

Aplikasi Travelling Salesman Problem dalam Menentukan Rute Terpendek Menaklukan *Seven Summits* Indonesia

Faris Aziz-13519065¹

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

¹13519065@itb.ac.id

Abstrak—Perjalanan mengunjungi objek wisata alam pasti diinginkan waktu, jarak, dan biaya yang minimum. Objek-objek wisata alam ini dapat diibaratkan sebuah simpul dalam graf dan juga jarak menjadi sisi yang menghubungkan tiap simpul dalam graf. Permasalahan ini diminta untuk mengunjungi tiap simpul dengan total jarak yang minimum atau yang dikenal dengan *Travelling Salesman Problem*. TSP dapat diselesaikan dengan algoritma *brute-force* yaitu menghitung semua total jarak dari semua permutasi simpul yang ada.

Kata Kunci—Jarak, Graf, TSP, Simpul, Sisi.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan. Indonesia memiliki sebanyak kurang lebih 16 ribu pulau termasuk pulau besar dan pulau kecil. Indonesia juga merupakan negara yang dilalui oleh jalur *Ring of Fire* yang menyebabkan Indonesia memiliki banyak gunung berapi yang aktif. Gunung berapi yang aktif ini merupakan pemberian dari Allah, S.W.T. dan seharusnya kita melestarikan daerah sekitar gunung berapi ini.

Komunitas pendaki gunung merupakan salah satu kegiatan yang berhubungan dengan pegunungan. Sebagai pendaki gunung tentu tertarik untuk menaklukan *Seven Summits* Indonesia atau mendaki gunung tertinggi yang mewakili 7 pulau besar di Indonesia. Tujuh gunung tersebut tersebar di berbagai penjuru Indonesia. Gunung-gunung yang termasuk *Seven Summits* Indonesia adalah Gunung Kerinci di Provinsi Jambi, Gunung Semeru di Provinsi Jawa Timur, Gunung Rinjani di Provinsi Nusa Tenggara Barat, Gunung Bukit Raya di Provinsi Kalimantan Barat, Gunung Latimojong di Provinsi Sulawesi Selatan, Gunung Binaya di Provinsi Maluku, dan terakhir Gunung Jayawijaya di Provinsi Papua

Seorang pendaki tentu ingin menaklukan *Seven Summits* Indonesia ini dengan biaya dan waktu yang efektif sehingga di dalam perjalanan tidak melelahkan dan dalam pendakian tidak kelelahan. Permasalahan ini dalam matematika diskrit sudah lama dikenal dengan sebutan *Travelling Salesman Problem*. TSP dapat diselesaikan dengan berbagai macam algoritma. Algoritma yang digunakan di dalam makalah ini adalah menggunakan metode *brute-force* yaitu dengan mencoba semua kemungkinan permutasi dari simpul yang ada.

II. GRAF

Graf adalah himpunan dari objek-objek diskrit yang dinamakan simpul dan dihubungkan oleh penghubung yang dinamakan sisi.

$$G = (V, E)$$

Dalam hal ini ,

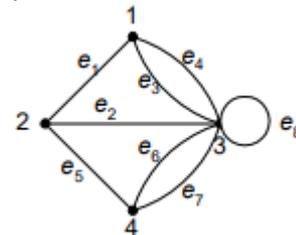
G = Graf

V = Himpunan tidak kosong dari simpul-simpul (*vertices*)

$$= \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$$

E = Himpunan sisi (*edges*) yang menghubungkan sepasang simpul

$$= \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$$



Gambar 1. Contoh Graf

(Sumber : <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>)

Berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda pada suatu graf , maka graf digolongkan menjadi dua jenis :

1. Graf Sederhana (*simple graph*)

Graf yang tidak mengandung gelang maupun sisi ganda

2. Graf Tak-Sederhana (*unsimple-graph*)

Graf yang mengandung sisi ganda atau gelang. Graf ini dibedakan lagi menjadi graf ganda dan graf semu. Graf ganda adalah graf yang menandung sisi gelang sedangkan graf semu adalah graf yang mengandung sisi ganda.

Berdasarkan orientasi arah pada sisi, graf dibedakan menjadi 2 jenis :

1. Graf Tak-Berarah (*undirected graph*)

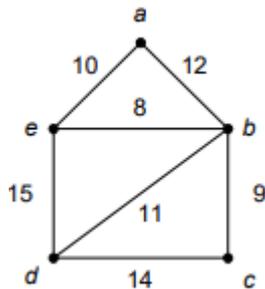
Graf yang sisinya tidak memiliki orientasi arah.

2. Graf Berarah (*directed graph*)

Graf yang sisinya memiliki orientasi arah.

Berdasarkan nilai sisi pada graf, graf dibedakan menjadi 2 jenis:

1. Graf Berbobot (*weighted graph*)
Graf yang sisinya mengandung nilai.



Gambar 2. Contoh dari Graf berbobot

(Sumber : <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>)

2. Graf Tak-Berbobot (*unweighted graph*)
Graf yang sisinya tidak mengandung nilai

Gambar 1 menunjukkan graf yang tidak sederhana karena mengandung sisi ganda yaitu e_3 dan e_4 dan mengandung sisi ganda, yaitu e_8 . Graf ini juga tergolong graf tak-berarah dan tak-berbobot, karena pada tiap sisi tidak mengandung tanda panah atau nilai. Graf dapat diterapkan dalam berbagai aspek kehidupan salah satu contohnya adalah :

- a. Rangkaian Listrik, pada rangkaian listrik tiap komponen dihubungkan pada kabel sehingga tiap komponen berhubungan satu sama lainnya, dalam hal ini kabel dapat diibaratkan sebagai sisi dan komponen listrik dapat diibaratkan sebagai simpul.
- b. Isomer senyawa kimia karbon, untuk mempermudah ilustrasi dalam penulisan senyawa kimia karbon maka diterapkan bentuk graf yang menghubungkan antar senyawa atau ion.
- c. Jejaring makanan, dalam jaring makanan hubungan makan-memakan dituliskan dalam bentuk graf berarah sehingga memudahkan menemukan tingkat pertama dalam rantai makanan.
- d. Pengujian program, dalam pengujian program tentu untuk memudahkan sketsa keberjalanan program maka dibuat graf untuk melihat jalur jalur yang akan dilewati program. Graf berguna untuk melihat program jika banyak memanggil prosedur dan fungsi dan juga terdapat percabangan dan perulangan.
- e. Pemodelan mesin jaja, mesin jaja yang dimaksud adalah *vending machine* yang menjual berbagai minuman. Untuk proses pembuatan mesin ini pasti diperlukan sketsa simulasi pembelian agar tidak terjadi kesalahan. Salah satu cara untuk membuat sketsanya adalah dengan menggunakan graf.

Graf juga mempunyai beberapa terminologi, yaitu :

- a. Ketetanggaan (*adjacent*), dua buah simpul dikatakan bertetangga apabila keduanya terhubung langsung
- b. Bersisian (*incidency*), suatu sisi dikatakan bersisian dengan suatu simpul apabila pada ujung sisi tersebut terhubung dengan simpul-simpul.
- c. Simpul terpencil (*isolated vertex*), simpul yang tidak mempunyai sisi yang bersisian dengannya.
- d. Graf kosong (*null graph* atau *empty graph*), graf yang himpunan sisinya merupakan himpunan kosong.

- e. Derajat (*degree*), jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut.
- f. Lintasan (*path*), jalur yang harus dilalui dari simpul awal ke simpul tujuan.
- g. Siklus (*cycle* atau *circuit*), jalur yang harus dilalui dari simpul awal sehingga bisa mengunjungi simpul dan kembali ke simpul awal.
- h. Keterhubungan (*connected*), dua buah simpul dikatakan terhubung apabila terdapat lintasan dari simpul A ke simpul B.
- i. Upagraf (*subgraph*) dan Komplemen Upagraf, upagraf adalah bagian dari graf yang mengandung simpul dan sisi yang lebih sedikit sama dengan graf awal, sedangkan komplemen upagraf adalah graf yang dibentuk dari sisi dan simpul yang tidak digunakan dalam membuat upagraf.
- j. Upagraf Merentang (*spanning subgraph*), graf yang mengandung semua simpul dari upagraf dan tidak memiliki sirkuit di dalam grafnya.
- k. *Cut-set*, himpunan sisi yang bila dibuang dari graf menyebabkan graf tidak terhubung.

Terdapat beberapa graf khusus yaitu :

1. Graf Lengkap (*complete graph*), graf sederhana yang setiap simpulnya mempunyai sisi ke semua simpul lainnya.
2. Graf lingkaran, graf sederhana yang setiap simpulnya berderajat dua.
3. Graf teratur (*regular graph*), graf yang setiap simpulnya mempunyai derajat yang sama.
4. Graf bipartit (*bipartite graph*), graf yang himpunan simpulnya dapat dipisah menjadi dua himpunan bagian V_1 dan V_2 , sedemikian sehingga setiap sisi pada G menghubungkan sebuah simpul di V_1 ke V_2 .

Representasi graf dapat berbagai macam cara :

1. Matriks Ketetanggaan (*adjacency matrix*), matriks yang digunakan untuk menyimpan nilai keterhubungan tiap simpul. Jika terhubung bertanda 1, dan jikat tidak bertanda 0.

	1	2	3	4
1	0	1	2	0
2	1	0	1	1
3	2	1	1	2
4	0	1	2	0

Gambar 3. Representasi graf dari Gambar 1 menggunakan matriks ketetanggaan.

(Sumber : <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian2.pdf>)

2. Matriks Bersisian (*incidency matrix*), matriks yang digunakan bersisian simpul dengan sisi , jika bersisian bertanda 1 dan jika tidak bertanda 0.
3. Senarai Ketetanggaan (*adjacency list*), list yang dibuat untuk menandakan lintasan tiap simpul.

Pada makalah ini, graf yang akan digunakan adalah graf berbobot dan juga graf komplit. Untuk menyelesaikan permasalahan graf pada makalah ini digunakan adjacency matrix untuk merepresentasikan grafnya.

III. TRAVELLING SALESMAN PROBLEM

Travelling salesman problem merupakan permasalahan yang sudah terkenal dalam materi graf. Permasalahan ini berbunyi “Diberikan daftar tempat dan jarak tiap tempat, berapakah jarak terpendek yang dapat dilalui dengan aturan mengunjungi tiap kota yang ada dan kembali ke dalam tempat awal”. Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan menentukan sirkuit Hamilton yang memiliki bobot minimum. Permasalahan ini adalah permasalahan NP-hard dalam optimisasi kombinatorial dan sangat penting dalam pembelajaran di Teori Ilmu Komputer dan operasi penelitian.

Aplikasi *travelling salesman problem* dapat bermacam macam, yaitu :

1. Pak pos mengambil surat di kotak pos yang tersebar pada n buah lokasi di berbagai sudut kota
2. Lengan robot mengencangkan n buah mur pada beberapa buah peralatan mesin dalam sebuah jalur perakitan.
3. Produksi n komoditi berbeda dalam sebuah siklus.

Travelling salesman problem dapat dimodelkan sebagai graf tidak berarah yang berbobot, tiap simpul melambangkan kota dan tiap sisi melambangkan jalan yang mengandung nilai.

Solusi paling banyak dicoba untuk menyelesaikan permasalahan ini adalah dengan mencoba berbagai macam permutasi yang tersedia dari urutan simpul-simpul yang ada. Kompleksitas algoritma ketika solusi ini berjalan untuk menyelesaikan permasalahan ini adalah $O(n!)$.

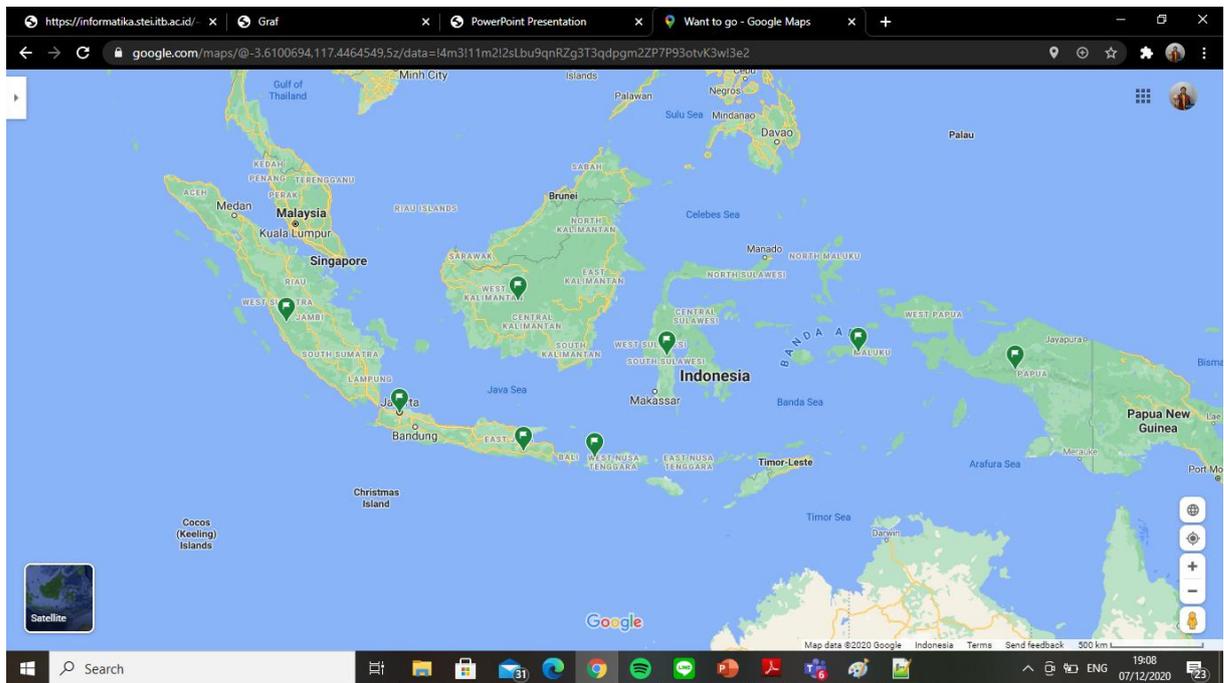
IV. SEVEN SUMMITS INDONESIA

Indonesia memiliki gunung berapi maupun bukan berapi yang tersebar luas di seluruh penjuru. Setiap gunung tentu memiliki puncak tertinggi, puncak tertinggi di Indonesia paling banyak terdapat di Pulau Papua karena puncak setiap gunung disana diatas 4000mdpl. Namun, jika hanya Pulau Papua saja maka tidak mencerminkan Indonesia. Dari pemikiran ini ditentukan *Seven Summits* Indonesia yang tersebar di 7 pulau terbesar di Indonesia.

1. Cartenz Pyramid, Gunung Jayawijaya
Carstenz Pyramid adalah puncak tertinggi di pulau Papua juga merupakan titik tertinggi di Indonesia serta masuk ke dalam salah satu *Seven Summits* di tujuh benua dunia, puncak gunung ini berketinggian 4.884 m dari permukaan laut. Puncak Carsztenzs berada di dalam kawasan pegunungan Sudirman pada posisi $04^{\circ}03'48''$ LS $137^{\circ}11'09''$ BT, yang merupakan gunung karang (limestone), dan terdapat hamparan salju abadi di beberapa tempat di pegunungan ini[3].
2. Puncak Indrapura, Gunung Kerinci
Gunung Kerinci adalah gunung tertinggi di pulau Sumatera dengan ketinggian 3.805 m dari permukaan laut. Gunung ini berada di perbatasan Provinsi Sumatera Barat dan Provinsi Jambi pada posisi geografi $1^{\circ}25.50'$ LS dan $101^{\circ}16'$ BT. Secara Administrasi gunung ini berada dalam kawasan wewenang Taman Nasional Kerinci Seblat. Gunung berapi yang masih aktif ini juga merupakan gunung berapi tertinggi di kawasan Asia

Tenggara.

3. Puncak Rinjani, Gunung Rinjani
Gunung Rinjani adalah gunung tertinggi di gugusan kepulauan Sunda Kecil, dengan ketinggian 3.726 m dari permukaan laut. Rinjani juga merupakan gunung berapi kedua tertinggi di Indonesia serta juga masih aktif dan secara periodik memperlihatkan keaktifannya dari kepundan anak gunung barunya yang muncul dari tengah danau kaldera yang terkenal dari gunung ini, yaitu Danau Segara Anak. Gunung ini berada di pulau Lombok Provinsi Nusa Tenggara Barat pada posisi $8^{\circ}25'$ LS dan $116^{\circ}28'$ BT. Secara Administrasi gunung ini berada di bawah naungan Taman Nasional Gunung Rinjani.
4. Puncak Mahameru, Gunung Semeru
Gunung Semeru adalah gunung tertinggi di Pulau Jawa, yang merupakan salah satu pulau besar di Indonesia. Di pulau ini banyak sekali gunung-gunung dengan ketinggian di atas 3.000 m dari permukaan laut. Gunung Semeru memiliki ketinggian 3.676 m dari permukaan laut. Posisi gunung ini berada di Provinsi Jawa Timur di antara wilayah administrasi Kabupaten Malang dan Lumajang, dengan posisi geografis antara $8^{\circ}06'$ LS dan $120^{\circ}55'$ BT. Semeru adalah salah satu gunung berapi yang teraktif di Indonesia, setiap lebih kurang 20 menit sekali kawahnya mengeluarkan abu vulkanik berwarna hitam bercampur pasir dan batu-batu kecil. Gunung ini berada di bawah pengawasan administrasi dari Taman Nasional Bromo Tengger Semeru.
5. Puncak Rantemario, Gunung Latimojong
Gunung Latimojong adalah gunung tertinggi di pulau Sulawesi, gunung ini bukan gunung berapi akan tetapi merupakan sebuah jajaran pegunungan dengan beberapa puncak. Puncak tertingginya bernama Rante Mario memiliki ketinggian 3.430 m dari permukaan laut. Pegunungan Latimojong ini berada di Kabupaten Enrekang Provinsi Sulawesi Selatan, pada koordinat $03^{\circ}23'01''$ LS dan $120^{\circ}01'30''$ BT.
6. Puncak Binaiya, Gunung Binaiya
Gunung Binaya adalah gunung yang tertinggi di Kepulauan Maluku, kepulauan ini dikelompokkan sebagai satu kepulauan utama, puncak Binaiya memiliki ketinggian 3.027 m dari permukaan laut dan terletak di Provinsi Maluku, tepatnya di pulau Seram, Kabupaten Maluku Tengah pada posisi geografis $3^{\circ}10'$ LS dan $129^{\circ}28'$ BT. Gunung ini bukan merupakan gunung berapi.
7. Puncak Bukit Raya, Gunung Bukit Raya
Di Pulau Kalimantan Puncak tertingginya adalah gunung Kinabalu, akan tetapi gunung tersebut berada di bawah kedaulatan Negara Malaysia sehingga tidak bisa dikelompokkan dalam *Seven Summits* Indonesia. Oleh karena itu, puncak gunung tertingginya dipegang oleh gunung bukit raya dengan ketinggian 2.278 m dari permukaan laut, gunung ini berada di perbatasan Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah pada posisi $8^{\circ}25'$ LS dan $116^{\circ}28'$ BT. Gunung ini bukan merupakan gunung berapi, dan berada di bawah pengawasan Taman Nasional Bukit Baka – Bukit Raya.

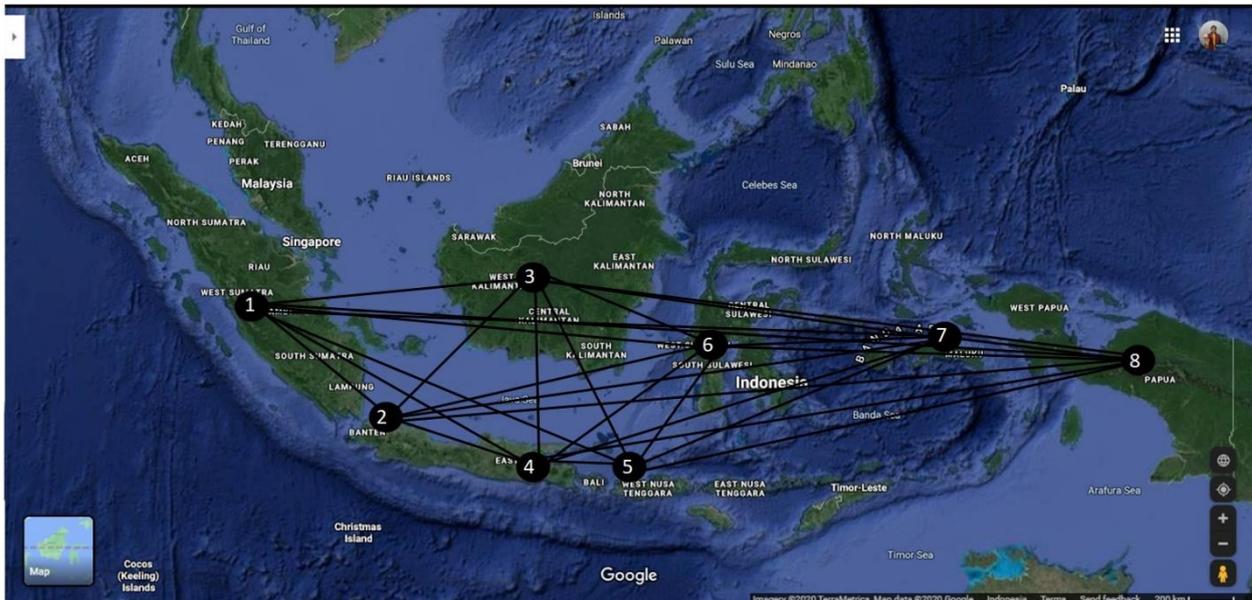


Gambar 4. Persebaran *Seven Summits* Indonesia dan Ibukota Indonesia
(Sumber : Dokumen Pribadi)

V. PEMBAHASAN

Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan membuat sketsa graf komplit yang tiap simpul terhubung dengan simpul

lainnya. Pada Graf ini penulis menambahkan Kota Jakarta sebagai kota asal penulis dan sebagai tempat awal dan tempat kembalinya penulis setelah menaklukan *Seven Summits* Indonesia.



Gambar 5. Graf Komplit persebaran *Seven Summits* Indonesia dan Ibukota Indonesia
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Keterangan :

- Simpul 1 : Gunung Kerinci
- Simpul 2 : Ibukota Indonesia
- Simpul 3 : Gunung Bukit Raya
- Simpul 4 : Gunung Semeru
- Simpul 5 : Gunung Rinjani
- Simpul 6 : Gunung Latimojong

Simpul 7 : Gunung Binaya

Simpul 8 : Gunung Jayawijaya

Setiap simpul pada gambar mempunyai derajat yang sama yaitu berjumlah 7. Maka Graf ini dapat disebut sebagai graf Lengkap karena setiap simpul terhubung terhadap simpul lainnya yang ada di graf tersebut.

Untuk menentukan rute terpendek dalam menaklukan *Seven Summits* ini dilakukan pendekatan mengenai permasalahan Travelling salesman problem dan dipecahkan dalam solusi mencoba semua permutasi simpul. Sebelumnya dibuat sebuah graf berdasarkan representasi matriks ketetangaan.

```
int graph[8][8] = {
    { 0, 792, 705, 1090, 893, 1494, 2528, 3368 },
    { 792, 0, 1474, 1839, 1274, 2091, 3134, 3995 },
    { 705, 1474, 0, 390, 828, 944, 1908, 2717 },
    { 1090, 1839, 390, 0, 957, 684, 1550, 2339 },
    { 893, 1274, 828, 957, 0, 869, 1883, 2746 },
    { 1494, 2091, 944, 684, 869, 0, 1046, 1905 },
    { 2528, 3134, 1908, 1550, 1883, 1046, 0, 863 },
    { 3368, 3995, 2717, 2339, 2746, 1905, 863, 0 }
};
```

Gambar 6. Representasi graf *Seven Summits Indonesia* (Sumber : Dokumen Pribadi)

Matriks ini berisi jarak dari A ke B yang sudah dihitung penulis menggunakan nilai *altitude* dan *longitude* dengan urutan dari kiri-kanan / atas-bawah : ibukota Indonesia, Gunung Kerinci, Gunung Semeru, Gunung Rinjani, Gunung Bukit Raya, Gunung Latimojong, Gunung Binaiya, dan Gunung Jayawijaya.

```
void permutasi(int *a, int i, int n)
{
    int j, k;
    if (i == n)
    {
        hitung_jarak(a, n);
    }
    else
    {
        for (j = i; j <= n; j++)
        {
            swap((a + i), (a + j));
            permutasi(a, i + 1, n);
            swap((a + i), (a + j));
        }
    }
}

int main()
{
    int i, j;
    int a[] = { 0, 1, 2, 3,4,5,6,7};
    permutasi(a, 0, 7);
    cout << "Jarak Minimum: " << cost << endl;
}
```

Gambar 7. Program utama dalam menentukan rute terpendek (Sumber : Dokumen Pribadi)

Hasil dari permutasi dihitung dan dimasukkan ke dalam variabel yang menyimpan jarak minimum. Variabel ini akan diperbaharui apabila hasil permutasi lebih kecil dari nilai

variabel sebelumnya.

```
void hitung_jarak(int *a, int n)
{
    int i, sum = 0;
    for (i = 0; i <= n; i++)
    {
        sum += graph[a[i % 8]][a[(i + 1) % 8]];
    }
    if (cost > sum)
    {
        cost = sum;
        printf("Jarak %d\n", cost);
        for (i = 0; i <= 7; i++)
        {
            if (i==7)
                printf("%d\n", a[i]);
            else
                printf("%d -> ", a[i]);
        }
    }
}
```

Gambar 8. Prosedur untuk menghitung jarak antar simpul (Sumber : Dokumen Pribadi)

Hasil ketika menjalankan program tersebut dapat dilihat rute yang diambil setiap memperbaharui biaya minimumnya.

```
std::cout
Jarak 9759
0 -> 1 -> 2 -> 3 -> 4 -> 5 -> 6 -> 7
Jarak 9758
0 -> 1 -> 2 -> 3 -> 4 -> 6 -> 7 -> 5
Jarak 8888
0 -> 1 -> 2 -> 3 -> 5 -> 6 -> 7 -> 4
Jarak 8884
0 -> 1 -> 2 -> 3 -> 5 -> 7 -> 6 -> 4
Jarak 8736
0 -> 1 -> 2 -> 3 -> 6 -> 7 -> 5 -> 4
Jarak 8666
0 -> 1 -> 2 -> 3 -> 7 -> 6 -> 5 -> 4
Jarak 8278
0 -> 1 -> 4 -> 5 -> 6 -> 7 -> 3 -> 2
Jarak Minimum: 8278
```

Gambar 9. Program utama dalam menentukan rute terpendek (Sumber : Dokumen Pribadi)

Dari gambar tersebut dapat diambil kesimpulan rute terpendek untuk menaklukan *Seven Summits* Indonesia dari ibukota Indonesia dengan melalui rute Gunung Kerinci lalu Gunung Bukit Raya lalu Gunung Latimojong lalu Gunung Binaya lalu Gunung Jayawijaya lalu Gunung Kerinci dan terakhir Gunung Semeru hingga balik kembali ke Ibukota

Indonesia. Total jarak yang ditempuh kurang lebih 8278 km.



Gambar 10. Graf akhir hasil menyelesaikan *Travelling Salesman Problem* (Sumber : Dokumen Pribadi)

VI. KESIMPULAN

Pemilihan rute penaklukan *Seven Summits* Indonesia yang efektif dapat dilakukan dengan mudah melalui pendekatan permasalahan *Travelling Salesman Problem* dan solusi penyelesaian dengan permutasi semua simpul. Rute penaklukan yang dimaksud adalah mengunjungi ketujuh puncak tertinggi di Indonesia di 7 pulau besar yang ada di Indonesia dengan waktu dan total jarak yang sangat minimum. Dengan hasil yang didapatkan dari pembahasan di atas, yaitu secara berurutan mengunjungi Gunung Kerinci lalu Gunung Bukit Raya lalu Gunung Latimojong lalu Gunung Binaya lalu Gunung Jayawijaya lalu Gunung Kerinci dan terakhir Gunung Semeru hingga balik kembali ke Ibukota Indonesia dengan total jarak minimum 8272 km. Pengaplikasian ini dapat diaplikasikan pada permasalahan yang bertujuan untuk mengunjungi tiap simpul dengan jarak yang efektif dan waktu yang efisien.

VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, serta taufik dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan makalah yang berjudul “Aplikasi *Travelling Salesman Problem* dalam Menentukan Rute Terpendek Menaklukan *Seven Summits* Indonesia”. Adapun penulisan makalah ini merupakan bentuk dari pemenuhan tugas akhir semester I pada mata kuliah Matematika Diskrit IF2120.

Dalam penyusunan makalah ini, kami mendapat banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak sehingga dapat menyelesaikan makalah ini dengan baik. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini saya menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Rinaldi Munir, MT., selaku dosen mata kuliah Matematika Diskrit IF2120 Kelas 1 yang telah memberi bimbingan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan makalah ini.
2. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan doa dan dukungannya baik secara moril ataupun material kepada anak-anaknya, sehingga bisa mengenyam pendidikan yang terbaik.
3. Seluruh teman-teman serta semua pihak lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang juga ikut mendukung dan memberi motivasi kepada saya.

Saya berharap dengan adanya makalah ini dapat memberikan gambaran mengenai rute perjalanan terpendek untuk menaklukan *Seven Summits* Indonesia dengan biaya yang sangat murah dan rute terpendek sehingga dapat dilakukan dengan sangat efektif dan juga hemat waktu.

REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi. 2015. Slide presentasi materi Graf Bagian 1. <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf> (diakses tanggal 9 Desember 2020).
- [2] Munir, Rinaldi. 2015. Slide presentasi materi Graf Bagian 2. <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian2.pdf> (diakses tanggal 9 Desember 2020).
- [3] Munir, Rinaldi. 2015. Slide presentasi materi Graf Bagian 3. <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian3.pdf> (diakses tanggal 9 Desember 2020).
- [4] Munir, Rinaldi. 2015. Slide presentasi materi Kombinatorial Bagian 1. <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Kombinatorial-2020-Bagian1.pdf> (diakses tanggal 9 Desember 2020).
- [5] The Seven Summits of Indonesia <http://www.the7summitsindonesia.com/> (diakses tanggal 9 Desember 2020).
- [6] Applegate, D. L.; Bixby, R. M.; Chvátal, V.; Cook, W. J. (2006), *The Traveling Salesman Problem*, ISBN 978-0-691-12993-8.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Jakarta, 10 Desember 2020

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Faris Aziz', written in a cursive style.

Faris Aziz (13519065)