	95	TRUE
Besuki	Situbondo	39.05.00	TRUE
Besuki	Bondowoso	35.09.00	TRUE
Besuki	Probolinggo	61.01.00	TRUE
Sidoarjo	Bangil	20.01	TRUE
Sidoarjo	Gempol	19.04	TRUE
Sidoarjo	Mojokerto	38.06.00	TRUE
Sidoarjo	Surabaya	24.03.00	TRUE
Surabaya	Sidoarjo	25.01.00	TRUE
Surabaya	Mojokerto	47.08.00	TRUE
Surabaya	Gresik	21.02	TRUE

Mojokerto	Surabaya	47.08.00	TRUE
Mojokerto	Sidoarjo	36.02.00	TRUE
Mojokerto	Gempol	33.07.00	TRUE
Mojokerto	Jombang	29.02.00	TRUE
Mojokerto	Batu	57.02.00	TRUE
Mojokerto	Lamongan	49.02.00	TRUE
Mojokerto	Gresik	51	TRUE
Mojokerto	Bojonegoro	89.03.00	TRUE
Mojokerto	Bangil	48	TRUE
Mojokerto	Tuban	97.07.00	TRUE
Gresik	Surabaya	28.03.00	TRUE
Gresik	Lamongan	20.07	TRUE
Gresik	Mojokerto	46.07.00	TRUE
Gresik	Tuban	76.04.00	TRUE
Lamongan	Gresik	29.05.00	TRUE
Lamongan	Mojokerto	51	TRUE
Lamongan	Tuban	57.03.00	TRUE
Lamongan	Jombang	69	TRUE
Lamongan	Bojonegoro	65.09.00	TRUE
Tuban	Gresik	86.06.00	TRUE
Tuban	Lamongan	58.05.00	TRUE
Tuban	Jombang	96	TRUE
Tuban	Bojonegoro	43.06.00	TRUE
Tuban	Mojokerto	97.07.00	TRUE
Bojonegoro	Tuban	44	TRUE
Bojonegoro	Lamongan	65.09.00	TRUE
Bojonegoro	Nganjuk	63.08.00	TRUE
Bojonegoro	Jombang	96.08.00	TRUE
Bojonegoro	Ngawi	74.09.00	TRUE
Bojonegoro	Mojokerto	91.08.00	TRUE
Nganjuk	Bojonegoro	63.09.00	TRUE
Nganjuk	Jombang	46.02.00	TRUE
Nganjuk	Ngawi	61.05.00	TRUE
Nganjuk	Kediri	36.03.00	TRUE
Nganjuk	Madiun	48.01.00	TRUE
Ngawi	Madiun	36.04.00	TRUE
Ngawi	Nganjuk	82	TRUE
Ngawi	Bojonegoro	90	TRUE
Ngawi	Magetan	32.06.00	TRUE

Madiun	Ngawi	33	TRUE
Madiun	Magetan	23	TRUE
Madiun	Nganjuk	48.01.00	TRUE
Madiun	Ponorogo	28.09.00	TRUE
Magetan	Ngawi	32.02.00	TRUE
Magetan	Madiun	22.06	TRUE
Magetan	Ponorogo	34.06.00	TRUE
Ponorogo	Magetan	33	TRUE
Ponorogo	Madiun	29.07.00	TRUE
Ponorogo	Pacitan	69.03.00	TRUE
Ponorogo	Trenggalek	50.08.00	TRUE
Pacitan	Ponorogo	110	TRUE
Pacitan	Prigi	122	TRUE
Trenggalek	Ponorogo	52.04.00	TRUE
Trenggalek	Tulungagung	36	TRUE
Trenggalek	Prigi	34	TRUE
Prigi	Trenggalek	34	TRUE
Prigi	Pacitan	125	TRUE
Tulungagung	Trenggalek	36.01.00	TRUE
Tulungagung	Blitar	29.02.00	TRUE
Tulungagung	Kediri	34.01.00	TRUE
Blitar	Kepanjen	58.07.00	TRUE
Blitar	Batu	74.07.00	TRUE
Blitar	Tulungagung	29.02.00	TRUE
Blitar	Kediri	40.06.00	TRUE
Kediri	Tulungagung	34.03.00	TRUE
Kediri	Blitar	40.08.00	TRUE
Kediri	Nganjuk	36.09.00	TRUE
Kediri	Batu	87	TRUE
Kediri	Jombang	54.05.00	TRUE

5.1.2 Mencari Rute Terpendek menggunakan Algoritma Dijkstra

Dalam sub bab ini akan dijelaskan mengenai proses pencarian rute terpendek jalan antar kota di wilayah Jawa Timur menggunakan algoritma Dijkstra. Perhitungan diperoleh berdasarkan hasil pembangunan sistem yang menerapkan algoritma Dijkstra. Berikut ini merupakan cara mencari rute terpendek dengan implementasi algoritma Dijkstra :

- a. Langkah awal yang dilakukan yaitu mengubah format data graf yang telah terkumpul kedalam bentuk JSON sebagai database. Berikut ini merupakan data graf jawa timur dalam bentuk JSON :

Tabel 5.3 Database *Node* Jawa Timur

```
[
  {
    city_name : "Sidoarjo",
    neighbor_cities:[
      {is_active : true,city_name : "Bangil","distance":20.1},
      {is_active : true,city_name : "Gempol","distance":19.4},
      {is_active : true,city_name : "Mojokerto","distance":38.6},
      {is_active : true,city_name : "Surabaya","distance":24.3}
    ]
  },
  {
    city_name : "Surabaya",
    neighbor_cities:[
      {is_active : true,city_name : "Sidoarjo","distance":25.1},
      {is_active : true,city_name : "Mojokerto","distance":47.8},
      {is_active : true,city_name : "Gresik","distance":21.2}
    ]
  },
  {
    city_name : "Mojokerto",
    neighbor_cities:[
      {is_active : true,city_name : "Surabaya","distance":47.8},
      {is_active : true,city_name : "Sidoarjo","distance":36.2},
      {is_active : true,city_name : "Gempol","distance":33.7},
      {is_active : true,city_name : "Jombang","distance":29.2},
      {is_active : true,city_name : "Batu","distance":57.2},
      {is_active : true,city_name : "Lamongan","distance":49.2},
      {is_active : true,city_name : "Gresik","distance":51},
      {is_active : true,city_name : "Bojonegoro","distance":89.3},
      {is_active : true,city_name : "Bangil","distance":48},
      {is_active : true,city_name : "Tuban","distance":97.7}
    ]
  },
  {
    city_name : "Gresik",
    neighbor_cities:[
      {is_active : true,city_name : "Surabaya","distance":28.3},
```



```

    {is_active : true,city_name : "Lamongan","distance":20.7},
    {is_active : true,city_name : "Mojokerto","distance":46.7},
    {is_active : true,city_name : "Tuban","distance":76.4}
  ]
},
{
  city_name : "Lamongan",
  neighbor_cities:[
    {is_active : true,city_name : "Gresik","distance":29.5},
    {is_active : true,city_name : "Mojokerto","distance":51},
    {is_active : true,city_name : "Tuban","distance":57.3},
    {is_active : true,city_name : "Jombang","distance":69},
    {is_active : true,city_name : "Bojonegoro","distance":65.9}
  ]
},
{
  city_name : "Tuban",
  neighbor_cities:[
    {is_active : true,city_name : "Gresik","distance":86.6},
    {is_active : true,city_name : "Lamongan","distance":58.5},
    {is_active : true,city_name : "Jombang","distance":96},
    {is_active : true,city_name : "Bojonegoro","distance":43.6},
    {is_active : true,city_name : "Mojokerto","distance":(97.7)}
  ]
},
{
  city_name : "Bojonegoro",
  neighbor_cities:[
    {is_active : true,city_name : "Tuban","distance":44},
    {is_active : true,city_name : "Lamongan","distance":65.9},
    {is_active : true,city_name : "Nganjuk","distance":63.8},
    {is_active : true,city_name : "Jombang","distance":96.8},
    {is_active : true,city_name : "Ngawi","distance":74.9},
    {is_active : true,city_name : "Mojokerto","distance":91.8},
  ]
},
{
  city_name : "Nganjuk",
  neighbor_cities:[
    {is_active : true,city_name : "Bojonegoro","distance":63.9},
    {is_active : true,city_name : "Jombang","distance":46.2},
    {is_active : true,city_name : "Ngawi","distance":61.5},

```



```

    {is_active : true,city_name : "Kediri","distance":36.3},
    {is_active : true,city_name : "Madiun","distance":48.1}
  ]
}

```

- b. Setelah semua data sudah terbentuk ke dalam database JSON, langkah selanjutnya melakukan perhitungan algoritma Dijkstra yang dihitung langsung menggunakan sistem. Berikut ini merupakan salah satu contoh perhitungan penerapan algoritma Dijkstra pada jalan antar kota di wilayah Jawa Timur dengan studi kasus menggunakan titik awal yaitu Jember dan titik tujuan yaitu Surabaya :

Inisialisasi Variabel

$D(v_1)$ = Bobot dari variabel v_1

$R(v_1)$ = Rute dari variabel v_1

$W(v_1, v_2)$ = Bobot antara titik v_1 ke v_2

$Min(v_1, v_2)$ = Bobot terkecil antara v_1 dan v_2 ; $Min(1, 3) = 1$

Result = Himpunan variabel, bobot R (variabel [-1]) = titik tujuan

Result = []

Deklarasi semua variabel pada titik graf Jawa Timur

Jombang = {

$D(\text{Jombang}) = \infty$

$R(\text{Jombang}) = [\text{Jombang}]$

}

Batu = {

$D(\text{Batu}) = \infty$

$R(\text{Batu}) = [\text{Batu}]$

}

Malang = {

$D(\text{Malang}) = \infty$

$R(\text{Malang}) = [\text{Malang}]$

}

Kepanjen = {

$D(\text{Kepanjen}) = \infty$

$$\begin{aligned}
 &R(\text{Kepanjen}) = [\text{Kepanjen}] \\
 &\} \\
 \text{Tumpang} = \{ & \\
 &D(\text{Tumpang}) = \infty \\
 &R(\text{Tumpang}) = [\text{Tumpang}] \\
 &\} \\
 \text{Dampit} = \{ & \\
 &D(\text{Dampit}) = \infty \\
 &R(\text{Dampit}) = [\text{Dampit}] \\
 &\} \\
 \text{Lawang} = \{ & \\
 &D(\text{Lawang}) = \infty \\
 &R(\text{Lawang}) = [\text{Lawang}] \\
 &\} \\
 \text{Gempol} = \{ & \\
 &D(\text{Gempol}) = \infty \\
 &R(\text{Gempol}) = [\text{Gempol}] \\
 &\} \\
 \text{Bangil} = \{ & \\
 &D(\text{Bangil}) = \infty \\
 &R(\text{Bangil}) = [\text{Bangil}] \\
 &\} \\
 \text{Pasuruan} = \{ & \\
 &D(\text{Pasuruan}) = \infty \\
 &R(\text{Pasuruan}) = [\text{Pasuruan}] \\
 &\} \\
 \text{Probolinggo} = \{ & \\
 &D(\text{Probolinggo}) = \infty \\
 &R(\text{Probolinggo}) = [\text{Probolinggo}] \\
 &\} \\
 \text{Klakah} = \{ &
 \end{aligned}$$

$$D (\text{Klakah}) = \infty$$

$$R (\text{Klakah}) = [\text{Klakah}]$$

}

Lumajang = {

$$D (\text{Lumajang}) = \infty$$

$$R (\text{Lumajang}) = [\text{Lumajang}]$$

}

Jember = {

$$D (\text{Jember}) = \infty$$

$$R (\text{Jember}) = [\text{Jember}]$$

}

Banyuwangi = {

$$D (\text{Banyuwangi}) = \infty$$

$$R (\text{Banyuwangi}) = [\text{Banyuwangi}]$$

}

Bondowoso = {

$$D (\text{Bondowoso}) = \infty$$

$$R (\text{Bondowoso}) = [\text{Bondowoso}]$$

}

Situbondo = {

$$D (\text{Situbondo}) = \infty$$

$$R (\text{Situbondo}) = [\text{Situbondo}]$$

}

Besuki = {

$$D (\text{Besuki}) = \infty$$

$$R (\text{Besuki}) = [\text{Besuki}]$$

}

Sidoarjo = {

$$D (\text{Sidoarjo}) = \infty$$

$$R (\text{Sidoarjo}) = [\text{Sidoarjo}]$$

}

Surabaya = {
 D (Surabaya) = ∞
 R (Surabaya) = [Surabaya]
}

Mojokerto = {
 D (Mojokerto) = ∞
 R (Mojokerto) = [Mojokerto]
}

Gresik = {
 D (Gresik) = ∞
 R (Gresik) = [Gresik]
}

Lamongan = {
 D (Lamongan) = ∞
 R (Lamongan) = [Lamongan]
}

Tuban = {
 D (Tuban) = ∞
 R (Tuban) = [Tuban]
}

Bojonegoro = {
 D (Bojonegoro) = ∞
 R (Bojonegoro) = [Bojonegoro]
}

Nganjuk = {
 D (Nganjuk) = ∞
 R (Nganjuk) = [Nganjuk]
}

Ngawi = {
 D (Ngawi) = ∞
 R (Ngawi) = [Ngawi]
}

}
 Madiun = {
 D (Madiun) = ∞
 R (Madiun) = [Madiun]
 }
 Magetan = {
 D (Magetan) = ∞
 R (Magetan) = [Magetan]
 }
 Ponorogo = {
 D (Ponorogo) = ∞
 R (Ponorogo) = [Ponorogo]
 }
 Pacitan = {
 D (Pacitan) = ∞
 R (Pacitan) = [Pacitan]
 }
 Trenggalek = {
 D (Trenggalek) = ∞
 R (Trenggalek) = [Trenggalek]
 }
 Prigi = {
 D (Prigi) = ∞
 R (Prigi) = [Prigi]
 }
 Tulungagung = {
 D (Tulungagung) = ∞
 R (Tulungagung) = [Tulungagung]
 }
 Blitar = {
 D (Blitar) = ∞

$$R(\text{Blitar}) = [\text{Blitar}]$$

}

$$\text{Kediri} = \{$$

$$D(\text{Kediri}) = \infty$$

$$R(\text{Kediri}) = [\text{Kediri}]$$

}

$$\text{Jember} = \text{Titik awal}$$

$$\text{Surabaya} = \text{Titik tujuan}$$

$$V = \text{Himpunan semua variabel pada titik graf Jawa Timur}$$

$$V = [\text{Jombang, Batu, Malang, Kepanjen, Tumpang, Dampit, Lawang, Gempol, Bangil, Pasuruan, Probolinggo, Klakah, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Besuki, Sidoarjo, Surabaya, Mojokerto, Gresik, Lamongan, Tuban, Bojonegoro, Nganjuk, Ngawi, Madiun, Magetan, Ponorogo, Pacitan, Trenggalek, Prigi, Tulungagung, Blitar, Kediri}]$$

$$L = \text{Himpunan variabel permanen; } L = [\text{Jember}]$$

$$Y = \text{Variabel dengan bobot terkecil pada himpunan } V; Y = \text{Jember}$$

Iterasi 1

$$\text{Dengan } Y = \{$$

$$D(\text{Jember}) = 0,$$

$$R(\text{Jember}) = [\text{Jember}]$$

Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

$$\text{Jombang} = \{$$

$$\begin{aligned} D(\text{Jombang}) &= \text{Min}(D(\text{Jombang}), (D(Y), W(Y, \text{Jombang}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

$$\text{Batu} = \{$$

$$\begin{aligned} D(\text{Batu}) &= \text{Min}(D(\text{Batu}), (D(Y), W(Y, \text{Batu}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Malang = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Malang}) &= \text{Min}(D(\text{Malang}), (D(Y), W(Y, \text{Malang}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Kepanjen = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Kepanjen}) &= \text{Min}(D(\text{Kepanjen}), (D(Y), W(Y, \text{Kepanjen}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Tumpang = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Tumpang}) &= \text{Min}(D(\text{Tumpang}), (D(Y), W(Y, \text{Tumpang}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Dampit = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Dampit}) &= \text{Min}(D(\text{Dampit}), (D(Y), W(Y, \text{Dampit}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Lawang = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Lawang}) &= \text{Min}(D(\text{Lawang}), (D(Y), W(Y, \text{Lawang}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Gempol = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Gempol}) &= \text{Min}(D(\text{Gempol}), (D(Y), W(Y, \text{Gempol}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Bangil = {

$$\begin{aligned} D(\text{Bangil}) &= \text{Min}(D(\text{Bangil}), (D(Y), W(Y, \text{Bangil}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Pasuruan = {

$$\begin{aligned} D(\text{Pasuruan}) &= \text{Min}(D(\text{Pasuruan}), (D(Y), W(Y, \text{Pasuruan}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Probolinggo = {

$$\begin{aligned} D(\text{Probolinggo}) &= \text{Min}(D(\text{Probolinggo}), (D(Y), W(Y, \text{Probolinggo}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Klakah = {

$$\begin{aligned} D(\text{Klakah}) &= \text{Min}(D(\text{Klakah}), (D(Y), W(Y, \text{Klakah}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (0 + 69.3)) \\ &= 69.3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Klakah}) &= R(Y) \cup [\text{Klakah}] \\ &= [\text{Jember}] \cup [\text{Klakah}] \\ &= [\text{Jember}, \text{Klakah}] \end{aligned}$$

}

Lumajang = {

$$\begin{aligned} D(\text{Lumajang}) &= \text{Min}(D(\text{Lumajang}), (D(Y), W(Y, \text{Lumajang}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (0 + 64.5)) \\ &= 64.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Lumajang}) &= R(Y) \cup [\text{Lumajang}] \\ &= [\text{Jember}] \cup [\text{Lumajang}] \\ &= [\text{Jember}, \text{Lumajang}] \end{aligned}$$

}

Banyuwangi = {

$$\begin{aligned} D(\text{Banyuwangi}) &= \text{Min}(D(\text{Banyuwangi}), (D(Y), W(Y, \text{Banyuwangi}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (0 + 103)) \\ &= 103 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Banyuwangi}) &= R(Y) \cup [\text{Banyuwangi}] \\ &= [\text{Jember}] \cup [\text{Banyuwangi}] \\ &= [\text{Jember}, \text{Banyuwangi}] \end{aligned}$$

}

Bondowoso = {

$$\begin{aligned} D(\text{Bondowoso}) &= \text{Min}(D(\text{Bondowoso}), (D(Y), W(Y, \text{Bondowoso}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (0 + 33.9)) \\ &= 33.9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Bondowoso}) &= R(Y) \cup [\text{Bondowoso}] \\ &= [\text{Jember}] \cup [\text{Bondowoso}] \\ &= [\text{Jember}, \text{Bondowoso}] \end{aligned}$$

}

Situbondo = {

$$\begin{aligned} D(\text{Situbondo}) &= \text{Min}(D(\text{Situbondo}), (D(Y), W(Y, \text{Situbondo}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Besuki = {

$$\begin{aligned} D(\text{Besuki}) &= \text{Min}(D(\text{Besuki}), (D(Y), W(Y, \text{Besuki}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Sidoarjo = {

$$\begin{aligned} D(\text{Sidoarjo}) &= \text{Min}(D(\text{Sidoarjo}), (D(Y), W(Y, \text{Sidoarjo}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Surabaya = {

$$\begin{aligned} D(\text{Surabaya}) &= \text{Min}(D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Mojokerto = {

$$\begin{aligned} D(\text{Mojokerto}) &= \text{Min}(D(\text{Mojokerto}), (D(Y), W(Y, \text{Mojokerto}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Gresik = {

$$\begin{aligned} D(\text{Gresik}) &= \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Lamongan = {

$$\begin{aligned} D(\text{Lamongan}) &= \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Tuban = {

$$\begin{aligned} D(\text{Tuban}) &= \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Bojonegoro = {

$$\begin{aligned} D(\text{Bojonegoro}) &= \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Nganjuk = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Nganjuk}) &= \text{Min}(D(\text{Nganjuk}), (D(Y), W(Y, \text{Nganjuk}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Ngawai = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Ngawai}) &= \text{Min}(D(\text{Ngawai}), (D(Y), W(Y, \text{Ngawai}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Madiun = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Madiun}) &= \text{Min}(D(\text{Madiun}), (D(Y), W(Y, \text{Madiun}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Magetan = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Magetan}) &= \text{Min}(D(\text{Magetan}), (D(Y), W(Y, \text{Magetan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Ponorogo = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Ponorogo}) &= \text{Min}(D(\text{Ponorogo}), (D(Y), W(Y, \text{Ponorogo}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Pacitan = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Pacitan}) &= \text{Min}(D(\text{Pacitan}), (D(Y), W(Y, \text{Pacitan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Trenggalek = {

$$D(\text{Trenggalek}) = \text{Min}(D(\text{Trenggalek}), (D(Y), W(Y, \text{Trenggalek})))$$

$$\begin{aligned}
&= \text{Min} (\infty, (0 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Prigi} &= \{ \\
D (\text{Prigi}) &= \text{Min} (D (\text{Prigi}), (D (Y), W (Y, \text{Prigi}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (0 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Tulungagung} &= \{ \\
D (\text{Tulungagung}) &= \text{Min} (D (\text{Tulungagung}), (D (Y), W (Y, \text{Tulungagung}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (0 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Blitar} &= \{ \\
D (\text{Blitar}) &= \text{Min} (D (\text{Blitar}), (D (Y), W (Y, \text{Blitar}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (0 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Kediri} &= \{ \\
D (\text{Kediri}) &= \text{Min} (D (\text{Kediri}), (D (Y), W (Y, \text{Kediri}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (0 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\}
\end{aligned}$$

Karena variabel Bondowoso memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu 33.9 maka, variabel $Y = \text{Bondowoso}$. Karena variabel Bondowoso merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel Bondowoso menjadi variabel permanen.

$$\begin{aligned}
L &= L \cup \text{Bondowoso} \\
&= [\text{Jember}, \text{Bondowoso}]
\end{aligned}$$

Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan L :

Iterasi 2

Dengan $Y = \{$

$$D(\text{Bondowoso}) = 0,$$

$$R(\text{Bondowoso}) = [\text{Jember}, \text{Bondowoso}]$$

Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

Jombang = {

$$\begin{aligned} D(\text{Lumajang}) &= \text{Min}(D(\text{Lumajang}), (D(Y), W(Y, \text{Lumajang}))) \\ &= \text{Min}(64.5, (33.9 + \infty)) \\ &= 64.5 \end{aligned}$$

}

Klakah = {

$$\begin{aligned} D(\text{Klakah}) &= \text{Min}(D(\text{Klakah}), (D(Y), W(Y, \text{Klakah}))) \\ &= \text{Min}(69.3, (33.9 + \infty)) \\ &= 69.3 \end{aligned}$$

}

Banyuwangi = {

$$\begin{aligned} D(\text{Banyuwangi}) &= \text{Min}(D(\text{Banyuwangi}), (D(Y), W(Y, \text{Banyuwangi}))) \\ &= \text{Min}(103, (33.9 + \infty)) \\ &= 103 \end{aligned}$$

}

Jombang = {

$$\begin{aligned} D(\text{Jombang}) &= \text{Min}(D(\text{Jombang}), (D(Y), W(Y, \text{Jombang}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Batu = {

$$\begin{aligned} D(\text{Batu}) &= \text{Min}(D(\text{Batu}), (D(Y), W(Y, \text{Batu}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Malang = {

$$\begin{aligned} D(\text{Malang}) &= \text{Min}(D(\text{Malang}), (D(Y), W(Y, \text{Malang}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Kepanjen = {

$$\begin{aligned} D(\text{Kepanjen}) &= \text{Min}(D(\text{Kepanjen}), (D(Y), W(Y, \text{Kepanjen}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Tumpang = {

$$\begin{aligned} D(\text{Tumpang}) &= \text{Min}(D(\text{Tumpang}), (D(Y), W(Y, \text{Tumpang}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Dampit = {

$$\begin{aligned} D(\text{Dampit}) &= \text{Min}(D(\text{Dampit}), (D(Y), W(Y, \text{Dampit}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Lawang = {

$$\begin{aligned} D(\text{Lawang}) &= \text{Min}(D(\text{Lawang}), (D(Y), W(Y, \text{Lawang}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Gempol = {

$$\begin{aligned} D(\text{Gempol}) &= \text{Min}(D(\text{Gempol}), (D(Y), W(Y, \text{Gempol}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Bangil = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Bangil}) &= \text{Min}(D(\text{Bangil}), (D(Y), W(Y, \text{Bangil}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Pasuruan = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Pasuruan}) &= \text{Min}(D(\text{Pasuruan}), (D(Y), W(Y, \text{Pasuruan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Probolinggo = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Probolinggo}) &= \text{Min}(D(\text{Probolinggo}), (D(Y), W(Y, \text{Probolinggo}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Situbondo = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Situbondo}) &= \text{Min}(D(\text{Situbondo}), (D(Y), W(Y, \text{Situbondo}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + 34.7)) \\
 &= 68.6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R(\text{Situbondo}) &= R(Y) \cup [\text{Situbondo}] \\
 &= [\text{Jember, Bondowoso}] \cup [\text{Situbondo}] \\
 &= [\text{Jember, Bondowoso, Situbondo}]
 \end{aligned}$$

}

Besuki = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Besuki}) &= \text{Min}(D(\text{Besuki}), (D(Y), W(Y, \text{Besuki}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + 35.2)) \\
 &= 69.1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R(\text{Besuki}) &= R(Y) \cup [\text{Besuki}] \\
 &= [\text{Jember, Bondowoso}] \cup [\text{Besuki}] \\
 &= [\text{Jember, Bondowoso, Besuki}]
 \end{aligned}$$

}

Sidoarjo = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Sidoarjo}) &= \text{Min}(D(\text{Sidoarjo}), (D(Y), W(Y, \text{Sidoarjo}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Surabaya = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Surabaya}) &= \text{Min}(D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Mojokerto = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Mojokerto}) &= \text{Min}(D(\text{Mojokerto}), (D(Y), W(Y, \text{Mojokerto}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Gresik = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Gresik}) &= \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Lamongan = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Lamongan}) &= \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Tuban = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Tuban}) &= \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Bojonegoro = {

$$D(\text{Bojonegoro}) = \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro})))$$

$$= \text{Min} (\infty, (33.9 + \infty))$$

$$= \infty$$

}

Nganjuk = {

$$D (\text{Nganjuk}) = \text{Min} (D (\text{Nganjuk}), (D (Y), W (Y, \text{Nganjuk})))$$

$$= \text{Min} (\infty, (33.9 + \infty))$$

$$= \infty$$

}

Ngawai = {

$$D (\text{Ngawai}) = \text{Min} (D (\text{Ngawai}), (D (Y), W (Y, \text{Ngawai})))$$

$$= \text{Min} (\infty, (33.9 + \infty))$$

$$= \infty$$

}

Madiun = {

$$D (\text{Madiun}) = \text{Min} (D (\text{Madiun}), (D (Y), W (Y, \text{Madiun})))$$

$$= \text{Min} (\infty, (33.9 + \infty))$$

$$= \infty$$

}

Magetan = {

$$D (\text{Magetan}) = \text{Min} (D (\text{Magetan}), (D (Y), W (Y, \text{Magetan})))$$

$$= \text{Min} (\infty, (33.9 + \infty))$$

$$= \infty$$

}

Ponorogo = {

$$D (\text{Ponorogo}) = \text{Min} (D (\text{Ponorogo}), (D (Y), W (Y, \text{Ponorogo})))$$

$$= \text{Min} (\infty, (33.9 + \infty))$$

$$= \infty$$

}

Pacitan = {

$$D (\text{Pacitan}) = \text{Min} (D (\text{Pacitan}), (D (Y), W (Y, \text{Pacitan})))$$

$$= \text{Min} (\infty, (33.9 + \infty))$$

$$\begin{aligned}
&= \infty \\
&\} \\
\text{Trenggalek} &= \{ \\
&D(\text{Trenggalek}) = \text{Min}(D(\text{Trenggalek}), (D(Y), W(Y, \text{Trenggalek}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Prigi} &= \{ \\
&D(\text{Prigi}) = \text{Min}(D(\text{Prigi}), (D(Y), W(Y, \text{Prigi}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Tulungagung} &= \{ \\
&D(\text{Tulungagung}) = \text{Min}(D(\text{Tulungagung}), (D(Y), W(Y, \text{Tulungagung}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Blitar} &= \{ \\
&D(\text{Blitar}) = \text{Min}(D(\text{Blitar}), (D(Y), W(Y, \text{Blitar}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Kediri} &= \{ \\
&D(\text{Kediri}) = \text{Min}(D(\text{Kediri}), (D(Y), W(Y, \text{Kediri}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\}
\end{aligned}$$

Karena variabel Lumajang memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu 64.5 maka, variabel $Y = \text{Lumajang}$. Karena variabel Lumajang merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel Lumajang menjadi variabel permanen.

$$L = L \cup \text{Lumajang}$$

= [Jember, Bondowoso, Lumajang]

Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan L :

Iterasi 19

Dengan $Y = \{$

D (Mojokerto) = 0,

R (Mojokerto) = [Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil,

Gempol, Mojokerto]

$\}$

Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

Surabaya = {

D (Surabaya) = $\text{Min} (D$ (Surabaya), (D (Y), W (Y , Surabaya))

= $\text{Min} (211.2, (205.798 + 47.8))$

= 211.2

$\}$

Blitar = {

D (Blitar) = $\text{Min} (D$ (Blitar), (D (Y), W (Y , Blitar))

= $\text{Min} (229.602, (205.798 + \infty))$

= 229.602

$\}$

Jombang = {

D (Jombang) = $\text{Min} (D$ (Jombang), (D (Y), W (Y , Jombang))

= $\text{Min} (276.1, (205.798 + 29.2))$

= 234.97

R (Jombang) = R (Y) \cup [Jombang]

= [Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol,
Mojokerto] \cup [Jombang]

= [Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol,

Mojokert, Jombang]

$\}$

Kediri = {

$$\begin{aligned} D(\text{Kediri}) &= \text{Min}(D(\text{Kediri}), (D(Y), W(Y, \text{Kediri}))) \\ &= \text{Min}(287, (205.798 + \infty)) \\ &= 287 \end{aligned}$$

}

Gresik = {

$$\begin{aligned} D(\text{Gresik}) &= \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (205.798 + 51)) \\ &= 256.795 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Gresik}) &= R(Y) \cup [\text{Gresik}] \\ &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol,} \\ &\quad \text{Mojokerto}] \cup [\text{Gresik}] \\ &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol,} \\ &\quad \text{Mojokerto, Gresik}] \end{aligned}$$

}

Lamongan = {

$$\begin{aligned} D(\text{Lamongan}) &= \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (205.798 + 49.2)) \\ &= 255 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Lamongan}) &= R(Y) \cup [\text{Lamongan}] \\ &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol,} \\ &\quad \text{Mojokerto}] \cup [\text{Lamongan}] \\ &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol,} \\ &\quad \text{Mojokerto, Lamongan}] \end{aligned}$$

}

Tuban = {

$$\begin{aligned} D(\text{Tuban}) &= \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (205.798 + 97.7)) \\ &= 303.5 \end{aligned}$$

$$R(\text{Tuban}) = R(Y) \cup [\text{Tuban}]$$

$$\begin{aligned}
&= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol,} \\
&\text{Mojokerto}] \cup [\text{Tuban}] \\
&= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol,} \\
&\text{Mojokerto, Tuban}]
\end{aligned}$$

}

$$\text{Lamongan} = \{$$

$$\begin{aligned}
D(\text{Lamongan}) &= \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (205.798 + 49.2)) \\
&= 255
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R(\text{Lamongan}) &= R(Y) \cup [\text{Lamongan}] \\
&= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol,} \\
&\text{Mojokerto}] \cup [\text{Lamongan}] \\
&= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol,} \\
&\text{Mojokerto, Lamongan}]
\end{aligned}$$

}

$$\text{Bojonegoro} = \{$$

$$\begin{aligned}
D(\text{Bojonegoro}) &= \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (205.798 + 89.3)) \\
&= 295.097
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R(\text{Bojonegoro}) &= R(Y) \cup [\text{Bojonegoro}] \\
&= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil,} \\
&\text{Gempol, Mojokerto}] \cup [\text{Bojonegoro}] \\
&= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil,} \\
&\text{Gempol, Mojokerto, Lamongan, Bojonegoro}]
\end{aligned}$$

}

$$\text{Nganjuk} = \{$$

$$\begin{aligned}
D(\text{Nganjuk}) &= \text{Min}(D(\text{Nganjuk}), (D(Y), W(Y, \text{Nganjuk}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (205.798 + \infty)) \\
&= \infty
\end{aligned}$$

}

$$\text{Ngawi} = \{$$

$$\begin{aligned}
 D(\text{Ngawi}) &= \text{Min}(D(\text{Ngawi}), (D(Y), W(Y, \text{Ngawi}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (205.798 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Madiun = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Madiun}) &= \text{Min}(D(\text{Madiun}), (D(Y), W(Y, \text{Madiun}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (205.798 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Magetan = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Magetan}) &= \text{Min}(D(\text{Magetan}), (D(Y), W(Y, \text{Magetan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (205.798 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Ponorogo = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Ponorogo}) &= \text{Min}(D(\text{Ponorogo}), (D(Y), W(Y, \text{Ponorogo}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (205.798 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Pacitan = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Pacitan}) &= \text{Min}(D(\text{Pacitan}), (D(Y), W(Y, \text{Pacitan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (205.798 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Trenggalek = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Trenggalek}) &= \text{Min}(D(\text{Trenggalek}), (D(Y), W(Y, \text{Trenggalek}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (205.798 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

}

Prigi = {

$$D(\text{Prigi}) = \text{Min}(D(\text{Prigi}), (D(Y), W(Y, \text{Prigi})))$$

$$\begin{aligned}
&= \text{Min} (\infty, (205.798 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Tulungagung} = \{ \\
&\quad D (\text{Tulungagung}) = \text{Min} (D (\text{Tulungagung}), (D (Y), W (Y, \text{Tulungagung}))) \\
&\quad = \text{Min} (\infty, (205.798 + \infty)) \\
&\quad = \infty \\
&\}
\end{aligned}$$

Karena variabel Surabaya memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu 211.2 maka, variabel $Y = \text{Surabaya}$. Karena variabel Surabaya merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel Surabaya menjadi variabel permanen.

$$\begin{aligned}
L &= L \cup \text{Surabaya} \\
&= [\text{Jember, Bondowoso, Lumajang, Situbondo, Besuki, Klakah, Probolinggo, Banyuwangi, Pasuruan, Dampit, Bangil, Kepanjen, Tumpang, Gempol, Lawang, Malang, Sidoarjo, Malang, Batu, Mojokerto, Surabaya}]
\end{aligned}$$

Karena variabel Surabaya sudah menjadi bagian dari himpunan L , maka iterasi berakhir pada iterasi 10. Jadi, hasil perhitungan dari studi kasus dengan titik awal yaitu Jember dan titik tujuan yaitu Surabaya menghasilkan rute lintasan [Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Sidoarjo, Surabaya] dengan total bobot sebesar 211.2 Km. Pada perhitungan algoritma Dijkstra diatas, hanya mencatatkan beberapa iterasi mulai dari iterasi 1, iterasi 2, dan iterasi 19. Untuk mengetahui lebih jelas dari perhitungan seluruh iterasi dengan studi kasus titik awal yaitu Jember dan titik tujuan yaitu Surabaya dapat dilihat pada lampiran 5.1.

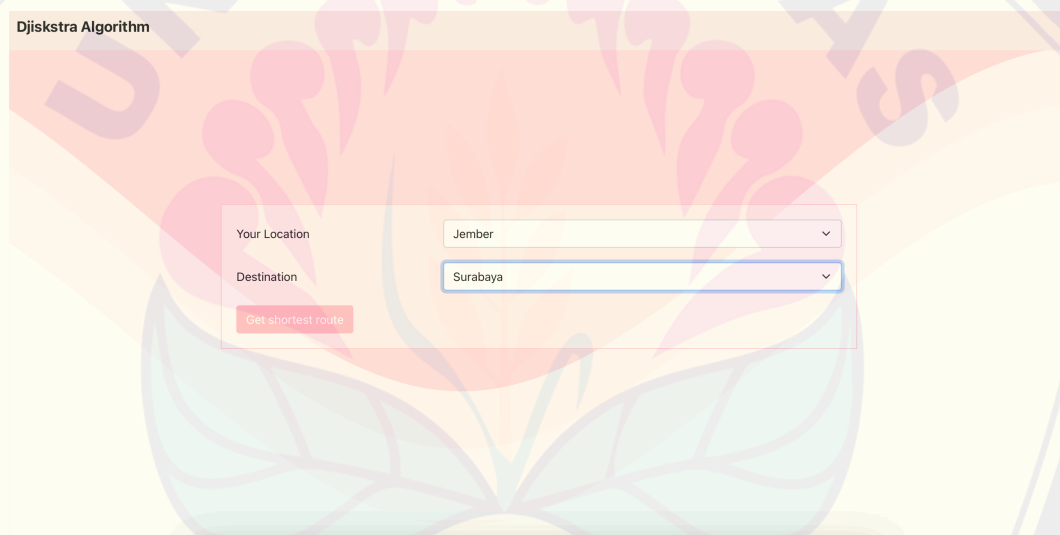
5.2 Hasil Pembangunan Aplikasi

Hasil pembangunan sistem pencarian rute terpendek jalan antar kota di wilayah Jawa Timur memiliki beberapa fitur antara lain pengguna dapat mengakses halaman beranda, melakukan pencarian rute terpendek antar dua kota, dan melihat hasil pencarian rute terpendek dengan bantuan API *google maps*. Sistem yang dibangun berbasis *website* yang bertujuan untuk mendapatkan hasil pencarian rute terpendek jalan antar kota di wilayah Jawa Timur dengan menggunakan algoritma

Dijkstra. Sasaran utama pengguna dari sistem ini yaitu pengemudi kendaraan roda 2 sampai dengan roda 8 tetapi, sistem ini dapat juga diakses oleh kalangan umum. Berikut merupakan penjelasan secara detail terkait fitur dari hasil pembangunan sistem ini :

5.2.1 Halaman Beranda

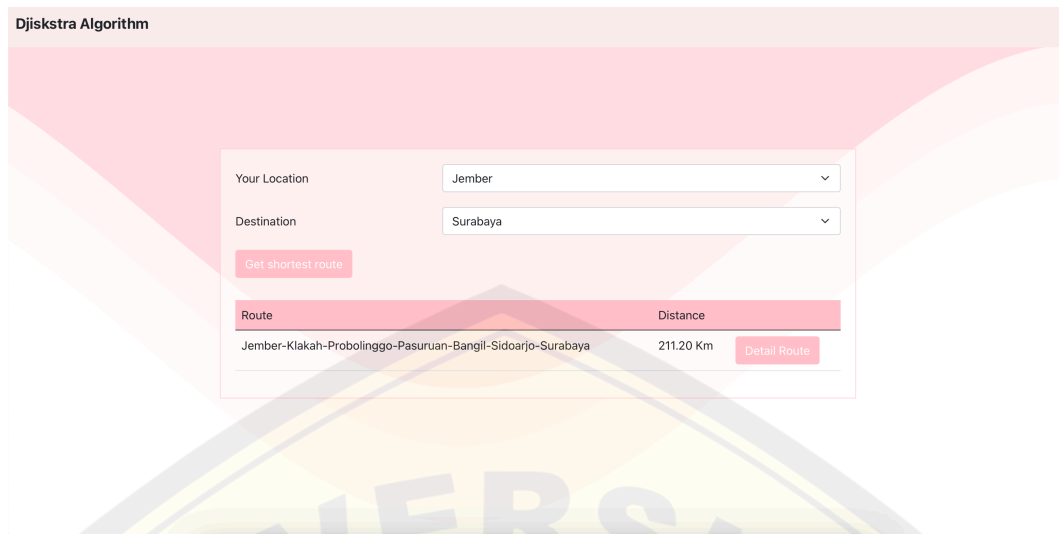
Halaman beranda merupakan halaman utama ketika pengguna mengakses sistem. Pengguna dapat melakukan pencarian rute terpendek dengan memilih titik awal dan titik tujuan. Pada sistem ini, titik awal dinamakan *your location* dan titik tujuan dinamakan *destination*. Apabila pengguna ingin melakukan pencarian rute terpendek antar kota yang ada di wilayah Jawa Timur dapat memilih *location* dan *destination*. Langkah selanjutnya, pengguna dapat menekan *button* “*get shortest route*”.



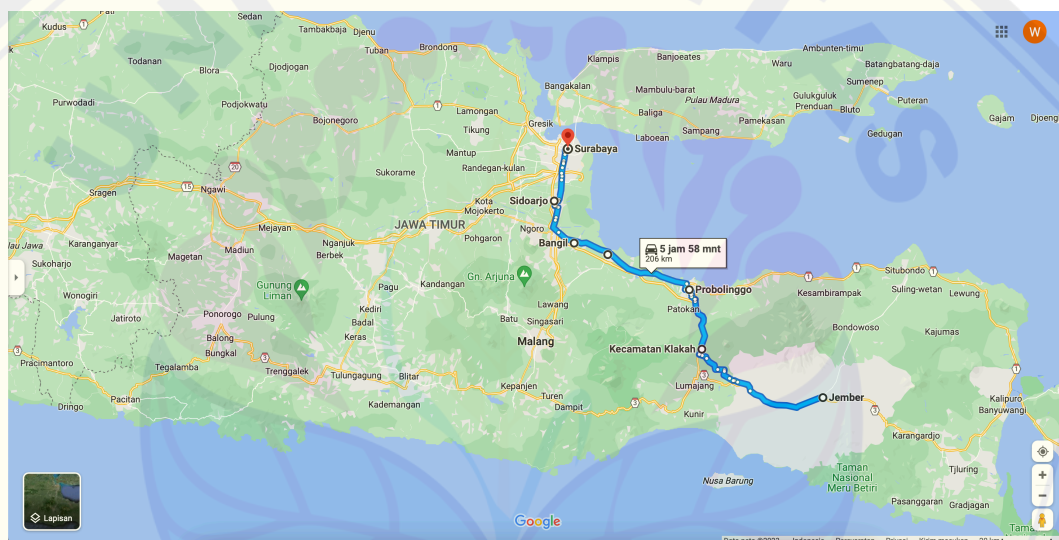
Gambar 5.3 Halaman Beranda

5.2.2 Halaman Melihat Hasil Pencarian Rute Terpendek

Halaman melihat hasil pencarian rute terpendek merupakan halaman yang menunjukkan hasil pencarian rute terpendek dengan menampilkan rute yang akan dilewati, jarak tempuh, dan *detail* rute. Apabila pengguna menekan *button* “*detail route*”, sistem akan beralih ke *google maps* yang akan menampilkan *detail* rute yang dapat dilihat pada gambar 17. halaman *detail* pencarian dari *google maps*.



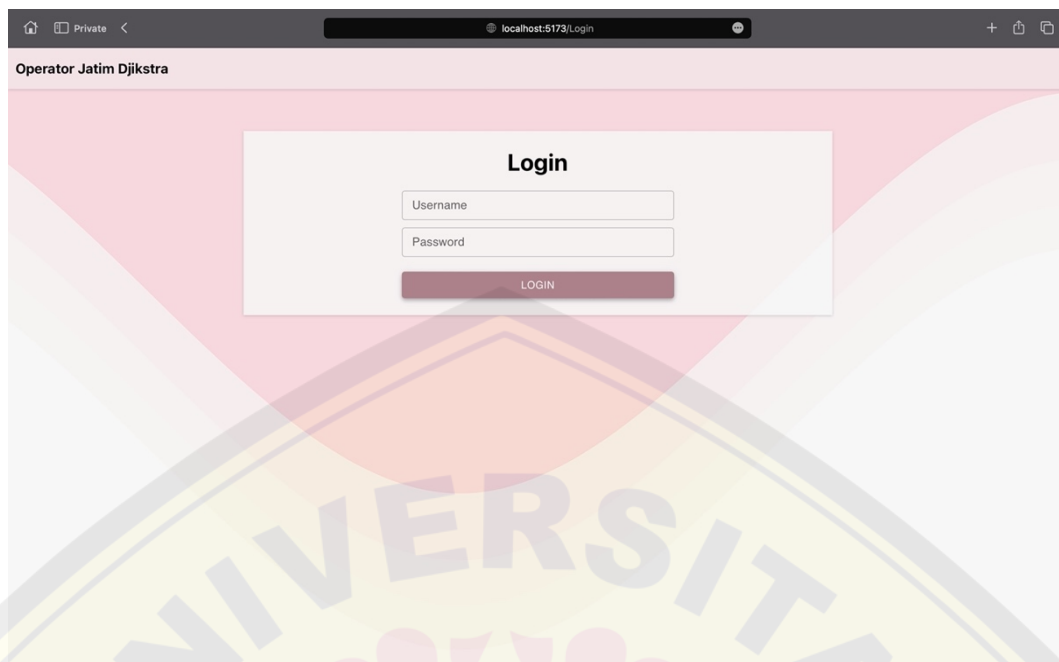
Gambar 5.4 Halaman Melihat Hasil Pencarian Rute Terpendek



Gambar 5.5 Halaman Detail Pencarian Rute dari Google Maps

5.2.3 Halaman Login

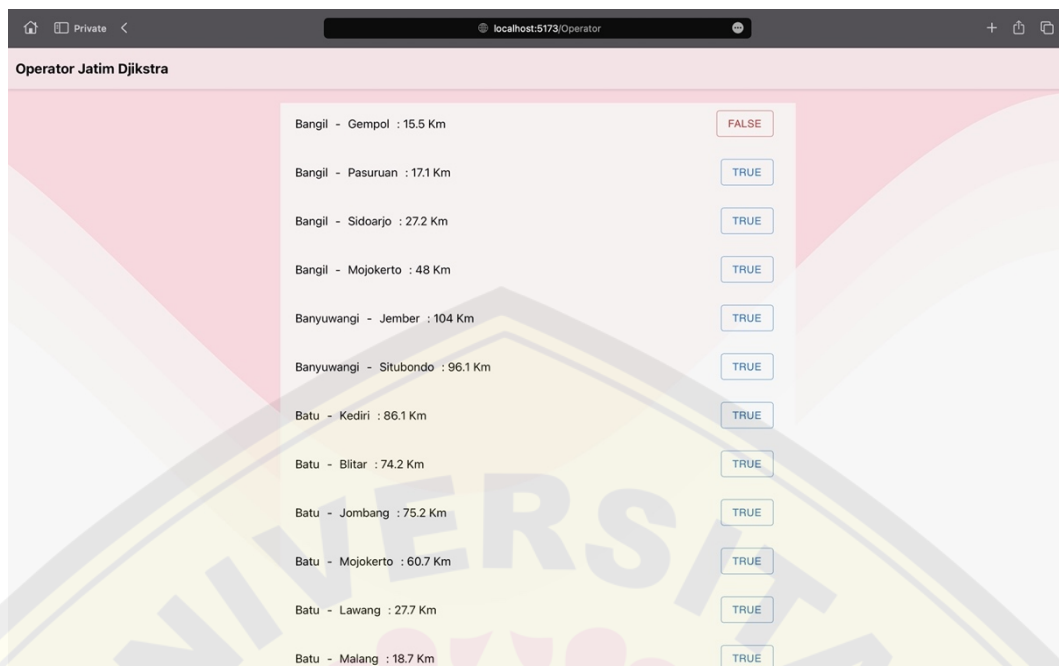
Halaman *login* merupakan halaman yang berisi sebuah masukan (*input*) yang berupa *username* dan *password*. Halaman ini dapat diakses oleh operator sebelum masuk ke halaman sistem.



Gambar 5.6 Halaman *Login* (Operator)

5.2.4 Halaman Mengedit Status *Edge*

Halaman mengedit status *edge* merupakan halaman yang digunakan oleh operator untuk mengedit status *edge* yang terdiri dari dua kondisi yaitu *true* and *false*. Apabila operator memilih kondisi “true”, maka sistem akan memperbarui database graf dengan memperbarui atribut *is_active* pada objek yang dipilih menjadi *true*. Sedangkan apabila operator memilih kondisi “false”, maka sistem akan memperbarui database graf dengan memperbarui atribut *is_active* pada objek yang dipilih menjadi *false*. Kondisi *true* menunjukkan bahwa rute jalan dapat dilewati sedangkan kondisi *false* menunjukkan bahwa rute jalan tidak dapat dilewati atau akses ditutup.

Gambar 5.7 Halaman Mengedit Status *Edge*

5.3 Pembahasan

Algoritma Dijkstra sangat mendukung dalam pengembangan sistem penentuan rute terpendek. *Output* (luaran) yang dihasilkan adalah jalur rute terpendek antara dua kota di Jawa Timur dengan mendigitasi peta Jawa Timur kedalam bentuk graf. Penggunaan database JSON adalah pilihan yang tepat pada penelitian ini dengan menjadikan setiap *node* sebagai objek yang memiliki atribut seperti bobot dan rute tempuh. Hal tersebut dapat mempermudah praktisi dalam melakukan pengembangan kode program. Penggunaan database statis merupakan pilihan yang tepat dikarenakan data kota dan kecamatan di Jawa Timur cenderung tidak mengalami perubahan baik nama kota dan jarak tempuh antar kota. Sistem pada penelitian ini dapat dikembangkan dengan mudah menggunakan model *waterfall* tanpa kendala dikarenakan jumlah fitur dan halaman yang tidak terlalu banyak. Namun, algoritma ini sedikit sulit diimplementasikan secara manual tanpa bahasa pemrograman apabila data *node* dan *edge* pada graf berjumlah sangat banyak. Letak sulitnya terdapat dibagian menentukan *node* dengan bobot terkecil pada graf disetiap iterasinya secara manual, yang mana hal tersebut dapat diselesaikan dengan cepat dengan bantuan bahasa *pemrograman*.

Perbedaan mendasar dengan penelitian sebelumnya apabila dilihat dari segi penggunaan metode yang dilakukan oleh (Reimon Batmetan, 2019) dengan judul penelitian “Algoritma Ant Colony Optimization (ACO) untuk Pemilihan Jalur Tercepat Evakuasi Bencana Gunung Lokon Sulawesi Utara” yaitu pada kriteria penggunaan parameter. Pada algoritma Dijkstra untuk menentukan rute terpendek hanya cukup menggunakan parameter titik awal, titik tujuan, dan bobot, sedangkan pada penggunaan algoritma Ant Colony Optimization (ACO) perlu menggunakan kriteria parameter tertentu seperti panjang rute, kecepatan, tikungan, kepadatan, dan titik aman. Jika dibandingkan dari segi kompleksitas waktu, algoritma Dijkstra memiliki kompleksitas waktu yang kecil sedangkan algoritma Ant Colony Optimization (ACO) memiliki kompleksitas waktu yang lebih tinggi karena melibatkan proses yang lebih kompleks seperti pembuatan solusi, pembaruan feromon, dan perhitungan probabilitas.

Sistem ini dibangun dengan bantuan API *google maps* sehingga, hasil pencarian rute terpendek dapat langsung ditampilkan pada peta (*google maps*). Selain itu, sistem yang dibangun juga mampu mengatasi penutupan jalan jika terdapat jalan tidak beroperasi yang disebabkan oleh beberapa kondisi seperti bencana alam, pembangunan jembatan penghubung antar kota, pembangunan jalan utama, dan lain sebagainya.

BAB 6 PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dalam implementasinya, algoritma Dijkstra memulai perhitungannya dengan mencari data *node* menggunakan *google maps* untuk mendapatkan rute terpendek antara dua kota di wilayah Jawa Timur. Setelah semua data terkumpul, tahap selanjutnya melakukan digitasi *maps*. Tahap digitasi *maps* yaitu tahap merepresentasikan kota dan rute jalan kedalam bentuk graf yang disajikan dalam bentuk peta. *Node* direpresentasikan sebagai kota, *edge* direpresentasikan sebagai jalan nasional antar kota yang terdapat di Jawa Timur, serta bobot direpresentasi sebagai jarak tempuh dari jalan tersebut. Setelah graf terbentuk selanjutnya, akan dilakukan eksekusi pencarian rute terpendek antara dua *node* dengan parameter yaitu *node* awal, *node* tujuan, dan jarak (bobot). Hasil dari algoritma Dijkstra menghasilkan rute dengan bobot terpendek yang mana terdiri dari sekumpulan *node* yang berurutan dan total jarak (bobot) yang akan ditempuh.
2. Pembangunan sistem pada penelitian ini menggunakan bantuan bahasa pemrograman *Javascript* dan *framework React Js*. Sistem yang dibangun memiliki beberapa fitur antara lain, pengguna dapat mengakses halaman beranda, melakukan pencarian rute terpendek antar dua kota, dan melihat hasil pencarian rute terpendek dengan bantuan API *google maps*. Pengguna dapat memilih titik awal sesuai dengan posisi awal pengguna dan titik tujuan sesuai dengan posisi tujuan pengguna. Luaran (*output*) yang dihasilkan berupa detail rute dan jarak yang akan ditempuh oleh pengguna.

6.2 Saran

Saran dari penelitian ini dapat digunakan untuk masukan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut oleh peneliti dan praktisi berikutnya dalam membuat sebuah sistem atau aplikasi rute terpendek dengan menggunakan algoritma Dijkstra yang dapat bermanfaat oleh masyarakat umum terutama pengendara kendaraan roda 2 sampai dengan roda 8 dengan

menambahkan parameter seperti dapat mendeteksi kemacetan lalu lintas secara *real time*, menghitung penggunaan biaya, dan menambahkan peraturan khusus dalam lalu lintas.

2. Melakukan perbandingan performa antara algoritma Dijkstra dengan algoritma pencarian rute terpendek lainnya dengan tujuan untuk mengetahui algoritma mana yang paling optimal dalam menentukan rute terpendek jalan antar kota khususnya di Jawa Timur.



DAFTAR PUSTAKA

- Ardiani, F. (2011). *Penentuan Jarak Terpendek dan Waktu Tempuh menggunakan Algoritma Dijkstra dengan Pemrograman Berbasis objek* [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Jumlah Kendaraan dan Jenis Kendaraan Provinsi Jawa Timur*. BPS Jawa Timur.
- Badan Pusat Statistika. (2020). *Luas Daerah, Jarak dan Jumlah Pulau Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur*. BPS Jawa Timur.
- Bramato Wicaksono Putra, A., Aulia Rachman, A., & Santoso, A. (2019). Perbandingan Hasil Rute Terdekat Antar Rumah Sakit di Samarinda Menggunakan Algoritma A*(star) dan Floyd-Warshall. *Sistem Informasi Dan Komputer*, 09, 59–68. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v9.i1.685>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2019). *Profil Provinsi Jawa Timur*. Direktorat Jenderal Bina Marga Jawa Timur.
- Google Maps. (n.d.). *Peta Lokasi Jawa Timur*. 2016. Retrieved March 28, 2023, from <https://www.google.co.id/maps>
- Hasanah, N. F., & Untari, S. R. (2020). *BUKU AJAR REKAYASA PERANGKAT LUNAK* (M. Suryawinata, Ed.). UMSIDA PRESS.
- IBM. (2009). *JavaScript Object Notation (JSON) format*. <https://www.ibm.com/docs/en/baw/19.x?topic=formats-javascript-object-notation-json-format>
- Juniansyah, A. J., & Mesterjon. (2016). APLIKASI PENENTUAN RUTE TERPENDEK UNTUK BAGIAN PEMASARAN PRODUK ROTI SURYA DENGAN METODE BEST FIRST SEARCH. *Jurnal Media Infotama*, 12.
- Kartasasmita¹, M., Purba², A. B., & Kusdiawan³, W. (2017). PENENTUAN JARAK EFISIEN PENGANTARAN PASIEN OLEH AMBULANCE KE RSUD KARAWANG DENGAN ALGORITME DIJKSTRA. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 9, 290.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan, (2004).
- Lubis, H. Syahriza. (2009). *Perbandingan Algoritma Greedy dan Dijkstra untuk Menentukan Lintasan Terpendek*. Universitas Sumatera Utara.

- Mahmudah, H., Floyd-Warshall untuk, P., Fajar Ibrahim, M., Puspitorini, O., Wijayanti, A., & Adi Siswandari, N. (2022). Penerapan Floyd-Warshall untuk Pencarian Rute Terpendek pada Aplikasi Notifikasi Kecelakaan Lalu Lintas. In *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi* | (Vol. 11, Issue 4).
- Mulyatiningsih, E. (2011). *Riset Terapan Bidang Pendidikan dan Teknik* (A. Nuryanto, Ed.). UNY Press.
- Munir., R. (2007). *Matematika Diskrit. Edisi III, Informatika, Bandung*.
- Pressman, R. S. (2012). *Rekayasa Perangkat Lunak Pendekatan Praktisi* (Andi, Ed.; 7th ed.).
- Reimon Batmetan, J. (2019). Algoritma Ant Colony Optimization (ACO) untuk Pemilihan Jalur Tercepat Evakuasi Bencana Gunung Lokon Sulawesi Utara. *Jurnal Teknologi Informasi*, 14, 1–103.
- Sanan, S., Jain, L., & Kappor, B. (2013). Shortest Path Algorithm. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAEM)*, 2(7), 317–320. <https://doi.org/10.5121/iju.2011.2304>
- Siang, J. J. (2009). *Matematika Diskrit dan Aplikasinya Pada Ilmu Komputer* (Andi, Ed.).
- Wibisono, S. (2008). *Matematika Diskrit* (2nd ed.). Graha Ilmu.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 5.1 Hasil Perhitungan Algoritma Dijkstra

Deklarasi semua variabel pada titik graf Jawa Timur

```

Jombang = {
  D (Jombang) = ∞
  R (Jombang) = [Jombang]
}
Batu = {
  D (Batu) = ∞
  R (Batu) = [Batu]
}
Malang = {
  D (Malang) = ∞
  R (Malang) = [Malang]
}
Kepanjen = {
  D (Kepanjen) = ∞
  R (Kepanjen) = [Kepanjen]
}
Tumpang = {
  D (Tumpang) = ∞
  R (Tumpang) = [Tumpang]
}
Dampit = {
  D (Dampit) = ∞
  R (Dampit) = [Dampit]
}
Lawang = {
  D (Lawang) = ∞
  R (Lawang) = [Lawang]
}
Gempol = {
  D (Gempol) = ∞
  R (Gempol) = [Gempol]
}
Bangil = {
  D (Bangil) = ∞
  R (Bangil) = [Bangil]
}
Pasuruan = {
  D (Pasuruan) = ∞
  R (Pasuruan) = [Pasuruan]
}
Probolinggo = {

```

```

    D (Probolinggo) = ∞
    R (Probolinggo) = [Probolinggo]
}
Klakah = {
    D (Klakah) = ∞
    R (Klakah) = [Klakah]
}
Lumajang = {
    D (Lumajang) = ∞
    R (Lumajang) = [Lumajang]
}
Jember = {
    D (Jember) = ∞
    R (Jember) = [Jember]
}
Banyuwangi = {
    D (Banyuwangi) = ∞
    R (Banyuwangi) = [Banyuwangi]
}
Bondowoso = {
    D (Bondowoso) = ∞
    R (Bondowoso) = [Bondowoso]
}
Situbondo = {
    D (Situbondo) = ∞
    R (Situbondo) = [Situbondo]
}
Besuki = {
    D (Besuki) = ∞
    R (Besuki) = [Besuki]
}
Sidoarjo = {
    D (Sidoarjo) = ∞
    R (Sidoarjo) = [Sidoarjo]
}
Surabaya = {
    D (Surabaya) = ∞
    R (Surabaya) = [Surabaya]
}
Mojokerto = {
    D (Mojokerto) = ∞
    R (Mojokerto) = [Mojokerto]
}
Gresik = {
    D (Gresik) = ∞
    R (Gresik) = [Gresik]
}

```

```

}
Lamongan = {
  D (Lamongan) = ∞
  R (Lamongan) = [Lamongan]
}
Tuban = {
  D (Tuban) = ∞
  R (Tuban) = [Tuban]
}
Bojonegoro = {
  D (Bojonegoro) = ∞
  R (Bojonegoro) = [Bojonegoro]
}
Nganjuk = {
  D (Nganjuk) = ∞
  R (Nganjuk) = [Nganjuk]
}
Ngawi = {
  D (Ngawi) = ∞
  R (Ngawi) = [Ngawi]
}
Madiun = {
  D (Madiun) = ∞
  R (Madiun) = [Madiun]
}
Magetan = {
  D (Magetan) = ∞
  R (Magetan) = [Magetan]
}
Ponorogo = {
  D (Ponorogo) = ∞
  R (Ponorogo) = [Ponorogo]
}
Pacitan = {
  D (Pacitan) = ∞
  R (Pacitan) = [Pacitan]
}
Trenggalek = {
  D (Trenggalek) = ∞
  R (Trenggalek) = [Trenggalek]
}
Prigi = {
  D (Prigi) = ∞
  R (Prigi) = [Prigi]
}
Tulungagung = {

```


$$\begin{aligned}
 & D (\text{Tulungagung}) = \infty \\
 & R (\text{Tulungagung}) = [\text{Tulungagung}] \\
 & \} \\
 \text{Blitar} & = \{ \\
 & \quad D (\text{Blitar}) = \infty \\
 & \quad R (\text{Blitar}) = [\text{Blitar}] \\
 & \} \\
 \text{Kediri} & = \{ \\
 & \quad D (\text{Kediri}) = \infty \\
 & \quad R (\text{Kediri}) = [\text{Kediri}] \\
 & \}
 \end{aligned}$$

Jember = Titik awal
 Surabaya = Titik tujuan
 V = Himpunan semua variabel pada titik graf Jawa Timur
 V = [Jombang, Batu, Malang, Kepanjen, Tumpang, Dampit, Lawang, Gempol, Bangil, Pasuruan, Probolinggo, Klakah, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Besuki, Sidoarjo, Surabaya, Mojokerto, Gresik, Lamongan, Tuban, Bojonegoro, Nganjuk, Ngawi, Madiun, Magetan, Ponorogo, Pacitan, Trenggalek, Prigi, Tulungagung, Blitar, Kediri]
 L = Himpunan variabel permanen; L = [Jember]
 Y = Variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V ; Y = Jember

Iterasi 1 :

Dengan $Y = \{$
 $D (\text{Jember}) = 0,$
 $R (\text{Jember}) = [\text{Jember}]$
 $\}$
 Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :
 $\text{Jombang} = \{$
 $D (\text{Jombang}) = \text{Min} (D (\text{Jombang}), (D (Y), W (Y, \text{Jombang})))$
 $= \text{Min} (\infty, (0 + \infty))$
 $= \infty$
 $\}$
 $\text{Batu} = \{$
 $D (\text{Batu}) = \text{Min} (D (\text{Batu}), (D (Y), W (Y, \text{Batu})))$
 $= \text{Min} (\infty, (0 + \infty))$
 $= \infty$
 $\}$
 $\text{Malang} = \{$
 $D (\text{Malang}) = \text{Min} (D (\text{Malang}), (D (Y), W (Y, \text{Malang})))$
 $= \text{Min} (\infty, (0 + \infty))$
 $= \infty$
 $\}$

$$\begin{aligned}
 & \text{Kepanjen} = \{ \\
 & \quad D(\text{Kepanjen}) = \text{Min}(D(\text{Kepanjen}), (D(Y), W(Y, \text{Kepanjen}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Tumpang} = \{ \\
 & \quad D(\text{Tumpang}) = \text{Min}(D(\text{Tumpang}), (D(Y), W(Y, \text{Tumpang}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Dampit} = \{ \\
 & \quad D(\text{Dampit}) = \text{Min}(D(\text{Dampit}), (D(Y), W(Y, \text{Dampit}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Lawang} = \{ \\
 & \quad D(\text{Lawang}) = \text{Min}(D(\text{Lawang}), (D(Y), W(Y, \text{Lawang}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Gempol} = \{ \\
 & \quad D(\text{Gempol}) = \text{Min}(D(\text{Gempol}), (D(Y), W(Y, \text{Gempol}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Bangil} = \{ \\
 & \quad D(\text{Bangil}) = \text{Min}(D(\text{Bangil}), (D(Y), W(Y, \text{Bangil}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Pasuruan} = \{ \\
 & \quad D(\text{Pasuruan}) = \text{Min}(D(\text{Pasuruan}), (D(Y), W(Y, \text{Pasuruan}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Probolinggo} = \{ \\
 & \quad D(\text{Probolinggo}) = \text{Min}(D(\text{Probolinggo}), (D(Y), W(Y, \text{Probolinggo}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Klakah} = \{ \\
 & \quad D(\text{Klakah}) = \text{Min}(D(\text{Klakah}), (D(Y), W(Y, \text{Klakah}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (0 + 69.3)) \\
 & \quad \quad = 69.3 \\
 & \quad R(\text{Klakah}) = R(Y) \cup [\text{Klakah}] \\
 & \quad \quad = [\text{Jember}] \cup [\text{Klakah}]
 \end{aligned}$$

$$= [\text{Jember, Klakah}]$$

$$\}$$

$$\text{Lumajang} = \{$$

$$D (\text{Lumajang}) = \text{Min} (D (\text{Lumajang}), (D (Y), W (Y, \text{Lumajang})))$$

$$= \text{Min} (\infty, (0 + 64.5))$$

$$= 64.5$$

$$R (\text{Lumajang}) = R (Y) \cup [\text{Lumajang}]$$

$$= [\text{Jember}] \cup [\text{Lumajang}]$$

$$= [\text{Jember, Lumajang}]$$

$$\}$$

$$\text{Banyuwangi} = \{$$

$$D (\text{Banyuwangi}) = \text{Min} (D (\text{Banyuwangi}), (D (Y), W (Y, \text{Banyuwangi})))$$

$$= \text{Min} (\infty, (0 + 103))$$

$$= 103$$

$$R (\text{Banyuwangi}) = R (Y) \cup [\text{Banyuwangi}]$$

$$= [\text{Jember}] \cup [\text{Banyuwangi}]$$

$$= [\text{Jember, Banyuwangi}]$$

$$\}$$

$$\text{Bondowoso} = \{$$

$$D (\text{Bondowoso}) = \text{Min} (D (\text{Bondowoso}), (D (Y), W (Y, \text{Bondowoso})))$$

$$= \text{Min} (\infty, (0 + 33.9))$$

$$= 33.9$$

$$R (\text{Bondowoso}) = R (Y) \cup [\text{Bondowoso}]$$

$$= [\text{Jember}] \cup [\text{Bondowoso}]$$

$$= [\text{Jember, Bondowoso}]$$

$$\}$$

$$\text{Situbondo} = \{$$

$$D (\text{Situbondo}) = \text{Min} (D (\text{Situbondo}), (D (Y), W (Y, \text{Situbondo})))$$

$$= \text{Min} (\infty, (0 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\text{Besuki} = \{$$

$$D (\text{Besuki}) = \text{Min} (D (\text{Besuki}), (D (Y), W (Y, \text{Besuki})))$$

$$= \text{Min} (\infty, (0 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\text{Sidoarjo} = \{$$

$$D (\text{Sidoarjo}) = \text{Min} (D (\text{Sidoarjo}), (D (Y), W (Y, \text{Sidoarjo})))$$

$$= \text{Min} (\infty, (0 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\text{Surabaya} = \{$$

$$\begin{aligned}
 D(\text{Surabaya}) &= \text{Min}(D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Mojokerto} &= \{ \\
 D(\text{Mojokerto}) &= \text{Min}(D(\text{Mojokerto}), (D(Y), W(Y, \text{Mojokerto}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Gresik} &= \{ \\
 D(\text{Gresik}) &= \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Lamongan} &= \{ \\
 D(\text{Lamongan}) &= \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Tuban} &= \{ \\
 D(\text{Tuban}) &= \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Bojonegoro} &= \{ \\
 D(\text{Bojonegoro}) &= \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Nganjuk} &= \{ \\
 D(\text{Nganjuk}) &= \text{Min}(D(\text{Nganjuk}), (D(Y), W(Y, \text{Nganjuk}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Ngawi} &= \{ \\
 D(\text{Ngawi}) &= \text{Min}(D(\text{Ngawi}), (D(Y), W(Y, \text{Ngawi}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Madiun} &= \{ \\
 D(\text{Madiun}) &= \text{Min}(D(\text{Madiun}), (D(Y), W(Y, \text{Madiun}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (0 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Magetan} &= \{ \\
 D(\text{Magetan}) &= \text{Min}(D(\text{Magetan}), (D(Y), W(Y, \text{Magetan})))
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \text{Min} (\infty, (0 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Ponorogo} = \{ \\
&D (\text{Ponorogo}) = \text{Min} (D (\text{Ponorogo}), (D (Y), W (Y, \text{Ponorogo}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (0 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Pacitan} = \{ \\
&D (\text{Pacitan}) = \text{Min} (D (\text{Pacitan}), (D (Y), W (Y, \text{Pacitan}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (0 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Trenggalek} = \{ \\
&D (\text{Trenggalek}) = \text{Min} (D (\text{Trenggalek}), (D (Y), W (Y, \text{Trenggalek}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (0 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Prigi} = \{ \\
&D (\text{Prigi}) = \text{Min} (D (\text{Prigi}), (D (Y), W (Y, \text{Prigi}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (0 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Tulungagung} = \{ \\
&D (\text{Tulungagung}) = \text{Min} (D (\text{Tulungagung}), (D (Y), W (Y, \text{Tulungagung}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (0 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Blitar} = \{ \\
&D (\text{Blitar}) = \text{Min} (D (\text{Blitar}), (D (Y), W (Y, \text{Blitar}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (0 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Kediri} = \{ \\
&D (\text{Kediri}) = \text{Min} (D (\text{Kediri}), (D (Y), W (Y, \text{Kediri}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (0 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Karena variabel Bondowoso memiliki bobot terkecil pada himpunan } V \text{ yaitu} \\
\text{berbobot } 33.9, \text{ maka variabel } Y = \text{Bondowoso. Karena Bondowoso merupakan} \\
\text{variabel dengan bobot terkecil pada himpunan } V, \text{ maka variabel Bondowoso} \\
\text{menjadi variabel permanen.} \\
L = L \cup \text{Bondowoso} \\
= [\text{Jember, Bondowoso}]
\end{aligned}$$

Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan L :

Iterasi 2 :

Dengan $Y = \{$

$$D(\text{Bondowoso}) = 33.9,$$

$$R(\text{Bondowoso}) = [\text{Jember, Bondowoso}]$$

$\}$

Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

Lumajang = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Lumajang}) &= \text{Min}(D(\text{Lumajang}), (D(Y), W(Y, \text{Lumajang}))) \\ &= \text{Min}(64.5, (33.9 + \infty)) \\ &= 64.5 \end{aligned}$$

$\}$

Klakah = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Klakah}) &= \text{Min}(D(\text{Klakah}), (D(Y), W(Y, \text{Klakah}))) \\ &= \text{Min}(69.3, (33.9 + \infty)) \\ &= 69.3 \end{aligned}$$

$\}$

Banyuwangi = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Banyuwangi}) &= \text{Min}(D(\text{Banyuwangi}), (D(Y), W(Y, \text{Banyuwangi}))) \\ &= \text{Min}(103, (33.9 + \infty)) \\ &= 103 \end{aligned}$$

$\}$

Jombang = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Jombang}) &= \text{Min}(D(\text{Jombang}), (D(Y), W(Y, \text{Jombang}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

$\}$

Batu = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Batu}) &= \text{Min}(D(\text{Batu}), (D(Y), W(Y, \text{Batu}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

$\}$

Malang = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Malang}) &= \text{Min}(D(\text{Malang}), (D(Y), W(Y, \text{Malang}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

$\}$

Kepanjen = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Kepanjen}) &= \text{Min}(D(\text{Kepanjen}), (D(Y), W(Y, \text{Kepanjen}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

$\}$

Tumpang = $\{$

$$\begin{aligned}
 D(\text{Tumpang}) &= \text{Min}(D(\text{Tumpang}), (D(Y), W(Y, \text{Tumpang}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Dampit} &= \{ \\
 D(\text{Dampit}) &= \text{Min}(D(\text{Dampit}), (D(Y), W(Y, \text{Dampit}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Lawang} &= \{ \\
 D(\text{Lawang}) &= \text{Min}(D(\text{Lawang}), (D(Y), W(Y, \text{Lawang}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Gempol} &= \{ \\
 D(\text{Gempol}) &= \text{Min}(D(\text{Gempol}), (D(Y), W(Y, \text{Gempol}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Bangil} &= \{ \\
 D(\text{Bangil}) &= \text{Min}(D(\text{Bangil}), (D(Y), W(Y, \text{Bangil}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Pasuruan} &= \{ \\
 D(\text{Pasuruan}) &= \text{Min}(D(\text{Pasuruan}), (D(Y), W(Y, \text{Pasuruan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Probolinggo} &= \{ \\
 D(\text{Probolinggo}) &= \text{Min}(D(\text{Probolinggo}), (D(Y), W(Y, \text{Probolinggo}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Situbondo} &= \{ \\
 D(\text{Situbondo}) &= \text{Min}(D(\text{Situbondo}), (D(Y), W(Y, \text{Situbondo}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + 34.7)) \\
 &= 68.6 \\
 R(\text{Situbondo}) &= R(Y) \cup [\text{Situbondo}] \\
 &= [\text{Jember, Bondowoso}] \cup [\text{Situbondo}] \\
 &= [\text{Jember, Bondowoso, Situbondo}] \\
 \} \\
 \text{Besuki} &= \{ \\
 D(\text{Besuki}) &= \text{Min}(D(\text{Besuki}), (D(Y), W(Y, \text{Besuki}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (33.9 + 35.2))
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 69.1 \\
R(\text{Besuki}) &= R(Y) \cup [\text{Besuki}] \\
&= [\text{Jember, Bondowoso}] \cup [\text{Besuki}] \\
&= [\text{Jember, Bondowoso, Besuki}] \\
&\} \\
\text{Sidoarjo} &= \{ \\
D(\text{Sidoarjo}) &= \text{Min}(D(\text{Sidoarjo}), (D(Y), W(Y, \text{Sidoarjo}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Surabaya} &= \{ \\
D(\text{Surabaya}) &= \text{Min}(D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Mojokerto} &= \{ \\
D(\text{Mojokerto}) &= \text{Min}(D(\text{Mojokerto}), (D(Y), W(Y, \text{Mojokerto}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Gresik} &= \{ \\
D(\text{Gresik}) &= \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Lamongan} &= \{ \\
D(\text{Lamongan}) &= \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Tuban} &= \{ \\
D(\text{Tuban}) &= \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Bojonegoro} &= \{ \\
D(\text{Bojonegoro}) &= \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Nganjuk} &= \{ \\
D(\text{Nganjuk}) &= \text{Min}(D(\text{Nganjuk}), (D(Y), W(Y, \text{Nganjuk}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
&\}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Ngawi} = \{ \\
 & \quad D(\text{Ngawi}) = \text{Min}(D(\text{Ngawi}), (D(Y), W(Y, \text{Ngawi}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Madiun} = \{ \\
 & \quad D(\text{Madiun}) = \text{Min}(D(\text{Madiun}), (D(Y), W(Y, \text{Madiun}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Magetan} = \{ \\
 & \quad D(\text{Magetan}) = \text{Min}(D(\text{Magetan}), (D(Y), W(Y, \text{Magetan}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Ponorogo} = \{ \\
 & \quad D(\text{Ponorogo}) = \text{Min}(D(\text{Ponorogo}), (D(Y), W(Y, \text{Ponorogo}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Pacitan} = \{ \\
 & \quad D(\text{Pacitan}) = \text{Min}(D(\text{Pacitan}), (D(Y), W(Y, \text{Pacitan}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Trenggalek} = \{ \\
 & \quad D(\text{Trenggalek}) = \text{Min}(D(\text{Trenggalek}), (D(Y), W(Y, \text{Trenggalek}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Prigi} = \{ \\
 & \quad D(\text{Prigi}) = \text{Min}(D(\text{Prigi}), (D(Y), W(Y, \text{Prigi}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Tulungagung} = \{ \\
 & \quad D(\text{Tulungagung}) = \text{Min}(D(\text{Tulungagung}), (D(Y), W(Y, \text{Tulungagung}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Blitar} = \{ \\
 & \quad D(\text{Blitar}) = \text{Min}(D(\text{Blitar}), (D(Y), W(Y, \text{Blitar}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kediri} = \{ \\ D(\text{Kediri}) &= \text{Min}(D(\text{Kediri}), (D(Y), W(Y, \text{Kediri}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (33.9 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}
 Karena variabel Lumajang memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 64.5, maka variabel $Y = \text{Lumajang}$. Karena Lumajang merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel Lumajang menjadi variabel permanen.

$$\begin{aligned} L &= L \cup \text{Lumajang} \\ &= [\text{Jember, Bondowoso, Lumajang}] \end{aligned}$$

Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan L :

Iterasi 3 :

$$\begin{aligned} \text{Dengan } Y = \{ \\ D(\text{Lumajang}) &= 64.5, \\ R(\text{Lumajang}) &= [\text{Jember, Lumajang}] \end{aligned}$$

}
 Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

$$\begin{aligned} \text{Situbondo} = \{ \\ D(\text{Situbondo}) &= \text{Min}(D(\text{Situbondo}), (D(Y), W(Y, \text{Situbondo}))) \\ &= \text{Min}(68.6, (64.5 + \infty)) \\ &= 68.6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besuki} = \{ \\ D(\text{Besuki}) &= \text{Min}(D(\text{Besuki}), (D(Y), W(Y, \text{Besuki}))) \\ &= \text{Min}(69.1, (64.5 + \infty)) \\ &= 69.1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Klakah} = \{ \\ D(\text{Klakah}) &= \text{Min}(D(\text{Klakah}), (D(Y), W(Y, \text{Klakah}))) \\ &= \text{Min}(69.3, (64.5 + 17.3)) \\ &= 69.3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Banyuwangi} = \{ \\ D(\text{Banyuwangi}) &= \text{Min}(D(\text{Banyuwangi}), (D(Y), W(Y, \text{Banyuwangi}))) \\ &= \text{Min}(103, (64.5 + \infty)) \\ &= 103 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jombang} = \{ \\ D(\text{Jombang}) &= \text{Min}(D(\text{Jombang}), (D(Y), W(Y, \text{Jombang}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (64.5 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \} \\
 \text{Batu} &= \{ \\
 & D(\text{Batu}) = \text{Min}(D(\text{Batu}), (D(Y), W(Y, \text{Batu}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (64.5 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Malang} &= \{ \\
 & D(\text{Malang}) = \text{Min}(D(\text{Malang}), (D(Y), W(Y, \text{Malang}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (64.5 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Kepanjen} &= \{ \\
 & D(\text{Kepanjen}) = \text{Min}(D(\text{Kepanjen}), (D(Y), W(Y, \text{Kepanjen}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (64.5 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Tumpang} &= \{ \\
 & D(\text{Tumpang}) = \text{Min}(D(\text{Tumpang}), (D(Y), W(Y, \text{Tumpang}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (64.5 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Dampit} &= \{ \\
 & D(\text{Dampit}) = \text{Min}(D(\text{Dampit}), (D(Y), W(Y, \text{Dampit}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (64.5 + 80.5)) \\
 & \quad = 145 \\
 & R(\text{Dampit}) = R(Y) \cup [\text{Dampit}] \\
 & \quad = [\text{Jember, Lumajang}] \cup [\text{Dampit}] \\
 & \quad = [\text{Jember, Lumajang, Dampit}] \\
 & \} \\
 \text{Lawang} &= \{ \\
 & D(\text{Lawang}) = \text{Min}(D(\text{Lawang}), (D(Y), W(Y, \text{Lawang}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (64.5 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Gempol} &= \{ \\
 & D(\text{Gempol}) = \text{Min}(D(\text{Gempol}), (D(Y), W(Y, \text{Gempol}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (64.5 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Bangil} &= \{ \\
 & D(\text{Bangil}) = \text{Min}(D(\text{Bangil}), (D(Y), W(Y, \text{Bangil}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (64.5 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Pasuruan} &= \{
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D(\text{Pasuruan}) &= \text{Min}(D(\text{Pasuruan}), (D(Y), W(Y, \text{Pasuruan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Probolinggo} &= \{ \\
 D(\text{Probolinggo}) &= \text{Min}(D(\text{Probolinggo}), (D(Y), W(Y, \text{Probolinggo}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Sidoarjo} &= \{ \\
 D(\text{Sidoarjo}) &= \text{Min}(D(\text{Sidoarjo}), (D(Y), W(Y, \text{Sidoarjo}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Surabaya} &= \{ \\
 D(\text{Surabaya}) &= \text{Min}(D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Mojokerto} &= \{ \\
 D(\text{Mojokerto}) &= \text{Min}(D(\text{Mojokerto}), (D(Y), W(Y, \text{Mojokerto}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Gresik} &= \{ \\
 D(\text{Gresik}) &= \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Lamongan} &= \{ \\
 D(\text{Lamongan}) &= \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Tuban} &= \{ \\
 D(\text{Tuban}) &= \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Bojonegoro} &= \{ \\
 D(\text{Bojonegoro}) &= \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Nganjuk} &= \{ \\
 D(\text{Nganjuk}) &= \text{Min}(D(\text{Nganjuk}), (D(Y), W(Y, \text{Nganjuk}))) \\
 \}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Min} (\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Ngawi} = \{ \\
 &D (\text{Ngawi}) = \text{Min} (D (\text{Ngawi}), (D (Y), W (Y, \text{Ngawi}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Madiun} = \{ \\
 &D (\text{Madiun}) = \text{Min} (D (\text{Madiun}), (D (Y), W (Y, \text{Madiun}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Magetan} = \{ \\
 &D (\text{Magetan}) = \text{Min} (D (\text{Magetan}), (D (Y), W (Y, \text{Magetan}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Ponorogo} = \{ \\
 &D (\text{Ponorogo}) = \text{Min} (D (\text{Ponorogo}), (D (Y), W (Y, \text{Ponorogo}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Pacitan} = \{ \\
 &D (\text{Pacitan}) = \text{Min} (D (\text{Pacitan}), (D (Y), W (Y, \text{Pacitan}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Trenggalek} = \{ \\
 &D (\text{Trenggalek}) = \text{Min} (D (\text{Trenggalek}), (D (Y), W (Y, \text{Trenggalek}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Prigi} = \{ \\
 &D (\text{Prigi}) = \text{Min} (D (\text{Prigi}), (D (Y), W (Y, \text{Prigi}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Tulungagung} = \{ \\
 &D (\text{Tulungagung}) = \text{Min} (D (\text{Tulungagung}), (D (Y), W (Y, \text{Tulungagung}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Blitar} = \{ \\
 &D (\text{Blitar}) = \text{Min} (D (\text{Blitar}), (D (Y), W (Y, \text{Blitar})))
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Min} (\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Kediri} = \{ \\
 &D (\text{Kediri}) = \text{Min} (D (\text{Kediri}), (D (Y), W (Y, \text{Kediri}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (64.5 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \end{aligned}$$

Karena variabel Situbondo memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 68.6, maka variabel $Y = \text{Situbondo}$. Karena Situbondo merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel Situbondo menjadi variabel permanen.

$$\begin{aligned}
 L &= L \cup \text{Situbondo} \\
 &= [\text{Jember, Bondowoso, Lumajang, Situbondo}]
 \end{aligned}$$

Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan L :

Iterasi 4 :

$$\begin{aligned}
 \text{Dengan } Y = \{ \\
 &D (\text{Situbondo}) = 68.6, \\
 &R (\text{Situbondo}) = [\text{Jember, Bondowoso, Situbondo}] \\
 \} \\
 \end{aligned}$$

Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

$$\begin{aligned}
 \text{Besuki} = \{ \\
 &D (\text{Besuki}) = \text{Min} (D (\text{Besuki}), (D (Y), W (Y, \text{Besuki}))) \\
 &= \text{Min} (69.1, (68.6 + 38.8)) \\
 &= 69.1 \\
 \} \\
 \text{Klakah} = \{ \\
 &D (\text{Klakah}) = \text{Min} (D (\text{Klakah}), (D (Y), W (Y, \text{Klakah}))) \\
 &= \text{Min} (69.3, (68.6 + \infty)) \\
 &= 69.3 \\
 \} \\
 \text{Banyuwangi} = \{ \\
 &D (\text{Banyuwangi}) = \text{Min} (D (\text{Banyuwangi}), (D (Y), W (Y, \text{Banyuwangi}))) \\
 &= \text{Min} (103, (68.6 + 95)) \\
 &= 103 \\
 \} \\
 \text{Dampit} = \{ \\
 &D (\text{Dampit}) = \text{Min} (D (\text{Dampit}), (D (Y), W (Y, \text{Dampit}))) \\
 &= \text{Min} (145, (68.6 + \infty)) \\
 &= 145 \\
 \} \\
 \text{Jombang} = \{ \\
 &D (\text{Jombang}) = \text{Min} (D (\text{Jombang}), (D (Y), W (Y, \text{Jombang})))
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Min} (\infty, (68.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Batu} = \{ \\
 &D (\text{Batu}) = \text{Min} (D (\text{Batu}), (D (Y), W (Y, \text{Batu}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (68.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Malang} = \{ \\
 &D (\text{Malang}) = \text{Min} (D (\text{Malang}), (D (Y), W (Y, \text{Malang}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (68.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Kepanjen} = \{ \\
 &D (\text{Kepanjen}) = \text{Min} (D (\text{Kepanjen}), (D (Y), W (Y, \text{Kepanjen}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (68.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Tumpang} = \{ \\
 &D (\text{Tumpang}) = \text{Min} (D (\text{Tumpang}), (D (Y), W (Y, \text{Tumpang}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (68.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Lawang} = \{ \\
 &D (\text{Lawang}) = \text{Min} (D (\text{Lawang}), (D (Y), W (Y, \text{Lawang}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (68.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Gempol} = \{ \\
 &D (\text{Gempol}) = \text{Min} (D (\text{Gempol}), (D (Y), W (Y, \text{Gempol}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (68.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Bangil} = \{ \\
 &D (\text{Bangil}) = \text{Min} (D (\text{Bangil}), (D (Y), W (Y, \text{Bangil}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (68.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Pasuruan} = \{ \\
 &D (\text{Pasuruan}) = \text{Min} (D (\text{Pasuruan}), (D (Y), W (Y, \text{Pasuruan}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (68.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Probolinggo} = \{ \\
 &D (\text{Probolinggo}) = \text{Min} (D (\text{Probolinggo}), (D (Y), W (Y, \text{Probolinggo}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (68.6 + \infty))
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Sidoarjo} &= \{ \\
 &D(\text{Sidoarjo}) = \text{Min}(D(\text{Sidoarjo}), (D(Y), W(Y, \text{Sidoarjo}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (68.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Surabaya} &= \{ \\
 &D(\text{Surabaya}) = \text{Min}(D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (68.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Mojokerto} &= \{ \\
 &D(\text{Mojokerto}) = \text{Min}(D(\text{Mojokerto}), (D(Y), W(Y, \text{Mojokerto}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (68.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Gresik} &= \{ \\
 &D(\text{Gresik}) = \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (68.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Lamongan} &= \{ \\
 &D(\text{Lamongan}) = \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (68.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Tuban} &= \{ \\
 &D(\text{Tuban}) = \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (68.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Bojonegoro} &= \{ \\
 &D(\text{Bojonegoro}) = \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (68.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Nganjuk} &= \{ \\
 &D(\text{Nganjuk}) = \text{Min}(D(\text{Nganjuk}), (D(Y), W(Y, \text{Nganjuk}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (68.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Ngawi} &= \{ \\
 &D(\text{Ngawi}) = \text{Min}(D(\text{Ngawi}), (D(Y), W(Y, \text{Ngawi}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (68.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \} \\
 \text{Madiun} = & \{ \\
 & D(\text{Madiun}) = \text{Min}(D(\text{Madiun}), (D(Y), W(Y, \text{Madiun}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (68.6 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Magetan} = & \{ \\
 & D(\text{Magetan}) = \text{Min}(D(\text{Magetan}), (D(Y), W(Y, \text{Magetan}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (68.6 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Ponorogo} = & \{ \\
 & D(\text{Ponorogo}) = \text{Min}(D(\text{Ponorogo}), (D(Y), W(Y, \text{Ponorogo}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (68.6 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Pacitan} = & \{ \\
 & D(\text{Pacitan}) = \text{Min}(D(\text{Pacitan}), (D(Y), W(Y, \text{Pacitan}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (68.6 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Trenggalek} = & \{ \\
 & D(\text{Trenggalek}) = \text{Min}(D(\text{Trenggalek}), (D(Y), W(Y, \text{Trenggalek}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (68.6 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Prigi} = & \{ \\
 & D(\text{Prigi}) = \text{Min}(D(\text{Prigi}), (D(Y), W(Y, \text{Prigi}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (68.6 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Tulungagung} = & \{ \\
 & D(\text{Tulungagung}) = \text{Min}(D(\text{Tulungagung}), (D(Y), W(Y, \text{Tulungagung}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (68.6 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Blitar} = & \{ \\
 & D(\text{Blitar}) = \text{Min}(D(\text{Blitar}), (D(Y), W(Y, \text{Blitar}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (68.6 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Kediri} = & \{ \\
 & D(\text{Kediri}) = \text{Min}(D(\text{Kediri}), (D(Y), W(Y, \text{Kediri}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (68.6 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \}
 \end{aligned}$$

}
 Karena variabel Besuki memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 69.1, maka variabel $Y = \text{Besuki}$. Karena Besuki merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel Besuki menjadi variabel permanen.
 $L = L \cup \text{Besuki}$
 $= [\text{Jember, Bondowoso, Lumajang, Situbondo, Besuki}]$
 Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan L :

Iterasi 5 :

Dengan $Y = \{$
 $D(\text{Besuki}) = 69.1,$
 $R(\text{Besuki}) = [\text{Jember, Bondowoso, Besuki}]$
 $\}$
 Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :
 Klakah = {
 $D(\text{Klakah}) = \text{Min}(D(\text{Klakah}), (D(Y), W(Y, \text{Klakah})))$
 $= \text{Min}(69.3, (69.1 + \infty))$
 $= 69.3$
 $\}$
 Banyuwangi = {
 $D(\text{Banyuwangi}) = \text{Min}(D(\text{Banyuwangi}), (D(Y), W(Y, \text{Banyuwangi})))$
 $= \text{Min}(103, (69.1 + \infty))$
 $= 103$
 $\}$
 Dampit = {
 $D(\text{Dampit}) = \text{Min}(D(\text{Dampit}), (D(Y), W(Y, \text{Dampit})))$
 $= \text{Min}(145, (69.1 + \infty))$
 $= 145$
 $\}$
 Jombang = {
 $D(\text{Jombang}) = \text{Min}(D(\text{Jombang}), (D(Y), W(Y, \text{Jombang})))$
 $= \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty))$
 $= \infty$
 $\}$
 Batu = {
 $D(\text{Batu}) = \text{Min}(D(\text{Batu}), (D(Y), W(Y, \text{Batu})))$
 $= \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty))$
 $= \infty$
 $\}$
 Malang = {
 $D(\text{Malang}) = \text{Min}(D(\text{Malang}), (D(Y), W(Y, \text{Malang})))$
 $= \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty))$
 $= \infty$

$$\begin{aligned}
 & \} \\
 \text{Kepanjen} &= \{ \\
 & D(\text{Kepanjen}) = \text{Min}(D(\text{Kepanjen}), (D(Y), W(Y, \text{Kepanjen}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Tumpang} &= \{ \\
 & D(\text{Tumpang}) = \text{Min}(D(\text{Tumpang}), (D(Y), W(Y, \text{Tumpang}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Lawang} &= \{ \\
 & D(\text{Lawang}) = \text{Min}(D(\text{Lawang}), (D(Y), W(Y, \text{Lawang}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Gempol} &= \{ \\
 & D(\text{Gempol}) = \text{Min}(D(\text{Gempol}), (D(Y), W(Y, \text{Gempol}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Bangil} &= \{ \\
 & D(\text{Bangil}) = \text{Min}(D(\text{Bangil}), (D(Y), W(Y, \text{Bangil}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Pasuruan} &= \{ \\
 & D(\text{Pasuruan}) = \text{Min}(D(\text{Pasuruan}), (D(Y), W(Y, \text{Pasuruan}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Probolinggo} &= \{ \\
 & D(\text{Probolinggo}) = \text{Min}(D(\text{Probolinggo}), (D(Y), W(Y, \text{Probolinggo}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (69.1 + 61.1)) \\
 & \quad = 130.2 \\
 & R(\text{Probolinggo}) = R(Y) \cup [\text{Probolinggo}] \\
 & \quad = [\text{Jember, Bondowoso, Besuki}] \cup [\text{Probolinggo}] \\
 & \quad = [\text{Jember, Bondowoso, Besuki, Probolinggo}] \\
 & \} \\
 \text{Sidoarjo} &= \{ \\
 & D(\text{Sidoarjo}) = \text{Min}(D(\text{Sidoarjo}), (D(Y), W(Y, \text{Sidoarjo}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Surabaya} &= \{
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D(\text{Surabaya}) &= \text{Min}(D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Mojokerto} &= \{ \\
 D(\text{Mojokerto}) &= \text{Min}(D(\text{Mojokerto}), (D(Y), W(Y, \text{Mojokerto}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Gresik} &= \{ \\
 D(\text{Gresik}) &= \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Lamongan} &= \{ \\
 D(\text{Lamongan}) &= \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Tuban} &= \{ \\
 D(\text{Tuban}) &= \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Bojonegoro} &= \{ \\
 D(\text{Bojonegoro}) &= \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Nganjuk} &= \{ \\
 D(\text{Nganjuk}) &= \text{Min}(D(\text{Nganjuk}), (D(Y), W(Y, \text{Nganjuk}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Ngawi} &= \{ \\
 D(\text{Ngawi}) &= \text{Min}(D(\text{Ngawi}), (D(Y), W(Y, \text{Ngawi}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Madiun} &= \{ \\
 D(\text{Madiun}) &= \text{Min}(D(\text{Madiun}), (D(Y), W(Y, \text{Madiun}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (69.1 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Magetan} &= \{ \\
 D(\text{Magetan}) &= \text{Min}(D(\text{Magetan}), (D(Y), W(Y, \text{Magetan}))) \\
 \}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Min} (\infty, (69.1 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Ponorogo} = \{ \\
 &D (\text{Ponorogo}) = \text{Min} (D (\text{Ponorogo}), (D (Y), W (Y, \text{Ponorogo}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (69.1 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Pacitan} = \{ \\
 &D (\text{Pacitan}) = \text{Min} (D (\text{Pacitan}), (D (Y), W (Y, \text{Pacitan}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (69.1 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Trenggalek} = \{ \\
 &D (\text{Trenggalek}) = \text{Min} (D (\text{Trenggalek}), (D (Y), W (Y, \text{Trenggalek}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (69.1 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Prigi} = \{ \\
 &D (\text{Prigi}) = \text{Min} (D (\text{Prigi}), (D (Y), W (Y, \text{Prigi}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (69.1 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Tulungagung} = \{ \\
 &D (\text{Tulungagung}) = \text{Min} (D (\text{Tulungagung}), (D (Y), W (Y, \text{Tulungagung}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (69.1 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Blitar} = \{ \\
 &D (\text{Blitar}) = \text{Min} (D (\text{Blitar}), (D (Y), W (Y, \text{Blitar}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (69.1 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Kediri} = \{ \\
 &D (\text{Kediri}) = \text{Min} (D (\text{Kediri}), (D (Y), W (Y, \text{Kediri}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (69.1 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 &\text{Karena variabel Klakah memiliki bobot terkecil pada himpunan } V \text{ yaitu} \\
 &\text{berbobot } 69.3, \text{ maka variabel } Y = \text{Klakah}. \text{ Karena Klakah merupakan variabel} \\
 &\text{dengan bobot terkecil pada himpunan } V, \text{ maka variabel Klakah menjadi} \\
 &\text{variabel permanen.} \\
 &L = L \cup \text{Klakah} \\
 &= [\text{Jember, Bondowoso, Lumajang, Situbondo, Besuki, Klakah}]
 \end{aligned}$$

Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan L :

Iterasi 6 :

Dengan $Y = \{$

$$D(\text{Klakah}) = 69.3,$$

$$R(\text{Klakah}) = [\text{Jember, Klakah}]$$

$\}$

Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

Banyuwangi = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Banyuwangi}) &= \text{Min}(D(\text{Banyuwangi}), (D(Y), W(Y, \text{Banyuwangi}))) \\ &= \text{Min}(103, (69.3 + \infty)) \\ &= 103 \end{aligned}$$

$\}$

Probolinggo = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Probolinggo}) &= \text{Min}(D(\text{Probolinggo}), (D(Y), W(Y, \text{Probolinggo}))) \\ &= \text{Min}(130.2, (69.3 + 28.7)) \\ &= 98 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Probolinggo}) &= R(Y) \cup [\text{Probolinggo}] \\ &= [\text{Jember, Klakah}] \cup [\text{Probolinggo}] \\ &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo}] \end{aligned}$$

$\}$

Dampit = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Dampit}) &= \text{Min}(D(\text{Dampit}), (D(Y), W(Y, \text{Dampit}))) \\ &= \text{Min}(145, (69.3 + \infty)) \\ &= 145 \end{aligned}$$

$\}$

Jombang = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Jombang}) &= \text{Min}(D(\text{Jombang}), (D(Y), W(Y, \text{Jombang}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (69.3 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

$\}$

Batu = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Batu}) &= \text{Min}(D(\text{Batu}), (D(Y), W(Y, \text{Batu}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (69.3 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

$\}$

Malang = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Malang}) &= \text{Min}(D(\text{Malang}), (D(Y), W(Y, \text{Malang}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (69.3 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

$\}$

Kepanjen = $\{$

$$D(\text{Kepanjen}) = \text{Min}(D(\text{Kepanjen}), (D(Y), W(Y, \text{Kepanjen})))$$

$$\begin{aligned}
&= \text{Min} (\infty, (69.3 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Tumpang} = \{ \\
&D (\text{Tumpang}) = \text{Min} (D (\text{Tumpang}), (D (Y), W (Y, \text{Tumpang}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (69.3 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Lawang} = \{ \\
&D (\text{Lawang}) = \text{Min} (D (\text{Lawang}), (D (Y), W (Y, \text{Lawang}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (69.3 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Gempol} = \{ \\
&D (\text{Gempol}) = \text{Min} (D (\text{Gempol}), (D (Y), W (Y, \text{Gempol}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (69.3 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Bangil} = \{ \\
&D (\text{Bangil}) = \text{Min} (D (\text{Bangil}), (D (Y), W (Y, \text{Bangil}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (69.3 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Pasuruan} = \{ \\
&D (\text{Pasuruan}) = \text{Min} (D (\text{Pasuruan}), (D (Y), W (Y, \text{Pasuruan}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (69.3 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Sidoarjo} = \{ \\
&D (\text{Sidoarjo}) = \text{Min} (D (\text{Sidoarjo}), (D (Y), W (Y, \text{Sidoarjo}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (69.3 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Surabaya} = \{ \\
&D (\text{Surabaya}) = \text{Min} (D (\text{Surabaya}), (D (Y), W (Y, \text{Surabaya}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (69.3 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Mojokerto} = \{ \\
&D (\text{Mojokerto}) = \text{Min} (D (\text{Mojokerto}), (D (Y), W (Y, \text{Mojokerto}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (69.3 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Gresik} = \{ \\
&D (\text{Gresik}) = \text{Min} (D (\text{Gresik}), (D (Y), W (Y, \text{Gresik}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (69.3 + \infty))
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Lamongan} = \{ \\
 &D(\text{Lamongan}) = \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (69.3 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Tuban} = \{ \\
 &D(\text{Tuban}) = \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (69.3 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Bojonegoro} = \{ \\
 &D(\text{Bojonegoro}) = \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (69.3 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Nganjuk} = \{ \\
 &D(\text{Nganjuk}) = \text{Min}(D(\text{Nganjuk}), (D(Y), W(Y, \text{Nganjuk}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (69.3 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Ngawi} = \{ \\
 &D(\text{Ngawi}) = \text{Min}(D(\text{Ngawi}), (D(Y), W(Y, \text{Ngawi}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (69.3 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Madiun} = \{ \\
 &D(\text{Madiun}) = \text{Min}(D(\text{Madiun}), (D(Y), W(Y, \text{Madiun}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (69.3 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Magetan} = \{ \\
 &D(\text{Magetan}) = \text{Min}(D(\text{Magetan}), (D(Y), W(Y, \text{Magetan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (69.3 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Ponorogo} = \{ \\
 &D(\text{Ponorogo}) = \text{Min}(D(\text{Ponorogo}), (D(Y), W(Y, \text{Ponorogo}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (69.3 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Pacitan} = \{ \\
 &D(\text{Pacitan}) = \text{Min}(D(\text{Pacitan}), (D(Y), W(Y, \text{Pacitan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (69.3 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \}
 \end{aligned}$$

$$\}$$

$$\text{Trenggalek} = \{$$

$$D(\text{Trenggalek}) = \text{Min}(D(\text{Trenggalek}), (D(Y), W(Y, \text{Trenggalek})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (69.3 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\text{Prigi} = \{$$

$$D(\text{Prigi}) = \text{Min}(D(\text{Prigi}), (D(Y), W(Y, \text{Prigi})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (69.3 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\text{Tulungagung} = \{$$

$$D(\text{Tulungagung}) = \text{Min}(D(\text{Tulungagung}), (D(Y), W(Y, \text{Tulungagung})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (69.3 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\text{Blitar} = \{$$

$$D(\text{Blitar}) = \text{Min}(D(\text{Blitar}), (D(Y), W(Y, \text{Blitar})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (69.3 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\text{Kediri} = \{$$

$$D(\text{Kediri}) = \text{Min}(D(\text{Kediri}), (D(Y), W(Y, \text{Kediri})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (69.3 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

Karena variabel Probolinggo memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 98, maka variabel $Y = \text{Probolinggo}$. Karena Probolinggo merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel Probolinggo menjadi variabel permanen.

$$L = L \cup \text{Probolinggo}$$

$$= [\text{Jember, Bondowoso, Lumajang, Situbondo, Besuki, Klakah, Probolinggo}]$$

Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan L :

Iterasi 7 :

Dengan $Y = \{$

$$D(\text{Probolinggo}) = 98,$$

$$R(\text{Probolinggo}) = [\text{Jember, Klakah, Probolinggo}]$$

$$\}$$

Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

$$\text{Banyuwangi} = \{$$

$$D(\text{Banyuwangi}) = \text{Min}(D(\text{Banyuwangi}), (D(Y), W(Y, \text{Banyuwangi})))$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Min} (103, (98 + \infty)) \\
 &= 103 \\
 \} \\
 \text{Dampit} = \{ \\
 &D (\text{Dampit}) = \text{Min} (D (\text{Dampit}), (D (Y), W (Y, \text{Dampit}))) \\
 &= \text{Min} (145, (98 + \infty)) \\
 &= 145 \\
 \} \\
 \text{Jombang} = \{ \\
 &D (\text{Jombang}) = \text{Min} (D (\text{Jombang}), (D (Y), W (Y, \text{Jombang}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (98 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Batu} = \{ \\
 &D (\text{Batu}) = \text{Min} (D (\text{Batu}), (D (Y), W (Y, \text{Batu}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (98 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Malang} = \{ \\
 &D (\text{Malang}) = \text{Min} (D (\text{Malang}), (D (Y), W (Y, \text{Malang}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (98 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Kepanjen} = \{ \\
 &D (\text{Kepanjen}) = \text{Min} (D (\text{Kepanjen}), (D (Y), W (Y, \text{Kepanjen}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (98 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Tumpang} = \{ \\
 &D (\text{Tumpang}) = \text{Min} (D (\text{Tumpang}), (D (Y), W (Y, \text{Tumpang}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (98 + 74.7)) \\
 &= 172.7 \\
 &R (\text{Tumpang}) = R (Y) \cup [\text{Tumpang}] \\
 &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo}] \cup [\text{Tumpang}] \\
 &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Tumpang}] \\
 \} \\
 \text{Lawang} = \{ \\
 &D (\text{Lawang}) = \text{Min} (D (\text{Lawang}), (D (Y), W (Y, \text{Lawang}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (98 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Gempol} = \{ \\
 &D (\text{Gempol}) = \text{Min} (D (\text{Gempol}), (D (Y), W (Y, \text{Gempol}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (98 + \infty)) \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \} \\
 \text{Bangil} &= \{ \\
 & D(\text{Bangil}) = \text{Min}(D(\text{Bangil}), (D(Y), W(Y, \text{Bangil}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (98 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Pasuruan} &= \{ \\
 & D(\text{Pasuruan}) = \text{Min}(D(\text{Pasuruan}), (D(Y), W(Y, \text{Pasuruan}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (98 + 45.1)) \\
 & \quad = 143.1 \\
 & R(\text{Pasuruan}) = R(Y) \cup [\text{Pasuruan}] \\
 & \quad = [\text{Jember, Klakah, Probolinggo}] \cup [\text{Pasuruan}] \\
 & \quad = [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan}] \\
 & \} \\
 \text{Sidoarjo} &= \{ \\
 & D(\text{Sidoarjo}) = \text{Min}(D(\text{Sidoarjo}), (D(Y), W(Y, \text{Sidoarjo}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (98 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Surabaya} &= \{ \\
 & D(\text{Surabaya}) = \text{Min}(D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (98 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Mojokerto} &= \{ \\
 & D(\text{Mojokerto}) = \text{Min}(D(\text{Mojokerto}), (D(Y), W(Y, \text{Mojokerto}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (98 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Gresik} &= \{ \\
 & D(\text{Gresik}) = \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (98 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Lamongan} &= \{ \\
 & D(\text{Lamongan}) = \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (98 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Tuban} &= \{ \\
 & D(\text{Tuban}) = \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (98 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Bojonegoro} &= \{
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D(\text{Bojonegoro}) &= \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (98 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Nganjuk} &= \{ \\
 D(\text{Nganjuk}) &= \text{Min}(D(\text{Nganjuk}), (D(Y), W(Y, \text{Nganjuk}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (98 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Ngawi} &= \{ \\
 D(\text{Ngawi}) &= \text{Min}(D(\text{Ngawi}), (D(Y), W(Y, \text{Ngawi}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (98 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Madiun} &= \{ \\
 D(\text{Madiun}) &= \text{Min}(D(\text{Madiun}), (D(Y), W(Y, \text{Madiun}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (98 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Magetan} &= \{ \\
 D(\text{Magetan}) &= \text{Min}(D(\text{Magetan}), (D(Y), W(Y, \text{Magetan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (98 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Ponorogo} &= \{ \\
 D(\text{Ponorogo}) &= \text{Min}(D(\text{Ponorogo}), (D(Y), W(Y, \text{Ponorogo}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (98 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Pacitan} &= \{ \\
 D(\text{Pacitan}) &= \text{Min}(D(\text{Pacitan}), (D(Y), W(Y, \text{Pacitan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (98 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Trenggalek} &= \{ \\
 D(\text{Trenggalek}) &= \text{Min}(D(\text{Trenggalek}), (D(Y), W(Y, \text{Trenggalek}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (98 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Prigi} &= \{ \\
 D(\text{Prigi}) &= \text{Min}(D(\text{Prigi}), (D(Y), W(Y, \text{Prigi}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (98 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Tulungagung} &= \{ \\
 D(\text{Tulungagung}) &= \text{Min}(D(\text{Tulungagung}), (D(Y), W(Y, \text{Tulungagung})))
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &)) \\
 &= \text{Min} (\infty, (98 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Blitar} = \{ \\
 &D (\text{Blitar}) = \text{Min} (D (\text{Blitar}), (D (Y), W (Y, \text{Blitar}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (98 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Kediri} = \{ \\
 &D (\text{Kediri}) = \text{Min} (D (\text{Kediri}), (D (Y), W (Y, \text{Kediri}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (98 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \end{aligned}$$

Karena variabel Banyuwangi memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 103, maka variabel $Y = \text{Banyuwangi}$. Karena Banyuwangi merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel Banyuwangi menjadi variabel permanen.

$$L = L \cup \text{Banyuwangi}$$

$$= [\text{Jember, Bondowoso, Lumajang, Situbondo, Besuki, Klakah, Probolinggo, Banyuwangi}]$$

Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan L :

Iterasi 8 :

$$\begin{aligned}
 \text{Dengan } Y = \{ \\
 &D (\text{Banyuwangi}) = 103, \\
 &R (\text{Banyuwangi}) = [\text{Jember, Banyuwangi}] \\
 &\} \\
 \end{aligned}$$

Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

$$\begin{aligned}
 \text{Pasuruan} = \{ \\
 &D (\text{Pasuruan}) = \text{Min} (D (\text{Pasuruan}), (D (Y), W (Y, \text{Pasuruan}))) \\
 &= \text{Min} (143.1, (103 + \infty)) \\
 &= 143.1 \\
 &\} \\
 \text{Dampit} = \{ \\
 &D (\text{Dampit}) = \text{Min} (D (\text{Dampit}), (D (Y), W (Y, \text{Dampit}))) \\
 &= \text{Min} (145, (103 + \infty)) \\
 &= 145 \\
 &\} \\
 \text{Tumpang} = \{ \\
 &D (\text{Tumpang}) = \text{Min} (D (\text{Tumpang}), (D (Y), W (Y, \text{Tumpang}))) \\
 &= \text{Min} (172.7, (103 + \infty)) \\
 &= 172.7 \\
 &\} \\
 &\} \\
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Jombang} = \{ \\
 & \quad D(\text{Jombang}) = \text{Min}(D(\text{Jombang}), (D(Y), W(Y, \text{Jombang}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (103 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Batu} = \{ \\
 & \quad D(\text{Batu}) = \text{Min}(D(\text{Batu}), (D(Y), W(Y, \text{Batu}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (103 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Malang} = \{ \\
 & \quad D(\text{Malang}) = \text{Min}(D(\text{Malang}), (D(Y), W(Y, \text{Malang}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (103 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Kepanjen} = \{ \\
 & \quad D(\text{Kepanjen}) = \text{Min}(D(\text{Kepanjen}), (D(Y), W(Y, \text{Kepanjen}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (103 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Lawang} = \{ \\
 & \quad D(\text{Lawang}) = \text{Min}(D(\text{Lawang}), (D(Y), W(Y, \text{Lawang}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (103 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Gempol} = \{ \\
 & \quad D(\text{Gempol}) = \text{Min}(D(\text{Gempol}), (D(Y), W(Y, \text{Gempol}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (103 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Bangil} = \{ \\
 & \quad D(\text{Bangil}) = \text{Min}(D(\text{Bangil}), (D(Y), W(Y, \text{Bangil}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (103 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Sidoarjo} = \{ \\
 & \quad D(\text{Sidoarjo}) = \text{Min}(D(\text{Sidoarjo}), (D(Y), W(Y, \text{Sidoarjo}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (103 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Surabaya} = \{ \\
 & \quad D(\text{Surabaya}) = \text{Min}(D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (103 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Mojokerto} = \{
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 D(\text{Mojokerto}) &= \text{Min}(D(\text{Mojokerto}), (D(Y), W(Y, \text{Mojokerto}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (103 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Gresik} &= \{ \\
 D(\text{Gresik}) &= \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (103 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Lamongan} &= \{ \\
 D(\text{Lamongan}) &= \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (103 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Tuban} &= \{ \\
 D(\text{Tuban}) &= \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (103 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Bojonegoro} &= \{ \\
 D(\text{Bojonegoro}) &= \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (103 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Nganjuk} &= \{ \\
 D(\text{Nganjuk}) &= \text{Min}(D(\text{Nganjuk}), (D(Y), W(Y, \text{Nganjuk}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (103 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Ngawi} &= \{ \\
 D(\text{Ngawi}) &= \text{Min}(D(\text{Ngawi}), (D(Y), W(Y, \text{Ngawi}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (103 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Madiun} &= \{ \\
 D(\text{Madiun}) &= \text{Min}(D(\text{Madiun}), (D(Y), W(Y, \text{Madiun}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (103 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Magetan} &= \{ \\
 D(\text{Magetan}) &= \text{Min}(D(\text{Magetan}), (D(Y), W(Y, \text{Magetan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (103 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Ponorogo} &= \{ \\
 D(\text{Ponorogo}) &= \text{Min}(D(\text{Ponorogo}), (D(Y), W(Y, \text{Ponorogo}))) \\
 \}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \text{Min} (\infty, (103 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Pacitan} = \{ \\
\quad D (\text{Pacitan}) &= \text{Min} (D (\text{Pacitan}), (D (Y), W (Y, \text{Pacitan}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (103 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Trenggalek} = \{ \\
\quad D (\text{Trenggalek}) &= \text{Min} (D (\text{Trenggalek}), (D (Y), W (Y, \text{Trenggalek}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (103 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Prigi} = \{ \\
\quad D (\text{Prigi}) &= \text{Min} (D (\text{Prigi}), (D (Y), W (Y, \text{Prigi}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (103 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Tulungagung} = \{ \\
\quad D (\text{Tulungagung}) &= \text{Min} (D (\text{Tulungagung}), (D (Y), W (Y, \\
\text{Tulungagung}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (103 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Blitar} = \{ \\
\quad D (\text{Blitar}) &= \text{Min} (D (\text{Blitar}), (D (Y), W (Y, \text{Blitar}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (103 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Kediri} = \{ \\
\quad D (\text{Kediri}) &= \text{Min} (D (\text{Kediri}), (D (Y), W (Y, \text{Kediri}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (103 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\} \\
\text{Karena variabel Pasuruan memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu} \\
\text{berbobot 143.1, maka variabel } Y = \text{Pasuruan. Karena Pasuruan merupakan} \\
\text{variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V, maka variabel Pasuruan} \\
\text{menjadi variabel permanen.} \\
L = L \cup \text{Pasuruan} \\
= [\text{Jember, Bondowoso, Lumajang, Situbondo, Besuki, Klakah, Probolinggo,} \\
\text{Banyuwangi, Pasuruan}] \\
\text{Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan} \\
L :
\end{aligned}$$

Iterasi 9 :

Dengan $Y = \{$

$$D(\text{Pasuruan}) = 143.1,$$

$$R(\text{Pasuruan}) = [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan}]$$

$\}$

Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

Dampit = $\{$

$$D(\text{Dampit}) = \text{Min}(D(\text{Dampit}), (D(Y), W(Y, \text{Dampit})))$$

$$= \text{Min}(145, (143.1 + \infty))$$

$$= 145$$

$\}$

Tumpang = $\{$

$$D(\text{Tumpang}) = \text{Min}(D(\text{Tumpang}), (D(Y), W(Y, \text{Tumpang})))$$

$$= \text{Min}(172.7, (143.1 + \infty))$$

$$= 172.7$$

$\}$

Jombang = $\{$

$$D(\text{Jombang}) = \text{Min}(D(\text{Jombang}), (D(Y), W(Y, \text{Jombang})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (143.1 + \infty))$$

$$= \infty$$

$\}$

Batu = $\{$

$$D(\text{Batu}) = \text{Min}(D(\text{Batu}), (D(Y), W(Y, \text{Batu})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (143.1 + \infty))$$

$$= \infty$$

$\}$

Malang = $\{$

$$D(\text{Malang}) = \text{Min}(D(\text{Malang}), (D(Y), W(Y, \text{Malang})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (143.1 + \infty))$$

$$= \infty$$

$\}$

Kepanjen = $\{$

$$D(\text{Kepanjen}) = \text{Min}(D(\text{Kepanjen}), (D(Y), W(Y, \text{Kepanjen})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (143.1 + \infty))$$

$$= \infty$$

$\}$

Lawang = $\{$

$$D(\text{Lawang}) = \text{Min}(D(\text{Lawang}), (D(Y), W(Y, \text{Lawang})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (143.1 + 34.5))$$

$$= 177.6$$

$$R(\text{Lawang}) = R(Y) \cup [\text{Lawang}]$$

$$= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan}] \cup [\text{Lawang}]$$

$$= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Lawang}]$$

$\}$

$$\begin{aligned}
 & \text{Gempol} = \{ \\
 & \quad D(\text{Gempol}) = \text{Min}(D(\text{Gempol}), (D(Y), W(Y, \text{Gempol}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (143.1 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Bangil} = \{ \\
 & \quad D(\text{Bangil}) = \text{Min}(D(\text{Bangil}), (D(Y), W(Y, \text{Bangil}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (143.1 + 16.6)) \\
 & \quad \quad = 159.7 \\
 & \quad R(\text{Bangil}) = R(Y) \cup [\text{Bangil}] \\
 & \quad \quad = [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan}] \cup [\text{Bangil}] \\
 & \quad \quad = [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil}] \\
 & \} \\
 & \text{Sidoarjo} = \{ \\
 & \quad D(\text{Sidoarjo}) = \text{Min}(D(\text{Sidoarjo}), (D(Y), W(Y, \text{Sidoarjo}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (143.1 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Surabaya} = \{ \\
 & \quad D(\text{Surabaya}) = \text{Min}(D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (143.1 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Mojokerto} = \{ \\
 & \quad D(\text{Mojokerto}) = \text{Min}(D(\text{Mojokerto}), (D(Y), W(Y, \text{Mojokerto}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (143.1 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Gresik} = \{ \\
 & \quad D(\text{Gresik}) = \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (143.1 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Lamongan} = \{ \\
 & \quad D(\text{Lamongan}) = \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (143.1 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Tuban} = \{ \\
 & \quad D(\text{Tuban}) = \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (143.1 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Bojonegoro} = \{ \\
 & \quad D(\text{Bojonegoro}) = \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro}))) \\
 & \}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \text{Min} (\infty, (143.1 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Nganjuk} = \{ \\
&D (\text{Nganjuk}) = \text{Min} (D (\text{Nganjuk}), (D (Y), W (Y, \text{Nganjuk}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (143.1 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Ngawi} = \{ \\
&D (\text{Ngawi}) = \text{Min} (D (\text{Ngawi}), (D (Y), W (Y, \text{Ngawi}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (143.1 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Madiun} = \{ \\
&D (\text{Madiun}) = \text{Min} (D (\text{Madiun}), (D (Y), W (Y, \text{Madiun}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (143.1 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Magetan} = \{ \\
&D (\text{Magetan}) = \text{Min} (D (\text{Magetan}), (D (Y), W (Y, \text{Magetan}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (143.1 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Ponorogo} = \{ \\
&D (\text{Ponorogo}) = \text{Min} (D (\text{Ponorogo}), (D (Y), W (Y, \text{Ponorogo}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (143.1 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Pacitan} = \{ \\
&D (\text{Pacitan}) = \text{Min} (D (\text{Pacitan}), (D (Y), W (Y, \text{Pacitan}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (143.1 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Trenggalek} = \{ \\
&D (\text{Trenggalek}) = \text{Min} (D (\text{Trenggalek}), (D (Y), W (Y, \text{Trenggalek}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (143.1 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Prigi} = \{ \\
&D (\text{Prigi}) = \text{Min} (D (\text{Prigi}), (D (Y), W (Y, \text{Prigi}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (143.1 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Tulungagung} = \{ \\
&D (\text{Tulungagung}) = \text{Min} (D (\text{Tulungagung}), (D (Y), W (Y, \text{Tulungagung}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (143.1 + \infty)) \\
&= \infty \\
\}
\end{aligned}$$

$$= \text{Min} (\infty, (143.1 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

Blitar = {

$$D (\text{Blitar}) = \text{Min} (D (\text{Blitar}), (D (Y), W (Y, \text{Blitar})))$$

$$= \text{Min} (\infty, (143.1 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

Kediri = {

$$D (\text{Kediri}) = \text{Min} (D (\text{Kediri}), (D (Y), W (Y, \text{Kediri})))$$

$$= \text{Min} (\infty, (143.1 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

Karena variabel Dampit memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 145, maka variabel $Y = \text{Dampit}$. Karena Dampit merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel Dampit menjadi variabel permanen.

$$L = L \cup \text{Dampit}$$

$$= [\text{Jember, Bondowoso, Lumajang, Situbondo, Besuki, Klakah, Probolinggo, Banyuwangi, Pasuruan, Dampit}]$$

Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan L :

Iterasi 10 :

Dengan $Y = \{$

$$D (\text{Dampit}) = 145,$$

$$R (\text{Dampit}) = [\text{Jember, Lumajang, Dampit}]$$

$\}$

Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

Bangil = {

$$D (\text{Bangil}) = \text{Min} (D (\text{Bangil}), (D (Y), W (Y, \text{Bangil})))$$

$$= \text{Min} (159.7, (145 + \infty))$$

$$= 159.7$$

$\}$

Tumpang = {

$$D (\text{Tumpang}) = \text{Min} (D (\text{Tumpang}), (D (Y), W (Y, \text{Tumpang})))$$

$$= \text{Min} (172.7, (145 + 32.3))$$

$$= 172.7$$

$\}$

Lawang = {

$$D (\text{Lawang}) = \text{Min} (D (\text{Lawang}), (D (Y), W (Y, \text{Lawang})))$$

$$= \text{Min} (177.6, (145 + \infty))$$

$$= 177.6$$

$\}$

Jombang = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Jombang}) &= \text{Min}(D(\text{Jombang}), (D(Y), W(Y, \text{Jombang}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Batu} &= \{ \\
 D(\text{Batu}) &= \text{Min}(D(\text{Batu}), (D(Y), W(Y, \text{Batu}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Malang} &= \{ \\
 D(\text{Malang}) &= \text{Min}(D(\text{Malang}), (D(Y), W(Y, \text{Malang}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (145 + 38.6)) \\
 &= 183.6 \\
 R(\text{Malang}) &= R(Y) \cup [\text{Malang}] \\
 &= [\text{Jember, Lumajang, Dampit}] \cup [\text{Malang}] \\
 &= [\text{Jember, Lumajang, Dampit, Malang}] \\
 \} \\
 \text{Kepanjen} &= \{ \\
 D(\text{Kepanjen}) &= \text{Min}(D(\text{Kepanjen}), (D(Y), W(Y, \text{Kepanjen}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (145 + 26.4)) \\
 &= 171.4 \\
 R(\text{Kepanjen}) &= R(Y) \cup [\text{Kepanjen}] \\
 &= [\text{Jember, Lumajang, Dampit}] \cup [\text{Kepanjen}] \\
 &= [\text{Jember, Lumajang, Dampit, Kepanjen}] \\
 \} \\
 \text{Gempol} &= \{ \\
 D(\text{Gempol}) &= \text{Min}(D(\text{Gempol}), (D(Y), W(Y, \text{Gempol}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Sidoarjo} &= \{ \\
 D(\text{Sidoarjo}) &= \text{Min}(D(\text{Sidoarjo}), (D(Y), W(Y, \text{Sidoarjo}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Surabaya} &= \{ \\
 D(\text{Surabaya}) &= \text{Min}(D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Mojokerto} &= \{ \\
 D(\text{Mojokerto}) &= \text{Min}(D(\text{Mojokerto}), (D(Y), W(Y, \text{Mojokerto}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \} \\
 \text{Gresik} &= \{ \\
 & D(\text{Gresik}) = \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Lamongan} &= \{ \\
 & D(\text{Lamongan}) = \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Tuban} &= \{ \\
 & D(\text{Tuban}) = \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Bojonegoro} &= \{ \\
 & D(\text{Bojonegoro}) = \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Nganjuk} &= \{ \\
 & D(\text{Nganjuk}) = \text{Min}(D(\text{Nganjuk}), (D(Y), W(Y, \text{Nganjuk}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Ngawi} &= \{ \\
 & D(\text{Ngawi}) = \text{Min}(D(\text{Ngawi}), (D(Y), W(Y, \text{Ngawi}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Madiun} &= \{ \\
 & D(\text{Madiun}) = \text{Min}(D(\text{Madiun}), (D(Y), W(Y, \text{Madiun}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Magetan} &= \{ \\
 & D(\text{Magetan}) = \text{Min}(D(\text{Magetan}), (D(Y), W(Y, \text{Magetan}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Ponorogo} &= \{ \\
 & D(\text{Ponorogo}) = \text{Min}(D(\text{Ponorogo}), (D(Y), W(Y, \text{Ponorogo}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Pacitan} = \{ \\
 & \quad D(\text{Pacitan}) = \text{Min}(D(\text{Pacitan}), (D(Y), W(Y, \text{Pacitan}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Trenggalek} = \{ \\
 & \quad D(\text{Trenggalek}) = \text{Min}(D(\text{Trenggalek}), (D(Y), W(Y, \text{Trenggalek}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Prigi} = \{ \\
 & \quad D(\text{Prigi}) = \text{Min}(D(\text{Prigi}), (D(Y), W(Y, \text{Prigi}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Tulungagung} = \{ \\
 & \quad D(\text{Tulungagung}) = \text{Min}(D(\text{Tulungagung}), (D(Y), W(Y, \text{Tulungagung}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Blitar} = \{ \\
 & \quad D(\text{Blitar}) = \text{Min}(D(\text{Blitar}), (D(Y), W(Y, \text{Blitar}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Kediri} = \{ \\
 & \quad D(\text{Kediri}) = \text{Min}(D(\text{Kediri}), (D(Y), W(Y, \text{Kediri}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (145 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \} \\
 & \text{Karena variabel Bangil memiliki bobot terkecil pada himpunan } V \text{ yaitu} \\
 & \text{berbobot } 159.7, \text{ maka variabel } Y = \text{Bangil. Karena Bangil merupakan variabel} \\
 & \text{dengan bobot terkecil pada himpunan } V, \text{ maka variabel Bangil menjadi variabel} \\
 & \text{permanen.} \\
 & L = L \cup \text{Bangil} \\
 & \quad = [\text{Jember, Bondowoso, Lumajang, Situbondo, Besuki, Klakah, Probolinggo,} \\
 & \quad \text{Banyuwangi, Pasuruan, Dampit, Bangil}] \\
 & \text{Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan} \\
 & L :
 \end{aligned}$$

Iterasi 11 :

$$\begin{aligned}
 & \text{Dengan } Y = \{ \\
 & \quad D(\text{Bangil}) = 159.7, \\
 & \quad R(\text{Bangil}) = [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil}] \\
 & \}
 \end{aligned}$$

Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

Kepanjen = {

$$\begin{aligned} D(\text{Kepanjen}) &= \text{Min}(D(\text{Kepanjen}), (D(Y), W(Y, \text{Kepanjen}))) \\ &= \text{Min}(171.4, (159.7 + \infty)) \\ &= 171.4 \end{aligned}$$

}

Tumpang = {

$$\begin{aligned} D(\text{Tumpang}) &= \text{Min}(D(\text{Tumpang}), (D(Y), W(Y, \text{Tumpang}))) \\ &= \text{Min}(172.7, (159.7 + \infty)) \\ &= 172.7 \end{aligned}$$

}

Lawang = {

$$\begin{aligned} D(\text{Lawang}) &= \text{Min}(D(\text{Lawang}), (D(Y), W(Y, \text{Lawang}))) \\ &= \text{Min}(177.6, (159.7 + \infty)) \\ &= 177.6 \end{aligned}$$

}

Malang = {

$$\begin{aligned} D(\text{Malang}) &= \text{Min}(D(\text{Malang}), (D(Y), W(Y, \text{Malang}))) \\ &= \text{Min}(183.6, (159.7 + \infty)) \\ &= 183.6 \end{aligned}$$

}

Jombang = {

$$\begin{aligned} D(\text{Jombang}) &= \text{Min}(D(\text{Jombang}), (D(Y), W(Y, \text{Jombang}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (159.7 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Batu = {

$$\begin{aligned} D(\text{Batu}) &= \text{Min}(D(\text{Batu}), (D(Y), W(Y, \text{Batu}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (159.7 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Gempol = {

$$\begin{aligned} D(\text{Gempol}) &= \text{Min}(D(\text{Gempol}), (D(Y), W(Y, \text{Gempol}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (159.7 + 15.5)) \\ &= 175.2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Gempol}) &= R(Y) \cup [\text{Gempol}] \\ &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil}] \cup [\end{aligned}$$

Gempol]

$$= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol}]$$

}

Sidoarjo = {

$$\begin{aligned} D(\text{Sidoarjo}) &= \text{Min}(D(\text{Sidoarjo}), (D(Y), W(Y, \text{Sidoarjo}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (159.7 + 27.2)) \\ &= 186.89999999999998 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R(\text{Sidoarjo}) &= R(Y) \cup [\text{Sidoarjo}] \\
 &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil}] \cup [\text{Sidoarjo}] \\
 &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Sidoarjo}] \\
 \} \\
 \text{Surabaya} &= \{ \\
 D(\text{Surabaya}) &= \text{Min}(D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (159.7 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Mojokerto} &= \{ \\
 D(\text{Mojokerto}) &= \text{Min}(D(\text{Mojokerto}), (D(Y), W(Y, \text{Mojokerto}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (159.7 + 48)) \\
 &= 207.7 \\
 R(\text{Mojokerto}) &= R(Y) \cup [\text{Mojokerto}] \\
 &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil}] \cup [\text{Mojokerto}] \\
 &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Mojokerto}] \\
 \} \\
 \text{Gresik} &= \{ \\
 D(\text{Gresik}) &= \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (159.7 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Lamongan} &= \{ \\
 D(\text{Lamongan}) &= \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (159.7 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Tuban} &= \{ \\
 D(\text{Tuban}) &= \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (159.7 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Bojonegoro} &= \{ \\
 D(\text{Bojonegoro}) &= \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (159.7 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Nganjuk} &= \{ \\
 D(\text{Nganjuk}) &= \text{Min}(D(\text{Nganjuk}), (D(Y), W(Y, \text{Nganjuk}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (159.7 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Ngawi} = \{ \\
 &D(\text{Ngawi}) = \text{Min}(D(\text{Ngawi}), (D(Y), W(Y, \text{Ngawi}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (159.7 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Madiun} = \{ \\
 &D(\text{Madiun}) = \text{Min}(D(\text{Madiun}), (D(Y), W(Y, \text{Madiun}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (159.7 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Magetan} = \{ \\
 &D(\text{Magetan}) = \text{Min}(D(\text{Magetan}), (D(Y), W(Y, \text{Magetan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (159.7 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Ponorogo} = \{ \\
 &D(\text{Ponorogo}) = \text{Min}(D(\text{Ponorogo}), (D(Y), W(Y, \text{Ponorogo}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (159.7 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Pacitan} = \{ \\
 &D(\text{Pacitan}) = \text{Min}(D(\text{Pacitan}), (D(Y), W(Y, \text{Pacitan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (159.7 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Trenggalek} = \{ \\
 &D(\text{Trenggalek}) = \text{Min}(D(\text{Trenggalek}), (D(Y), W(Y, \text{Trenggalek}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (159.7 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Prigi} = \{ \\
 &D(\text{Prigi}) = \text{Min}(D(\text{Prigi}), (D(Y), W(Y, \text{Prigi}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (159.7 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Tulungagung} = \{ \\
 &D(\text{Tulungagung}) = \text{Min}(D(\text{Tulungagung}), (D(Y), W(Y, \text{Tulungagung}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (159.7 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Blitar} = \{ \\
 &D(\text{Blitar}) = \text{Min}(D(\text{Blitar}), (D(Y), W(Y, \text{Blitar}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (159.7 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\}
 \end{aligned}$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\text{Kediri} = \{$$

$$D(\text{Kediri}) = \text{Min}(D(\text{Kediri}), (D(Y), W(Y, \text{Kediri})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (159.7 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

Karena variabel Kepanjen memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 171.4, maka variabel $Y = \text{Kepanjen}$. Karena Kepanjen merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel Kepanjen menjadi variabel permanen.

$$L = L \cup \text{Kepanjen}$$

$$= [\text{Jember, Bondowoso, Lumajang, Situbondo, Besuki, Klakah, Probolinggo, Banyuwangi, Pasuruan, Dampit, Bangil, Kepanjen}]$$

Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan L :

Iterasi 12 :

Dengan $Y = \{$

$$D(\text{Kepanjen}) = 171.4,$$

$$R(\text{Kepanjen}) = [\text{Jember, Lumajang, Dampit, Kepanjen}]$$

$$\}$$

Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

Tumpang = {

$$D(\text{Tumpang}) = \text{Min}(D(\text{Tumpang}), (D(Y), W(Y, \text{Tumpang})))$$

$$= \text{Min}(172.7, (171.4 + \infty))$$

$$= 172.7$$

$$\}$$

Gempol = {

$$D(\text{Gempol}) = \text{Min}(D(\text{Gempol}), (D(Y), W(Y, \text{Gempol})))$$

$$= \text{Min}(175.2, (171.4 + \infty))$$

$$= 175.2$$

$$\}$$

Lawang = {

$$D(\text{Lawang}) = \text{Min}(D(\text{Lawang}), (D(Y), W(Y, \text{Lawang})))$$

$$= \text{Min}(177.6, (171.4 + \infty))$$

$$= 177.6$$

$$\}$$

Malang = {

$$D(\text{Malang}) = \text{Min}(D(\text{Malang}), (D(Y), W(Y, \text{Malang})))$$

$$= \text{Min}(183.6, (171.4 + 20.5))$$

$$= 183.6$$

$$\}$$

Sidoarjo = {

$$D(\text{Sidoarjo}) = \text{Min}(D(\text{Sidoarjo}), (D(Y), W(Y, \text{Sidoarjo})))$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Min} (186.89999999999998, (171.4 + \infty)) \\
 &= 186.89999999999998 \\
 &\} \\
 \text{Mojokerto} &= \{ \\
 &D (\text{Mojokerto}) = \text{Min} (D (\text{Mojokerto}), (D (Y), W (Y, \text{Mojokerto}))) \\
 &= \text{Min} (207.7, (171.4 + \infty)) \\
 &= 207.7 \\
 &\} \\
 \text{Jombang} &= \{ \\
 &D (\text{Jombang}) = \text{Min} (D (\text{Jombang}), (D (Y), W (Y, \text{Jombang}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (171.4 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Batu} &= \{ \\
 &D (\text{Batu}) = \text{Min} (D (\text{Batu}), (D (Y), W (Y, \text{Batu}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (171.4 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Surabaya} &= \{ \\
 &D (\text{Surabaya}) = \text{Min} (D (\text{Surabaya}), (D (Y), W (Y, \text{Surabaya}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (171.4 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Gresik} &= \{ \\
 &D (\text{Gresik}) = \text{Min} (D (\text{Gresik}), (D (Y), W (Y, \text{Gresik}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (171.4 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Lamongan} &= \{ \\
 &D (\text{Lamongan}) = \text{Min} (D (\text{Lamongan}), (D (Y), W (Y, \text{Lamongan}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (171.4 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Tuban} &= \{ \\
 &D (\text{Tuban}) = \text{Min} (D (\text{Tuban}), (D (Y), W (Y, \text{Tuban}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (171.4 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Bojonegoro} &= \{ \\
 &D (\text{Bojonegoro}) = \text{Min} (D (\text{Bojonegoro}), (D (Y), W (Y, \text{Bojonegoro}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (171.4 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Nganjuk} &= \{ \\
 &D (\text{Nganjuk}) = \text{Min} (D (\text{Nganjuk}), (D (Y), W (Y, \text{Nganjuk}))) \\
 &= \text{Min} (\infty, (171.4 + \infty))
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Ngawi} = \{ \\
 &D(\text{Ngawi}) = \text{Min}(D(\text{Ngawi}), (D(Y), W(Y, \text{Ngawi}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (171.4 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Madiun} = \{ \\
 &D(\text{Madiun}) = \text{Min}(D(\text{Madiun}), (D(Y), W(Y, \text{Madiun}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (171.4 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Magetan} = \{ \\
 &D(\text{Magetan}) = \text{Min}(D(\text{Magetan}), (D(Y), W(Y, \text{Magetan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (171.4 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Ponorogo} = \{ \\
 &D(\text{Ponorogo}) = \text{Min}(D(\text{Ponorogo}), (D(Y), W(Y, \text{Ponorogo}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (171.4 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Pacitan} = \{ \\
 &D(\text{Pacitan}) = \text{Min}(D(\text{Pacitan}), (D(Y), W(Y, \text{Pacitan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (171.4 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Trenggalek} = \{ \\
 &D(\text{Trenggalek}) = \text{Min}(D(\text{Trenggalek}), (D(Y), W(Y, \text{Trenggalek}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (171.4 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Prigi} = \{ \\
 &D(\text{Prigi}) = \text{Min}(D(\text{Prigi}), (D(Y), W(Y, \text{Prigi}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (171.4 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Tulungagung} = \{ \\
 &D(\text{Tulungagung}) = \text{Min}(D(\text{Tulungagung}), (D(Y), W(Y, \text{Tulungagung}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (171.4 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 \} \\
 \text{Blitar} = \{ \\
 &D(\text{Blitar}) = \text{Min}(D(\text{Blitar}), (D(Y), W(Y, \text{Blitar}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (171.4 + 58.2))
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 229.60000000000002 \\
 R(\text{Blitar}) &= R(Y) \cup [\text{Blitar}] \\
 &= [\text{Jember, Lumajang, Dampit, Kepanjen}] \cup [\text{Blitar}] \\
 &= [\text{Jember, Lumajang, Dampit, Kepanjen, Blitar}] \\
 &\} \\
 \text{Kediri} &= \{ \\
 D(\text{Kediri}) &= \text{Min}(D(\text{Kediri}), (D(Y), W(Y, \text{Kediri}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (171.4 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \end{aligned}$$

Karena variabel Tumpang memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 172.7, maka variabel $Y = \text{Tumpang}$. Karena Tumpang merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel Tumpang menjadi variabel permanen.

$$\begin{aligned}
 L &= L \cup \text{Tumpang} \\
 &= [\text{Jember, Bondowoso, Lumajang, Situbondo, Besuki, Klakah, Probolinggo, Banyuwangi, Pasuruan, Dampit, Bangil, Kepanjen, Tumpang}] \\
 \end{aligned}$$

Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan L :

Iterasi 13 :

Dengan $Y = \{$

$$\begin{aligned}
 D(\text{Tumpang}) &= 172.7, \\
 R(\text{Tumpang}) &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Tumpang}] \\
 &\} \\
 \end{aligned}$$

Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

Gempol = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Gempol}) &= \text{Min}(D(\text{Gempol}), (D(Y), W(Y, \text{Gempol}))) \\
 &= \text{Min}(175.2, (172.7 + \infty)) \\
 &= 175.2 \\
 &\} \\
 \end{aligned}$$

Lawang = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Lawang}) &= \text{Min}(D(\text{Lawang}), (D(Y), W(Y, \text{Lawang}))) \\
 &= \text{Min}(177.6, (172.7 + 28.9)) \\
 &= 177.6 \\
 &\} \\
 \end{aligned}$$

Malang = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Malang}) &= \text{Min}(D(\text{Malang}), (D(Y), W(Y, \text{Malang}))) \\
 &= \text{Min}(183.6, (172.7 + 17.9)) \\
 &= 183.6 \\
 &\} \\
 \end{aligned}$$

Sidoarjo = {

$$\begin{aligned}
 D(\text{Sidoarjo}) &= \text{Min}(D(\text{Sidoarjo}), (D(Y), W(Y, \text{Sidoarjo}))) \\
 &= \text{Min}(186.89999999999998, (172.7 + \infty)) \\
 &= 186.89999999999998 \\
 &\} \\
 \end{aligned}$$

$$= 186.89999999999998$$

$$\}$$

$$\text{Mojokerto} = \{$$

$$D(\text{Mojokerto}) = \text{Min}(D(\text{Mojokerto}), (D(Y), W(Y, \text{Mojokerto})))$$

$$= \text{Min}(207.7, (172.7 + \infty))$$

$$= 207.7$$

$$\}$$

$$\text{Blitar} = \{$$

$$D(\text{Blitar}) = \text{Min}(D(\text{Blitar}), (D(Y), W(Y, \text{Blitar})))$$

$$= \text{Min}(229.60000000000002, (172.7 + \infty))$$

$$= 229.60000000000002$$

$$\}$$

$$\text{Jombang} = \{$$

$$D(\text{Jombang}) = \text{Min}(D(\text{Jombang}), (D(Y), W(Y, \text{Jombang})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (172.7 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\text{Batu} = \{$$

$$D(\text{Batu}) = \text{Min}(D(\text{Batu}), (D(Y), W(Y, \text{Batu})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (172.7 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\text{Surabaya} = \{$$

$$D(\text{Surabaya}) = \text{Min}(D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (172.7 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\text{Gresik} = \{$$

$$D(\text{Gresik}) = \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (172.7 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\text{Lamongan} = \{$$

$$D(\text{Lamongan}) = \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (172.7 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\text{Tuban} = \{$$

$$D(\text{Tuban}) = \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (172.7 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\text{Bojonegoro} = \{$$

$$D(\text{Bojonegoro}) = \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (172.7 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\begin{aligned}
 & \} \\
 \text{Nganjuk} &= \{ \\
 & D(\text{Nganjuk}) = \text{Min}(D(\text{Nganjuk}), (D(Y), W(Y, \text{Nganjuk}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (172.7 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Ngawi} &= \{ \\
 & D(\text{Ngawi}) = \text{Min}(D(\text{Ngawi}), (D(Y), W(Y, \text{Ngawi}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (172.7 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Madiun} &= \{ \\
 & D(\text{Madiun}) = \text{Min}(D(\text{Madiun}), (D(Y), W(Y, \text{Madiun}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (172.7 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Magetan} &= \{ \\
 & D(\text{Magetan}) = \text{Min}(D(\text{Magetan}), (D(Y), W(Y, \text{Magetan}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (172.7 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Ponorogo} &= \{ \\
 & D(\text{Ponorogo}) = \text{Min}(D(\text{Ponorogo}), (D(Y), W(Y, \text{Ponorogo}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (172.7 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Pacitan} &= \{ \\
 & D(\text{Pacitan}) = \text{Min}(D(\text{Pacitan}), (D(Y), W(Y, \text{Pacitan}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (172.7 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Trenggalek} &= \{ \\
 & D(\text{Trenggalek}) = \text{Min}(D(\text{Trenggalek}), (D(Y), W(Y, \text{Trenggalek}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (172.7 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Prigi} &= \{ \\
 & D(\text{Prigi}) = \text{Min}(D(\text{Prigi}), (D(Y), W(Y, \text{Prigi}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (172.7 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Tulungagung} &= \{ \\
 & D(\text{Tulungagung}) = \text{Min}(D(\text{Tulungagung}), (D(Y), W(Y, \text{Tulungagung}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (172.7 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \} \\
 \text{Kediri} = \{ & \\
 & D(\text{Kediri}) = \text{Min}(D(\text{Kediri}), (D(Y), W(Y, \text{Kediri}))) \\
 & = \text{Min}(\infty, (172.7 + \infty)) \\
 & = \infty
 \end{aligned}$$

$\}$
 Karena variabel Gempol memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 175.2, maka variabel $Y = \text{Gempol}$. Karena Gempol merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel Gempol menjadi variabel permanen.

$$\begin{aligned}
 L &= L \cup \text{Gempol} \\
 &= [\text{Jember, Bondowoso, Lumajang, Situbondo, Besuki, Klakah, Probolinggo, Banyuwangi, Pasuruan, Dampit, Bangil, Kepanjen, Tumpang, Gempol}] \\
 &\text{Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan } L :
 \end{aligned}$$

Iterasi 14 :

$$\begin{aligned}
 &\text{Dengan } Y = \{ \\
 & D(\text{Gempol}) = 175.2, \\
 & R(\text{Gempol}) = [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol}]
 \end{aligned}$$

$\}$
 Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

$$\begin{aligned}
 \text{Lawang} = \{ & \\
 & D(\text{Lawang}) = \text{Min}(D(\text{Lawang}), (D(Y), W(Y, \text{Lawang}))) \\
 & = \text{Min}(177.6, (175.2 + 31.4)) \\
 & = 177.6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \} \\
 \text{Malang} = \{ & \\
 & D(\text{Malang}) = \text{Min}(D(\text{Malang}), (D(Y), W(Y, \text{Malang}))) \\
 & = \text{Min}(183.6, (175.2 + \infty)) \\
 & = 183.6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \} \\
 \text{Sidoarjo} = \{ & \\
 & D(\text{Sidoarjo}) = \text{Min}(D(\text{Sidoarjo}), (D(Y), W(Y, \text{Sidoarjo}))) \\
 & = \text{Min}(186.89999999999998, (175.2 + 18.5)) \\
 & = 186.89999999999998
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \} \\
 \text{Mojokerto} = \{ & \\
 & D(\text{Mojokerto}) = \text{Min}(D(\text{Mojokerto}), (D(Y), W(Y, \text{Mojokerto}))) \\
 & = \text{Min}(207.7, (175.2 + 30.6)) \\
 & = 205.79999999999998 \\
 & R(\text{Mojokerto}) = R(Y) \cup [\text{Mojokerto}] \\
 & = [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol}] \cup [\text{Mojokerto}] \\
 & = [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil,}
 \end{aligned}$$

Gempol, Mojokerto]

}

Blitar = {

$$\begin{aligned} D(\text{Blitar}) &= \text{Min}(D(\text{Blitar}), (D(Y), W(Y, \text{Blitar}))) \\ &= \text{Min}(229.60000000000002, (175.2 + \infty)) \\ &= 229.60000000000002 \end{aligned}$$

}

Jombang = {

$$\begin{aligned} D(\text{Jombang}) &= \text{Min}(D(\text{Jombang}), (D(Y), W(Y, \text{Jombang}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (175.2 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Batu = {

$$\begin{aligned} D(\text{Batu}) &= \text{Min}(D(\text{Batu}), (D(Y), W(Y, \text{Batu}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (175.2 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Surabaya = {

$$\begin{aligned} D(\text{Surabaya}) &= \text{Min}(D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (175.2 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Gresik = {

$$\begin{aligned} D(\text{Gresik}) &= \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (175.2 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Lamongan = {

$$\begin{aligned} D(\text{Lamongan}) &= \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (175.2 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Tuban = {

$$\begin{aligned} D(\text{Tuban}) &= \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (175.2 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Bojonegoro = {

$$\begin{aligned} D(\text{Bojonegoro}) &= \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (175.2 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

}

Nganjuk = {

$$\begin{aligned} D(\text{Nganjuk}) &= \text{Min}(D(\text{Nganjuk}), (D(Y), W(Y, \text{Nganjuk}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (175.2 + \infty)) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Ngawi} = \{ & \\
 &D(\text{Ngawi}) = \text{Min}(D(\text{Ngawi}), (D(Y), W(Y, \text{Ngawi}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (175.2 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Madiun} = \{ & \\
 &D(\text{Madiun}) = \text{Min}(D(\text{Madiun}), (D(Y), W(Y, \text{Madiun}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (175.2 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Magetan} = \{ & \\
 &D(\text{Magetan}) = \text{Min}(D(\text{Magetan}), (D(Y), W(Y, \text{Magetan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (175.2 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Ponorogo} = \{ & \\
 &D(\text{Ponorogo}) = \text{Min}(D(\text{Ponorogo}), (D(Y), W(Y, \text{Ponorogo}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (175.2 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Pacitan} = \{ & \\
 &D(\text{Pacitan}) = \text{Min}(D(\text{Pacitan}), (D(Y), W(Y, \text{Pacitan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (175.2 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Trenggalek} = \{ & \\
 &D(\text{Trenggalek}) = \text{Min}(D(\text{Trenggalek}), (D(Y), W(Y, \text{Trenggalek}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (175.2 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Prigi} = \{ & \\
 &D(\text{Prigi}) = \text{Min}(D(\text{Prigi}), (D(Y), W(Y, \text{Prigi}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (175.2 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Tulungagung} = \{ & \\
 &D(\text{Tulungagung}) = \text{Min}(D(\text{Tulungagung}), (D(Y), W(Y, \text{Tulungagung}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (175.2 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Kediri} = \{ & \\
 &D(\text{Kediri}) = \text{Min}(D(\text{Kediri}), (D(Y), W(Y, \text{Kediri}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (175.2 + \infty))
 \end{aligned}$$

$$= \infty$$

}

Karena variabel Lawang memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 177.6, maka variabel $Y = \text{Lawang}$. Karena Lawang merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel Lawang menjadi variabel permanen.

$$L = L \cup \text{Lawang}$$

= [Jember, Bondowoso, Lumajang, Situbondo, Besuki, Klakah, Probolinggo, Banyuwangi, Pasuruan, Dampit, Bangil, Kepanjen, Tumpang, Gempol, Lawang

]

Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan

L :

Iterasi 15 :

Dengan $Y = \{$

$$D(\text{Lawang}) = 177.6,$$

$$R(\text{Lawang}) = [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Lawang}]$$

}

Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

Malang = {

$$D(\text{Malang}) = \text{Min}(D(\text{Malang}), (D(Y), W(Y, \text{Malang})))$$

$$= \text{Min}(183.6, (177.6 + 19.5))$$

$$= 183.6$$

}

Sidoarjo = {

$$D(\text{Sidoarjo}) = \text{Min}(D(\text{Sidoarjo}), (D(Y), W(Y, \text{Sidoarjo})))$$

$$= \text{Min}(186.89999999999998, (177.6 + \infty))$$

$$= 186.89999999999998$$

}

Mojokerto = {

$$D(\text{Mojokerto}) = \text{Min}(D(\text{Mojokerto}), (D(Y), W(Y, \text{Mojokerto})))$$

$$= \text{Min}(205.79999999999998, (177.6 + \infty))$$

$$= 205.79999999999998$$

}

Blitar = {

$$D(\text{Blitar}) = \text{Min}(D(\text{Blitar}), (D(Y), W(Y, \text{Blitar})))$$

$$= \text{Min}(229.60000000000002, (177.6 + \infty))$$

$$= 229.60000000000002$$

}

Jombang = {

$$D(\text{Jombang}) = \text{Min}(D(\text{Jombang}), (D(Y), W(Y, \text{Jombang})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (177.6 + \infty))$$

$$= \infty$$

}

Batu = {

$$D(\text{Batu}) = \text{Min}(D(\text{Batu}), (D(Y), W(Y, \text{Batu})))$$

$$\begin{aligned}
&= \text{Min} (\infty, (177.6 + 28.4)) \\
&= 206 \\
R(\text{Batu}) &= R(Y) \cup [\text{Batu}] \\
&= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Lawang}] \cup [\text{Batu}] \\
&= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Lawang, Batu}] \\
\} \\
\text{Surabaya} &= \{ \\
D(\text{Surabaya}) &= \text{Min} (D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (177.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Gresik} &= \{ \\
D(\text{Gresik}) &= \text{Min} (D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (177.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Lamongan} &= \{ \\
D(\text{Lamongan}) &= \text{Min} (D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (177.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Tuban} &= \{ \\
D(\text{Tuban}) &= \text{Min} (D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (177.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Bojonegoro} &= \{ \\
D(\text{Bojonegoro}) &= \text{Min} (D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (177.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Nganjuk} &= \{ \\
D(\text{Nganjuk}) &= \text{Min} (D(\text{Nganjuk}), (D(Y), W(Y, \text{Nganjuk}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (177.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Ngawi} &= \{ \\
D(\text{Ngawi}) &= \text{Min} (D(\text{Ngawi}), (D(Y), W(Y, \text{Ngawi}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (177.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Madiun} &= \{ \\
D(\text{Madiun}) &= \text{Min} (D(\text{Madiun}), (D(Y), W(Y, \text{Madiun}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (177.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \infty \\
\} \\
\text{Magetan} = \{ \\
&D(\text{Magetan}) = \text{Min}(D(\text{Magetan}), (D(Y), W(Y, \text{Magetan}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (177.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Ponorogo} = \{ \\
&D(\text{Ponorogo}) = \text{Min}(D(\text{Ponorogo}), (D(Y), W(Y, \text{Ponorogo}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (177.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Pacitan} = \{ \\
&D(\text{Pacitan}) = \text{Min}(D(\text{Pacitan}), (D(Y), W(Y, \text{Pacitan}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (177.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Trenggalek} = \{ \\
&D(\text{Trenggalek}) = \text{Min}(D(\text{Trenggalek}), (D(Y), W(Y, \text{Trenggalek}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (177.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Prigi} = \{ \\
&D(\text{Prigi}) = \text{Min}(D(\text{Prigi}), (D(Y), W(Y, \text{Prigi}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (177.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Tulungagung} = \{ \\
&D(\text{Tulungagung}) = \text{Min}(D(\text{Tulungagung}), (D(Y), W(Y, \text{Tulungagung}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (177.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Kediri} = \{ \\
&D(\text{Kediri}) = \text{Min}(D(\text{Kediri}), (D(Y), W(Y, \text{Kediri}))) \\
&= \text{Min}(\infty, (177.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\}
\end{aligned}$$

Karena variabel Malang memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 183.6, maka variabel $Y = \text{Malang}$. Karena Malang merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel Malang menjadi variabel permanen.

$$L = L \cup \text{Malang}$$

$$= [\text{Jember, Bondowoso, Lumajang, Situbondo, Besuki, Klakah, Probolinggo, Banyuwangi, Pasuruan, Dampit, Bangil, Kepanjen, Tumpang, Gempol, Lawang, Malang}]$$

Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan L :

Iterasi 16 :

Dengan $Y = \{$

$$D(\text{Malang}) = 183.6,$$

$$R(\text{Malang}) = [\text{Jember, Lumajang, Dampit, Malang}]$$

$\}$

Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

Sidoarjo = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Sidoarjo}) &= \text{Min}(D(\text{Sidoarjo}), (D(Y), W(Y, \text{Sidoarjo}))) \\ &= \text{Min}(186.89999999999998, (183.6 + \infty)) \\ &= 186.89999999999998 \end{aligned}$$

$\}$

Mojokerto = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Mojokerto}) &= \text{Min}(D(\text{Mojokerto}), (D(Y), W(Y, \text{Mojokerto}))) \\ &= \text{Min}(205.79999999999998, (183.6 + \infty)) \\ &= 205.79999999999998 \end{aligned}$$

$\}$

Batu = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Batu}) &= \text{Min}(D(\text{Batu}), (D(Y), W(Y, \text{Batu}))) \\ &= \text{Min}(206, (183.6 + 17.3)) \\ &= 200.9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R(\text{Batu}) &= R(Y) \cup [\text{Batu}] \\ &= [\text{Jember, Lumajang, Dampit, Malang}] \cup [\text{Batu}] \\ &= [\text{Jember, Lumajang, Dampit, Malang, Batu}] \end{aligned}$$

$\}$

Blitar = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Blitar}) &= \text{Min}(D(\text{Blitar}), (D(Y), W(Y, \text{Blitar}))) \\ &= \text{Min}(229.60000000000002, (183.6 + \infty)) \\ &= 229.60000000000002 \end{aligned}$$

$\}$

Jombang = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Jombang}) &= \text{Min}(D(\text{Jombang}), (D(Y), W(Y, \text{Jombang}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (183.6 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

$\}$

Surabaya = $\{$

$$\begin{aligned} D(\text{Surabaya}) &= \text{Min}(D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya}))) \\ &= \text{Min}(\infty, (183.6 + \infty)) \\ &= \infty \end{aligned}$$

$\}$

Gresik = $\{$

$$D(\text{Gresik}) = \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik})))$$

$$\begin{aligned}
&= \text{Min} (\infty, (183.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Lamongan} = \{ \\
&D (\text{Lamongan}) = \text{Min} (D (\text{Lamongan}), (D (Y), W (Y, \text{Lamongan}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (183.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Tuban} = \{ \\
&D (\text{Tuban}) = \text{Min} (D (\text{Tuban}), (D (Y), W (Y, \text{Tuban}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (183.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Bojonegoro} = \{ \\
&D (\text{Bojonegoro}) = \text{Min} (D (\text{Bojonegoro}), (D (Y), W (Y, \text{Bojonegoro}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (183.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Nganjuk} = \{ \\
&D (\text{Nganjuk}) = \text{Min} (D (\text{Nganjuk}), (D (Y), W (Y, \text{Nganjuk}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (183.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Ngawi} = \{ \\
&D (\text{Ngawi}) = \text{Min} (D (\text{Ngawi}), (D (Y), W (Y, \text{Ngawi}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (183.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Madiun} = \{ \\
&D (\text{Madiun}) = \text{Min} (D (\text{Madiun}), (D (Y), W (Y, \text{Madiun}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (183.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Magetan} = \{ \\
&D (\text{Magetan}) = \text{Min} (D (\text{Magetan}), (D (Y), W (Y, \text{Magetan}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (183.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Ponorogo} = \{ \\
&D (\text{Ponorogo}) = \text{Min} (D (\text{Ponorogo}), (D (Y), W (Y, \text{Ponorogo}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (183.6 + \infty)) \\
&= \infty \\
\} \\
\text{Pacitan} = \{ \\
&D (\text{Pacitan}) = \text{Min} (D (\text{Pacitan}), (D (Y), W (Y, \text{Pacitan}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (183.6 + \infty))
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Trenggalek} &= \{ \\
 &D(\text{Trenggalek}) = \text{Min}(D(\text{Trenggalek}), (D(Y), W(Y, \text{Trenggalek}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (183.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Prigi} &= \{ \\
 &D(\text{Prigi}) = \text{Min}(D(\text{Prigi}), (D(Y), W(Y, \text{Prigi}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (183.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Tulungagung} &= \{ \\
 &D(\text{Tulungagung}) = \text{Min}(D(\text{Tulungagung}), (D(Y), W(Y, \text{Tulungagung}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (183.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Kediri} &= \{ \\
 &D(\text{Kediri}) = \text{Min}(D(\text{Kediri}), (D(Y), W(Y, \text{Kediri}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (183.6 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\}
 \end{aligned}$$

Karena variabel Sidoarjo memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 186.89999999999998, maka variabel $Y = \text{Sidoarjo}$. Karena Sidoarjo merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel Sidoarjo menjadi variabel permanen.

$L = L \cup \text{Sidoarjo}$
 $= [\text{Jember, Bondowoso, Lumajang, Situbondo, Besuki, Klakah, Probolinggo, Banyuwangi, Pasuruan, Dampit, Bangil, Kepanjen, Tumpang, Gempol, Lawang, Malang, Sidoarjo}]$

Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan L :

Iterasi 17 :

Dengan $Y = \{$
 $D(\text{Sidoarjo}) = 186.89999999999998,$
 $R(\text{Sidoarjo}) = [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Sidoarjo}]$
 $\}$

Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

Batu = {
 $D(\text{Batu}) = \text{Min}(D(\text{Batu}), (D(Y), W(Y, \text{Batu})))$
 $= \text{Min}(200.9, (186.89999999999998 + \infty))$
 $= 200.9$
 $\}$

$$\begin{aligned}
 & \text{Mojokerto} = \{ \\
 & \quad D(\text{Mojokerto}) = \text{Min}(D(\text{Mojokerto}), (D(Y), W(Y, \text{Mojokerto}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(205.79999999999998, (186.89999999999998 + \\
 & \quad \quad 38.6)) \\
 & \quad \quad = 205.79999999999998 \\
 & \quad \} \\
 & \text{Blitar} = \{ \\
 & \quad D(\text{Blitar}) = \text{Min}(D(\text{Blitar}), (D(Y), W(Y, \text{Blitar}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(229.60000000000002, (186.89999999999998 + \infty)) \\
 & \quad \quad = 229.60000000000002 \\
 & \quad \} \\
 & \text{Jombang} = \{ \\
 & \quad D(\text{Jombang}) = \text{Min}(D(\text{Jombang}), (D(Y), W(Y, \text{Jombang}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (186.89999999999998 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \quad \} \\
 & \text{Surabaya} = \{ \\
 & \quad D(\text{Surabaya}) = \text{Min}(D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (186.89999999999998 + 24.3)) \\
 & \quad \quad = 211.2 \\
 & \quad R(\text{Surabaya}) = R(Y) \cup [\text{Surabaya}] \\
 & \quad \quad = [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Sidoarjo}] \\
 & \quad \quad \cup [\text{Surabaya}] \\
 & \quad \quad = [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil,} \\
 & \quad \quad \text{Sidoarjo, Surabaya}] \\
 & \quad \} \\
 & \text{Gresik} = \{ \\
 & \quad D(\text{Gresik}) = \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (186.89999999999998 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \quad \} \\
 & \text{Lamongan} = \{ \\
 & \quad D(\text{Lamongan}) = \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (186.89999999999998 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \quad \} \\
 & \text{Tuban} = \{ \\
 & \quad D(\text{Tuban}) = \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (186.89999999999998 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \quad \} \\
 & \text{Bojonegoro} = \{ \\
 & \quad D(\text{Bojonegoro}) = \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro}))) \\
 & \quad \quad = \text{Min}(\infty, (186.89999999999998 + \infty)) \\
 & \quad \quad = \infty \\
 & \quad \}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \} \\
 \text{Nganjuk} &= \{ \\
 & D(\text{Nganjuk}) = \text{Min}(D(\text{Nganjuk}), (D(Y), W(Y, \text{Nganjuk}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (186.89999999999998 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Ngawi} &= \{ \\
 & D(\text{Ngawi}) = \text{Min}(D(\text{Ngawi}), (D(Y), W(Y, \text{Ngawi}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (186.89999999999998 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Madiun} &= \{ \\
 & D(\text{Madiun}) = \text{Min}(D(\text{Madiun}), (D(Y), W(Y, \text{Madiun}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (186.89999999999998 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Magetan} &= \{ \\
 & D(\text{Magetan}) = \text{Min}(D(\text{Magetan}), (D(Y), W(Y, \text{Magetan}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (186.89999999999998 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Ponorogo} &= \{ \\
 & D(\text{Ponorogo}) = \text{Min}(D(\text{Ponorogo}), (D(Y), W(Y, \text{Ponorogo}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (186.89999999999998 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Pacitan} &= \{ \\
 & D(\text{Pacitan}) = \text{Min}(D(\text{Pacitan}), (D(Y), W(Y, \text{Pacitan}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (186.89999999999998 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Trenggalek} &= \{ \\
 & D(\text{Trenggalek}) = \text{Min}(D(\text{Trenggalek}), (D(Y), W(Y, \text{Trenggalek}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (186.89999999999998 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Prigi} &= \{ \\
 & D(\text{Prigi}) = \text{Min}(D(\text{Prigi}), (D(Y), W(Y, \text{Prigi}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (186.89999999999998 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Tulungagung} &= \{ \\
 & D(\text{Tulungagung}) = \text{Min}(D(\text{Tulungagung}), (D(Y), W(Y, \text{Tulungagung}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (186.89999999999998 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \} \\
 \text{Kediri} = & \{ \\
 & D(\text{Kediri}) = \text{Min}(D(\text{Kediri}), (D(Y), W(Y, \text{Kediri}))) \\
 & = \text{Min}(\infty, (186.89999999999998 + \infty)) \\
 & = \infty \\
 & \}
 \end{aligned}$$

Karena variabel Batu memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 200.9, maka variabel $Y = \text{Batu}$. Karena Batu merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel Batu menjadi variabel permanen.

$$L = L \cup \text{Batu}$$

$= [\text{Jember, Bondowoso, Lumajang, Situbondo, Besuki, Klakah, Probolinggo, Banyuwangi, Pasuruan, Dampit, Bangil, Kepanjen, Tumpang, Gempol, Lawang, Malang, Sidoarjo, Batu}]$

Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan L :

Iterasi 18 :

Dengan $Y = \{$

$$D(\text{Batu}) = 200.9,$$

$$R(\text{Batu}) = [\text{Jember, Lumajang, Dampit, Malang, Batu}]$$

$\}$

Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan V yang bukan bagian dari himpunan L :

Mojokerto = $\{$

$$\begin{aligned}
 D(\text{Mojokerto}) &= \text{Min}(D(\text{Mojokerto}), (D(Y), W(Y, \text{Mojokerto}))) \\
 &= \text{Min}(205.79999999999998, (200.9 + 60.7)) \\
 &= 205.79999999999998
 \end{aligned}$$

$\}$

Surabaya = $\{$

$$\begin{aligned}
 D(\text{Surabaya}) &= \text{Min}(D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya}))) \\
 &= \text{Min}(211.2, (200.9 + \infty)) \\
 &= 211.2
 \end{aligned}$$

$\}$

Blitar = $\{$

$$\begin{aligned}
 D(\text{Blitar}) &= \text{Min}(D(\text{Blitar}), (D(Y), W(Y, \text{Blitar}))) \\
 &= \text{Min}(229.60000000000002, (200.9 + 74.2)) \\
 &= 229.60000000000002
 \end{aligned}$$

$\}$

Jombang = $\{$

$$\begin{aligned}
 D(\text{Jombang}) &= \text{Min}(D(\text{Jombang}), (D(Y), W(Y, \text{Jombang}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (200.9 + 75.2)) \\
 &= 276.1
 \end{aligned}$$

$$R(\text{Jombang}) = R(Y) \cup [\text{Jombang}]$$

$$= [\text{Jember, Lumajang, Dampit, Malang, Batu}] \cup [\text{Jombang}]$$

$\}$

$$= [\text{Jember, Lumajang, Dampit, Malang, Batu, Jombang}]$$

$$\begin{aligned}
 & \} \\
 \text{Gresik} &= \{ \\
 & D(\text{Gresik}) = \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (200.9 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Lamongan} &= \{ \\
 & D(\text{Lamongan}) = \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (200.9 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Tuban} &= \{ \\
 & D(\text{Tuban}) = \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (200.9 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Bojonegoro} &= \{ \\
 & D(\text{Bojonegoro}) = \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (200.9 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Nganjuk} &= \{ \\
 & D(\text{Nganjuk}) = \text{Min}(D(\text{Nganjuk}), (D(Y), W(Y, \text{Nganjuk}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (200.9 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Ngawi} &= \{ \\
 & D(\text{Ngawi}) = \text{Min}(D(\text{Ngawi}), (D(Y), W(Y, \text{Ngawi}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (200.9 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Madiun} &= \{ \\
 & D(\text{Madiun}) = \text{Min}(D(\text{Madiun}), (D(Y), W(Y, \text{Madiun}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (200.9 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Magetan} &= \{ \\
 & D(\text{Magetan}) = \text{Min}(D(\text{Magetan}), (D(Y), W(Y, \text{Magetan}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (200.9 + \infty)) \\
 & \quad = \infty \\
 & \} \\
 \text{Ponorogo} &= \{ \\
 & D(\text{Ponorogo}) = \text{Min}(D(\text{Ponorogo}), (D(Y), W(Y, \text{Ponorogo}))) \\
 & \quad = \text{Min}(\infty, (200.9 + \infty)) \\
 & \quad = \infty
 \end{aligned}$$

$$\}$$

$$\text{Pacitan} = \{$$

$$D(\text{Pacitan}) = \text{Min}(D(\text{Pacitan}), (D(Y), W(Y, \text{Pacitan})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (200.9 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\text{Trenggalek} = \{$$

$$D(\text{Trenggalek}) = \text{Min}(D(\text{Trenggalek}), (D(Y), W(Y, \text{Trenggalek})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (200.9 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\text{Prigi} = \{$$

$$D(\text{Prigi}) = \text{Min}(D(\text{Prigi}), (D(Y), W(Y, \text{Prigi})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (200.9 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\text{Tulungagung} = \{$$

$$D(\text{Tulungagung}) = \text{Min}(D(\text{Tulungagung}), (D(Y), W(Y, \text{Tulungagung})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (200.9 + \infty))$$

$$= \infty$$

$$\}$$

$$\text{Kediri} = \{$$

$$D(\text{Kediri}) = \text{Min}(D(\text{Kediri}), (D(Y), W(Y, \text{Kediri})))$$

$$= \text{Min}(\infty, (200.9 + 86.1))$$

$$= 287$$

$$R(\text{Kediri}) = R(Y) \cup [\text{Kediri}]$$

$$= [\text{Jember, Lumajang, Dampit, Malang, Batu}] \cup [\text{Kediri}]$$

$$= [\text{Jember, Lumajang, Dampit, Malang, Batu, Kediri}]$$

$$\}$$

Karena variabel Mojokerto memiliki bobot terkecil pada himpunan V yaitu berbobot 205.79999999999998, maka variabel $Y = \text{Mojokerto}$. Karena Mojokerto merupakan variabel dengan bobot terkecil pada himpunan V , maka variabel Mojokerto menjadi variabel permanen.

$$L = L \cup \text{Mojokerto}$$

$$= [\text{Jember, Bondowoso, Lumajang, Situbondo, Besuki, Klakah, Probolinggo, Banyuwangi, Pasuruan, Dampit, Bangil, Kepanjen, Tumpang, Gempol, Lawang, Malang, Sidoarjo, Batu, Mojokerto}]$$

Lakukan iterasi diatas hingga variabel Surabaya menjadi bagian dari himpunan L :

Iterasi 19 :

Dengan $Y = \{$

$$D(\text{Mojokerto}) = 205.79999999999998,$$

$$\begin{aligned}
 R(\text{Mojokerto}) &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol, Mojokerto}] \\
 \} \\
 &\text{Lakukan pembaharuan untuk setiap variabel pada himpunan } V \text{ yang bukan bagian dari himpunan } L : \\
 \text{Surabaya} &= \{ \\
 &D(\text{Surabaya}) = \text{Min}(D(\text{Surabaya}), (D(Y), W(Y, \text{Surabaya}))) \\
 &= \text{Min}(211.2, (205.79999999999998 + 47.8)) \\
 &= 211.2 \\
 \} \\
 \text{Blitar} &= \{ \\
 &D(\text{Blitar}) = \text{Min}(D(\text{Blitar}), (D(Y), W(Y, \text{Blitar}))) \\
 &= \text{Min}(229.60000000000002, (205.79999999999998 + \infty)) \\
 &= 229.60000000000002 \\
 \} \\
 \text{Jombang} &= \{ \\
 &D(\text{Jombang}) = \text{Min}(D(\text{Jombang}), (D(Y), W(Y, \text{Jombang}))) \\
 &= \text{Min}(276.1, (205.79999999999998 + 29.2)) \\
 &= 234.99999999999997 \\
 &R(\text{Jombang}) = R(Y) \cup [\text{Jombang}] \\
 &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol, Mojokerto}] \cup [\text{Jombang}] \\
 &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol, Mojokerto, Jombang}] \\
 \} \\
 \text{Kediri} &= \{ \\
 &D(\text{Kediri}) = \text{Min}(D(\text{Kediri}), (D(Y), W(Y, \text{Kediri}))) \\
 &= \text{Min}(287, (205.79999999999998 + \infty)) \\
 &= 287 \\
 \} \\
 \text{Gresik} &= \{ \\
 &D(\text{Gresik}) = \text{Min}(D(\text{Gresik}), (D(Y), W(Y, \text{Gresik}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (205.79999999999998 + 51)) \\
 &= 256.79999999999995 \\
 &R(\text{Gresik}) = R(Y) \cup [\text{Gresik}] \\
 &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol, Mojokerto}] \cup [\text{Gresik}] \\
 &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol, Mojokerto, Gresik}] \\
 \} \\
 \text{Lamongan} &= \{ \\
 &D(\text{Lamongan}) = \text{Min}(D(\text{Lamongan}), (D(Y), W(Y, \text{Lamongan}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (205.79999999999998 + 49.2)) \\
 &= 255 \\
 \}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R(\text{Lamongan}) &= R(Y) \cup [\text{Lamongan}] \\
 &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol, Mojokerto}] \cup [\text{Lamongan}] \\
 &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol, Mojokerto, Lamongan}] \\
 &\} \\
 \text{Tuban} &= \{ \\
 D(\text{Tuban}) &= \text{Min}(D(\text{Tuban}), (D(Y), W(Y, \text{Tuban}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (205.79999999999998 + 97.7)) \\
 &= 303.5 \\
 R(\text{Tuban}) &= R(Y) \cup [\text{Tuban}] \\
 &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol, Mojokerto}] \cup [\text{Tuban}] \\
 &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol, Mojokerto, Tuban}] \\
 &\} \\
 \text{Bojonegoro} &= \{ \\
 D(\text{Bojonegoro}) &= \text{Min}(D(\text{Bojonegoro}), (D(Y), W(Y, \text{Bojonegoro}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (205.79999999999998 + 89.3)) \\
 &= 295.09999999999997 \\
 R(\text{Bojonegoro}) &= R(Y) \cup [\text{Bojonegoro}] \\
 &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol, Mojokerto}] \cup [\text{Bojonegoro}] \\
 &= [\text{Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Gempol, Mojokerto, Bojonegoro}] \\
 &\} \\
 \text{Nganjuk} &= \{ \\
 D(\text{Nganjuk}) &= \text{Min}(D(\text{Nganjuk}), (D(Y), W(Y, \text{Nganjuk}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (205.79999999999998 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Ngawi} &= \{ \\
 D(\text{Ngawi}) &= \text{Min}(D(\text{Ngawi}), (D(Y), W(Y, \text{Ngawi}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (205.79999999999998 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Madiun} &= \{ \\
 D(\text{Madiun}) &= \text{Min}(D(\text{Madiun}), (D(Y), W(Y, \text{Madiun}))) \\
 &= \text{Min}(\infty, (205.79999999999998 + \infty)) \\
 &= \infty \\
 &\} \\
 \text{Magetan} &= \{ \\
 D(\text{Magetan}) &= \text{Min}(D(\text{Magetan}), (D(Y), W(Y, \text{Magetan}))) \\
 &\}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \text{Min} (\infty, (205.79999999999998 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Ponorogo} = \{ \\
&D (\text{Ponorogo}) = \text{Min} (D (\text{Ponorogo}), (D (Y), W (Y, \text{Ponorogo}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (205.79999999999998 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Pacitan} = \{ \\
&D (\text{Pacitan}) = \text{Min} (D (\text{Pacitan}), (D (Y), W (Y, \text{Pacitan}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (205.79999999999998 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Trenggalek} = \{ \\
&D (\text{Trenggalek}) = \text{Min} (D (\text{Trenggalek}), (D (Y), W (Y, \text{Trenggalek}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (205.79999999999998 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Prigi} = \{ \\
&D (\text{Prigi}) = \text{Min} (D (\text{Prigi}), (D (Y), W (Y, \text{Prigi}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (205.79999999999998 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\} \\
\text{Tulungagung} = \{ \\
&D (\text{Tulungagung}) = \text{Min} (D (\text{Tulungagung}), (D (Y), W (Y, \text{Tulungagung}))) \\
&= \text{Min} (\infty, (205.79999999999998 + \infty)) \\
&= \infty \\
&\}
\end{aligned}$$

Karena variabel Surabaya sudah menjadi bagian dari himpunan L, maka iterasi berakhir pada iterasi 10. Jadi, hasil perhitungan dari studi kasus dengan titik awal yaitu Jember dan titik tujuan yaitu Surabaya menghasilkan rute lintasan [Jember, Klakah, Probolinggo, Pasuruan, Bangil, Sidoarjo, Surabaya] dengan total bobot sebesar 211.2 Km.