JNATIA Volume 1, Nomor 1, November 2022
Jurnal Nasional Teknologi Informasi dan Aplikasinya

Penentuan Rute Terpendek Menggunakan Algoritma A Star (Studi Kasus: Distributor Barang)

Rasita Natasya Br Sitepu[a1], I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra[a2]

[a]Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Badung, Bali, Indonesia
[1]rasitanatasya@gmail.com
[2]anom.cp@unud.ac.id

Abstrak

Penentuan rute terpendek adalah permasalahan yang sangat umum dikalangan masyarakat. Dimana kecepatan waktu, jarak dan biaya minimum sangat penting dalam pekerjaan maupun perjalanan seseorang. Distributor barang merupakan salah satu pekerjaan yang harus menempuh banyak lokasi dalam pengantaran barang. Namun, lokasi tujuan yang menyebar luas di berbagai wilayah menyulitkan para distributor untuk mendistributorkan barang dengan cepat. Penyebab lainnya karena banyaknya jalan raya terlebih lagi volume kendaraan yang banyak sering kali menyulitkan seseorang untuk mencari jalur terpendek ke tempat tujuan yang terdekat, baik dari segi jarak maupun waktu tempuh. Dari ranah bidang ilmu Informatika, permasalahan penentuan rute terpendek dapat diselesaikan menggunakan beberapa algoritma, salah satunya adalah algoritma A *Star*. Algoritma A *Star* adalah salah satu algoritma pencarian graf dengan menggunakan fungsi jarak-plus-biaya untuk menentukan urutan titik yang akan dikunjungi. Dalam permasalahan ini yang harus dipecahkan adalah bagaimana cara agar bisa mengunjungi tempat yang dituju dengan jarak, waktu dan biaya yang minimum. Pada penelitian ini menggunakan data primer berupa 17 titik toko yang sudah ditentukan di wilayah kota Denpasar berupa lokasi sebagai simpul dan jarak antar toko. Pada penelitian ini, penentuan rute terpendek menggunakan algoritma A Star dapat menerima input graf, program dapat menghitung lintasan terpendek, program dapat menampilkan lintasan terpendek serta jaraknya, program dapat menerima input peta dengan Google Map API dan menampilkan peta dan program menampilkan waktu proses program dalam menentukan rute terpendek.
Keywords: *A Star, Rute Terpendek, Graf*

1. Pendahuluan

Distributor merupakan suatu kelompok usaha yang melakukan distribusi penyaluran produk ke suatu tempat ke tempat lain. Peranan distributor sangat penting dalam menjamin ketersediaan dan pemasaran produk yang dibutuhkan oleh masyarakat. Distributor sebagai jalur perantara pemasaran baik transportasi maupun penyimpanan suatu produk barang dan jasa dari produsen ke konsumen. Dalam melakukan pemasaran tentunya distributor melakukan perjalanan pengantaran barang ke banyak tempat. Saluran distribusi sangat dipengaruhi faktor jalur pengiriman barang yang efisien sehingga bisa menghemat waktu dan biaya.

Namun tidak jarang distributor mengalami kendala saat melakukan pengantaran barang, seperti waktu perjalanan yang terlalu lama dan bingung memilih tujuan mana yang terlebih dahulu dikunjungi. Salah satu penyebabnya karena luasnya wilayah yang harus ditempuh. Seperti dikutip pada artikel simplidots, Jowan Kho “Wilayah yang luas menyebabkan tingkat kesulitan yang tinggi dalam hal pendistribusian barang karena memakan lebih banyak biaya transportasi dan Sumber Daya Manusia (SDM)”. Penyebab lainnya disebabkan karena banyaknya jalan raya, terlebih lagi volume kendaraan yang banyak sering kali menyulitkan seseorang untuk mencari jalur terpendek ke tempat tujuan yang terdekat, baik dari segi jarak maupun waktu tempuh.

Algoritma A *Star* adalah sebuah algoritma yang telah diperkaya dengan menerapkan suatu heuristik. Algoritma ini membuang langkah-langkah yang tidak perlu dengan pertimbangan bahwa langkah-langkah yang dibuang sudah pasti merupakan langkah yang tidak akan mencapai solusi yang diinginkan [8]. Algoritma A*(star) melakukan pencarian rute terdekat dengan melakukan perhitungan heuristik. Dari heuristik yang diperoleh, kemudian mencari nilai f(n). Nilai f(n) yang diperoleh akan dimasukkan kedalam open list. Tahap selanjutnya adalah mempertimbangkan bobot antar simpul dimana simpul dengan bobot terkecil yang akan dilalui. Simpul dengan bobot terkecil akan dimasukkan kedalam closed list dimana simpul dalam closed list akan dipilih sebagai simpul yang akan dilalui [10]. Algoritma A *Star* menghitung semua kemungkinan dan menyimpannya sehingga jika setiap memilih jalan. Algoritma A *Star* juga membandingkan dengan jalan lain yang disimpan. Sehingga hasil pencarian sikel terpendek dengan menggunakan algoritma ini akan menghasilkan hasil yang lebih optimum [2].

Penelitian [4] menggunakan algoritma A *Star* karena memiliki kemampuan optimasi yang optimal dan komplit untuk menyelesaikan permasalahan pencarian rute terpendek. Optimal berarti rute yang dihasilkan adalah rute yang paling baik dan komplit berarti algoritma tersebut dapat mencapai tujuan yang diharapkan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya, pada penelitian ini penulis melakukan penentuan rute terpendek perjalanan distributor sebuah perusahaan menggunakan algoritma A *Star*. Pencarian rute terpendek diawali dengan mengetahui posisi asal dan tujuan perjalanan distributor. Posisi asal dan tujuan perjalanan distributor yang telah diketahui akan digunakan pada proses pencarian rute terpendek.

2. Metode Penelitian

2.1. Data Penelitian

Data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah data primer. Data berupa 17 titik toko yang sudah ditentukan di wilayah kota Denpasar berupa lokasi sebagai vertex dan jarak antar toko. Jarak yang diperoleh akan menjadi inputan pada sistem dengan jumlah vertex yang berbeda sesuai dengan tujuan pengiriman. Hasil rute dinilai berdasarkan jarak dengan mengabaikan indeks kemacetan dan kondisi geografis rute. Penentuan setiap lokasi ditentukan dengan menggunakan Google Earth sebagai titik tujuan dan Google Maps API untuk menentukan jarak antar titik dengan metode observasi mandiri.

2.2. Graf

Graf digunakan untuk mempresentasikan suatu objek diskrit dan hubungan antar objek-objek tersebut. Secara visual, suatu objek di graf direpresentasikan dengan sebuah titik, dan suatu hubungan antar objek direpresentasikan dengan sebuah garis yang menghubungkan kedua titik. Graf bisa digunakan untuk mepresentasikan berbagai hal, salah satu kegunaan graf adalah untuk mempresentasikan sebuah peta[11].

2.3. Tahapan Algoritma A *Star*

Algoritma A *Star* adalah algoritma pencarian rute terpendek yang merupakan algoritma yang dituntun oleh fungsi heuristiknya, yang menentukan urutan simpul mana yang akan dikunjungi terlebih dahulu. Heuristik merupakan penilai yang memberi harga pada tiap simpul yang memandu A *Star* mendapatkan solusi yang diinginkan [2]. Untuk mencari jarak terdekat pada sebuah peta, peta harus direpresentasikan dengan sebuah graf. Simpul-simpul di graf tersebut merupakan representasi persimpangan-persimpangan di wilayah peta tersebut dan sisinya merupakan representasi jalan yang dapat dilalui. Sisi-sisi graf ini harus merupakan sisi berbobot yang nilainya mempresentasikan panjang lintasan. A *Star* mengevaluasi node dengan menggabungkan g(n), yaitu cost untuk mencapai node, dan h(n), yaitu cost yang diperlukan dari node untuk mencapai tujuan, dalam notasi matematika dituliskan sebagai [6]:

f(n) = g(n) + h(n)

Keterangan:

1. ***f(n)*** adalah jumlah dari *g(n)* dan *h(n)*. ini adalah perkiraan jalur terpendek sementara. maka *f(n)* adalah jalur terpendek yang sebenarnya yang tidak ditelusuri sampai Algoritma A-Star (A*) diselesaikan.
2. ***g(n)/Geographical Cost*** adalah total jarak yang didapat dari verteks awal ke verteks sekarang (halangan).
3. ***h(n)/Heuristic Cost*** adalah perkiraan jarak dari vertex sekarang (yang sedang dikunjungi) ke vertek tujuan. sebuah fungsi *heuristic* digunakan untuk membuat perkiraan seberapa jauh lintasan yang akan diambil ke vertex tujuan.

Beberapa istilah yang terdapat pada algoritma A *Star* [5]:

1. *Starting point* merupakan terminologi untuk posisi awal .
2. Simpul (*node*) merupakan titik yang merepresentasikan suatu tujuan. Bentuknya dapat berupa persegi, segitiga, ataupun lingkaran
3. A merupakan simpul yang sedang berjalan dalam pencarian jalur terpendek
4. *Open list* merupakan simpul yang mungkin diakses dari *starting point* maupun simbol yang sedang dijalankan.
5. *Closed List* merupakan simpul yang telah dipilih sebagai pemilihan dari jalur terpendek.
6. Harga (F) adalah nilai yang diperoleh dari penjumlahan nilai G, jumlah nilai tiap simpul dalam jalur terpendek dari starting point ke A, dan H, jumlah nilai perkiraan dari sebuah simpul ke simpul tujuan.

Prinsip algoritma ini adalah mencari jalur terpendek dari sebuah simpul awal (starting point) menuju simpul tujuan dengan memperhatikan harga (F) terkecil.

Gambar 1 menunjukkan flowchart dari algoritma A *Star* dalam menentukan rute terpendek.

Gambar 1 Flowchart Algoritma A *Star*

Gambar 1 1

Langkah-langkah algoritma A *Star*, sebagai berikut [5]:

1. Mulai.
2. Node A sebagai starting point
3. Memasukkan seluruh simpul yang bertetangga dan tidak memilik atribut rintangan dengan A ke dalam open list.
4. Kemudian mencari nilai H terkecil dari simpul-simpul dalam open list tersebut.
5. Kemudian memindahkan A ke simpul yang memiliki nilai H terkecil. Simpul sebelum A disimpan sebagai parent dari A dan dimasukkan ke dalam closed list. Jika terdapat simpul lain yang bertetangga dengan A (yang sudah berpindah) namun belum termasuk kedalam anggota open list, maka masukkan simpul-simpul tersebut ke dalam open list.
6. Setelah itu, bandingkan nilai G yang ada dengan nilai G sebelumnya (pada langkah awal, tidak perlu dilakukan perbandingan nilai G). Jika nilai G sebelumnya lebih kecil maka A kembali keposisi awal. Simpul yang pernah dicoba dimasukkan ke dalam closed list. Hal terebut dilakukan berulang-ulang hingga terdapat solusi atau tidaka ada lagi simpul lain yang berada pada open list.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Tahapan Penentuan Rute Terpendek

Pada penelitian ini, data lokasi akan ditelusuri berdasarkan *latitude* dan *longitude* dari peta. Proses algoritma A *Star* dalam menentukan rute terpendek perjalanan distributor sebuah perusahaan diimplementasikan pada bahasa pemrograman Python. Tabel 1 berikut ini adalah titik tujuan pengiriman barang yang akan digunakan.

Tabel 1. *Latitude* dan *Longitude* Titik Tujuan

No	Titik Tujuan	*Latitude*	*Longitude*
1	Alfamart Jl. Gunung Agung	-8.6513942	1115.1960404
2	Alfamart Nusa Kambangan	-8.6643461	115.2124206
3	Alfamart Jl. Surapati	-8.65641	115.22092
4	Alfamart Jl. Hayam Wuruk	-8.65718	115.23872
5	Alfamart Pemecutan Kaja	-8.6391827	115.2090748
6	Alfamart Jl. WR Supratman	-8.6337537	115.256471
7	Alfamart Ubung Kaja	-8.6156725	115.1941227
8	Indomaret Tukad Pakerisan	-8.6887938	115.2261427
9	Indomaret Pulau Kawe	-8.6777391	115.2064918
10	Indomaret Buana Raya	-8.6610016	115.1876713
11	Indomaret Merdeka	-8.6647901	115.2403174
12	Indomaret Hayam Wuruk	-8.6572924	115.2278695
13	Indomaret Gatsu Timur	-8.6357861	115.2264692
14	Indomaret Seroja	-8.6342537	115.2296348
15	Indomaret Green Kori	-8.6108441	115.1992835
16	Indomaret Trenggana	-8.6181574	115.2407235
17	indomaret pulau galang	-8.6955229	115.1903073

Berdasarkan *latitude* dan *longitude* dihitung jarak untuk setiap titik tujuan pengiriman barang menggunakan persamaan (?) berikut ini:

$$d_{ij} = (69 \cdot \sqrt{(lon_i - lon_j)^2 + (lat_i - lat_j)^2}) \cdot 1{,}60934$$

Dimana:

- d_{ij} = jarak antara 2 titik koordinat *i* dan *j* (dalam km)
- lon_i = titik *longitude i*
- lon_j = titik *longitude j*
- lat_i = titik *latitude i*
- lat_j = titik *latitude j*

Proses jarak masing-masing titik

```
def haversineDist(n1, n2):
    # Menghitung jarak dari node n1 dan n2 berdasarkan longitude dan latitude
    # Menggunakan Haversine formula dalam meter
    # Aproksimasi radius bumi dalam km
    R = 6373.0
    lat1 = radians(n1.x)
    lon1 = radians(n1.y)
    lat2 = radians(n2.x)
    lon2 = radians(n2.y)
    dlon = lon2 - lon1
    dlat = lat2 - lat1
    a = sin(dlat / 2)**2 + cos(lat1) * cos(lat2) * sin(dlon / 2)**2
    c = 2 * atan2(sqrt(a), sqrt(1 - a))
    distance = R * c
    return round(distance, 4)
```

Berdasarkan perhitungan jarak masing-masing tujuan distributor dengan persamaan di atas, diperoleh hasil jarak pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Jarak Masing-Masing Titik Tujuan

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	0.00	5.82	7.11	9.07	1.97	7.26	5.06	6.68	4.19	1.41	9.41	7.88	3.92	4.31	5.31	6.48	6.85
2	5.82	0.00	1.29	3.25	7.79	6.51	10.88	4.11	1.63	4.41	3.66	2.06	9.74	9.46	11.13	8.96	4.29
3	7.11	1.29	0.00	1.96	9.08	5.22	12.17	5.40	2.91	5.70	2.37	0.77	8.56	8.17	12.41	7.67	5.57
4	9.07	3.25	1.96	0.00	8.54	3.26	11.63	3.96	4.88	7.66	0.86	1.19	6.60	6.21	11.88	5.71	7.54
5	1.97	7.79	9.08	8.54	0.00	5.29	3.09	8.65	6.17	3.38	9.41	9.74	1.95	2.34	3.33	4.50	8.83
6	7.26	6.51	5.22	3.26	5.29	0.00	8.38	7.21	8.13	8.67	4.12	4.45	3.34	2.95	8.62	2.45	10.79
7	5.06	10.88	12.17	11.63	3.09	8.38	0.00	11.74	9.26	6.47	12.50	12.83	5.04	0.39	0.78	7.59	11.92
8	6.68	4.11	5.40	3.96	8.65	7.21	11.74	0.00	2.49	5.27	3.09	4.69	10.55	10.16	11.99	9.66	5.15
9	4.19	1.63	2.91	4.88	6.17	8.13	9.26	2.49	0.00	2.78	5.29	3.68	8.12	8.51	9.50	10.58	2.66
10	1.41	4.41	5.70	7.66	3.38	8.67	6.47	5.27	2.78	0.00	8.07	6.47	5.33	5.72	6.72	7.89	5.44
11	9.41	3.66	2.37	0.86	9.41	4.12	12.50	3.09	5.29	8.07	0.00	1.60	7.46	7.07	12.74	6.57	7.95
12	7.88	2.06	0.77	1.19	9.74	4.45	12.83	4.69	3.68	6.47	1.60	0.00	7.79	7.40	13.07	6.90	6.34

13	3.92	9.74	8.56	6.60	1.95	3.34	5.04	10.55	8.12	5.33	7.46	7.79	0.00	0.39	5.28	2.55	10.78
14	4.31	9.46	8.17	6.21	2.34	2.95	0.39	10.16	8.51	5.72	7.07	7.40	0.39	0.00	5.67	2.17	11.17
15	5.31	11.13	12.41	11.88	3.33	8.62	0.78	11.99	9.50	6.72	12.74	13.07	5.28	5.67	0.00	7.83	12.16
16	6.48	8.96	7.67	5.71	4.50	2.45	7.59	9.66	10.58	7.89	6.57	6.90	2.55	2.17	7.83	0.00	13.24
17	6.85	4.29	5.57	7.54	8.83	10.79	11.92	5.15	2.66	5.44	7.95	6.34	10.78	11.17	12.16	13.24	0.00

Berdasarkan parameter yang digunakan serta jarak antar titik tujuan, maka diperoleh proses pencarian rute pada source code berikut ini:

Proses Pencarian Rute

```
# Buat graf dari nama graf input
    g = makeGraphFromTxt(graphName, end)
    # Cari node start dan end
    startNode = g.findNode(start)
    endNode = g.findNode(end)
    # Make priority queue to store nodes
    q = queue.PriorityQueue()
    # Deklarasikan dictionary kosong untuk rekam jejak parent dan rekam jejak total
    # jarak kumulatif yang paling singkat untuk ke node tertentu
    jalur = {}
    kumulatifMeter = {}
    # Inisiasi dengan none, karena parent dari starting node tidak ada, dan 0.0
    # untuk jarak kumulatif, karena jarak dari start ke start adalah 0
    jalur[start] = None
    kumulatifMeter[start] = 0.0
    # Set starting node
    q.put((0, start))
    # Inisiasikan currNodeName dengan nilai acak agar bisa masuk ke loop
    currNodeName = -999
    # jalankan loop asalkan belum sampai tujuan atau masih ada elemen prioqueue
    while (q.qsize() > 0 and currNodeName != end):
        (currPrio, currNodeName) = q.get()

        for nextNodeName in g.findNode(currNodeName).neighbors:
            addedMeter = kumulatifMeter[currNodeName] + g.findNode(
                currNodeName).neighbors[nextNodeName]
            # menambahkan kumulatifMeter baru apabila belum ada dictionary key : nextNodeName
            if (not (nextNodeName in kumulatifMeter)):
                # menambahkan kumulatifMeter baru
                kumulatifMeter[nextNodeName] = addedMeter
                # prioritas untuk nextNodeName dikalkulasi dengan menambahkan addedMeter dan
nilai
                # heuristik nextNodeName
                nextPrio = addedMeter + g.findNode(nextNodeName).heuristik
                # memasukan prio dan nama node ke dalam prioqueue
                q.put((nextPrio, nextNodeName))
                # menambahkan riwayat jalur
```

```
                jalur[nextNodeName] = currNodeName
            # menambahkan kumulatifMeter baru apabila kumulatifMeter yang sebelumnya
            # ternyata tidak optimal
            if (addedMeter < kumulatifMeter[nextNodeName]):
                # menambahkan kumulatifMeter baru
                    kumulatifMeter[nextNodeName] = addedMeter
                    # prioritas untuk nextNodeName dikalkulasi dengan menambahkan
addedMeter dan nilai
                    # heuristik nextNodeName
                    nextPrio = addedMeter + g.findNode(nextNodeName).heuristik
                # memasukan prio dan nama node ke dalam prioqueue
                q.put((nextPrio, nextNodeName))
                # menambahkan riwayat jalur
                jalur[nextNodeName] = currNodeName
    # skema pencetakan hasil
    if (currNodeName == end):
        # mencetak jarak terpendek antar node awal dan tujuan
        print(
            f"Jarak terpendek dari {start} ke {end}: {kumulatifMeter[end]} km \n")
        print("Lintasan:")

        # list untuk nanti dibalikan
        reverseDirection = []
        # iterasi mulai dari element parent ending node
        iterPrint = jalur[end]
        # selagi belum none (iterprint merupakan elemen parent dari starting node)
        while (iterPrint != None):
            # append ke list kemudian iterasikan berikutnya
            reverseDirection.append(iterPrint)
            iterPrint = jalur[iterPrint]
        # print array dengan orientasi reverse agar dari node awal-tujuan
        for nodeName in reversed(reverseDirection):
            print(nodeName, end=" → ")
        # node tujuan
        print(end, end="\n\n")
```

Sesuai dengan proses pencarian rute di atas, maka diperoleh rute terpendek perjalanan sebuah distributor sesuai titik awal dan titik tujuan yang diinginkan.

Output:

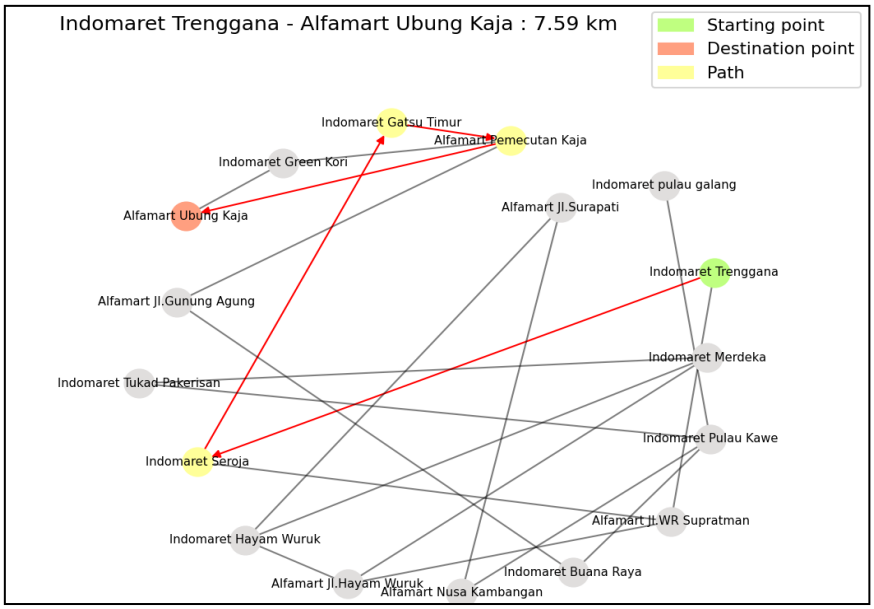
```
Masukkan nama simpul awal: Indomaret Trenggana
Masukkan nama simpul tujuan: Alfamart Ubung Kaja

Jarak terpendek dari Indomaret Trenggana ke Alfamart Ubung Kaja: 7.592599999999999 m

Lintasan:
Indomaret Trenggana → Indomaret Seroja → Indomaret Gatsu Timur → Alfamart Pemecutan Kaja → Alfamart Ubung Kaja

Running Time : 0.00193 second
```

Proses pencarian rute dengan graf

```
def makeGraphFromTxt(file_name, end):
    # Get current path
    currpath = str(os.getcwd()).split('\\')
    # Membuat graph dari file eksternal .txt
```

```
    # Variabel
    lines = []
    all_nodes = []
    # Open dan read file berdasarkan current path
    if (currpath[len(currpath)-1] in ["src", "bin"]):
        f = open(f"../test/{file_name}.txt", "r")
    else:
        f = open(f"./test/{file_name}.txt", "r")
    # Iterate line file
    lines = f.readlines()
    size = int(lines[0])
    graph = Graph(size)
    # Add adjacency matrix ke graph
    for i in range(size + 1, len(lines)):
        line = lines[i].split(" ")
        for i in range(len(line)):
            line[i] = int(line[i].replace("\n", ""))
        graph.addAdjm(line)
    # Add node ke graph
    for i in range(1, size + 1):
        line = lines[i].split(",")
        for i in range(len(line)):
            line[i] = line[i].replace("\n", "")
        curr_node = Node(line[0], float(line[1]), float(line[2]))
        graph.addNode(curr_node)
    # Cari node akhir
    for node in graph.nodes:
        if (node.name == end):
            endNode = node
    # Add nilai heuristik masing-masing node
    for node in graph.nodes:
        node.calcHeuristik(endNode)
    # Add edge ke graph
    for i in range(len(graph.adjm)):
        for j in range(len(graph.adjm)):
            if (graph.adjm[i][j] == 1):
                (graph.nodes[i]).addNeighbors(
                    graph.nodes[j],
                    haversineDist(graph.nodes[i], graph.nodes[j]))
    return graph
```

Output:



Gambar 2 Graf yang dihasilkan

Proses pengujian dilakukan dengan melakukan perubahan pada titik awal dan titik tujuan. Hasil dari pengujian dengan algoritma A *Star* terlihat pada tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4. Hasil Pengujian Sistem

No	Titik Awal	Titik Tujuan	Rute	Jarak Terbaik (km)	Waktu (s)
1	indomaret Trenggana	Alfamart Ubung Kaja	Indomaret Trenggana → Indomaret Seroja → Indomaret Gatsu Timur → Alfamart Pemecutan Kaja → Alfamart Ubung Kaja	7.59	0.00193
2	Alfamart Jl.Surapati	Indomaret Merdeka	Alfamart Jl.Surapati → Indomaret Hayam Wuruk → Indomaret Merdeka	2.37	0.00255
3	Indomaret Seroja	Alfamart Nusa Kambangan	Indomaret Seroja → Alfamart Jl.WR Supratman → Alfamart Jl.Hayam Wuruk → Indomaret Hayam Wuruk → Alfamart Jl.Surapati → Alfamart Nusa Kambangan	9.45	0.00274
4	Indomaret Hayam Wuruk	Alfamart Pemecutan Kaja	Indomaret Hayam Wuruk → Alfamart Jl.Hayam Wuruk → Alfamart Jl.WR Supratman → Indomaret Seroja → Indomaret Gatsu Timur → Alfamart Pemecutan Kaja	9.73	0.00218
5	Indomaret Tukad Pakerisan	Indomaret Green Kori	Indomaret Tukad Pakerisan → Indomaret Pulau Kawe → Indomaret Buana Raya → Alfamart Jl.Gunung Agung → Alfamart Pemecutan Kaja → Indomaret Green Kori	11,98	0.00233
6	Alfamart Jl.Gunung Agung	Indomaret Trenggana	Alfamart Jl.Gunung Agung → Alfamart Pemecutan Kaja → Indomaret Gatsu Timur →	6.47	0.00213

			Indomaret Seroja → Indomaret Trenggana		
7	Alfamart Jl.Hayam Wuruk	Indomaret pulau galang	Alfamart Jl.Hayam Wuruk → Indomaret Hayam Wuruk → Alfamart Jl.Surapati → Alfamart Nusa Kambangan → Indomaret Pulau Kawe → Indomaret pulau galang	7.53	0.0028
8	Indomaret Pulau Kawe	Indomaret Gatsu Timur	Indomaret Pulau Kawe → Indomaret Buana Raya → Alfamart Jl.Gunung Agung → Alfamart Pemecutan Kaja → Indomaret Gatsu Timur	8.11	0.002

Berdasarkan pengujian tersebut, menunjukkan bahwa program dapat menerima input graf, program dapat menghitung lintasan terpendek, program dapat menampilkan lintasan terpendek serta jaraknya, program dapat menerima input peta dengan Google Map API dan menampilkan peta dan program menampilkan waktu proses program dalam menentukan rute terpendek.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini, sistem penentuan rute terpendek perjalanan distributor sebuah perusahaan menggunakan algoritma A *star* telah berhasil dibangun dan diuji coba. Hasil dari sistem ini menunjukkan bahwa pencarian rute terpendek pada sebuah peta menggunakan algoritma A Star harus direpresentasikan dengan sebuah graf. Simpul-simpul graf tersebut representasi titik-titik lokasi pada peta tersebut dan sisinya merupakan representasi lintasan antar titik lokasi. Setiap sisi graf memiliki bobot atau jarak sehingga dapat dihitung nilai heuristiknya. Setelah informasi jarak dan nilai heuristic diketahui, pencarian menggunakan algoritma A *star* dapat dilakukan menggunakan pohon pencarian dan antrian prioritas. Pada penelitian ini, penentuan rute terpendek menggunakan algoritma A Star dapat menerima input graf, program dapat menghitung lintasan terpendek, program dapat menampilkan lintasan terpendek serta jaraknya, program dapat menerima input peta dengan Google Map API dan menampilkan peta dan program menampilkan waktu proses program dalam menentukan rute terpendek. Jika simpul awal indomaret Trenggana dan simpul tujuan Alfamart Ubung Kaja maka jarak terpendek yang didapatkan adalah 7.59 km dengan Lintasan Indomaret Trenggana → Indomaret Seroja → Indomaret Gatsu Timur → Alfamart Pemecutan Kaja → Alfamart Ubung Kaja dalam waktu program 0.00193 s.

Referensi

[1] Akhyar, M. (2017). *PERBANDINGAN ALGORITMA GREEDY DAN TRAVELLING SALESMAN PROBLEM.* Semarang: UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG.
[2] Gede Wahyu Antara Dalem, I. B. (2018). Penerapan Algoritma A* (Star) Menggunakan Graph Untuk Menghitung Jarak Terpendek. *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)*, *1*(1), 41–47. https://doi.org/10.31598/jurnalresistor.v1i1.253
[3] Hamidi, I., & Aldillah, D. (n.d.). *Algoritma A * (A Star) Sebagai Salah Satu Contoh Metode Pemrograman Branch and Bound*. 1–2.
[4] HARTANTO, K. (2020). *ANALISIS PERBANDINGAN ALGORITMA DIJKSTRA DAN A STAR.* Medan: UNIVERSITAS SUMATERA UTARA.
[5] Manurung, R. A. (2016). *Perbandingan Algoritma a* Dan Breadth First*.
[6] Putra, A. B. W., Rachman, A. A., Santoso, A., & Mulyanto, M. (2020). Perbandingan Hasil Rute Terdekat Antar Rumah Sakit di Samarinda Menggunakan Algoritma A*(star) dan Floyd-Warshall. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, *9*(1), 59–68. https://doi.org/10.32736/sisfokom.v9i1.685
[7] Putra, E. S. (2017). *Pencarian Lintasan Terpendek Pada Aplikasi Navigasi Menggunakan Algoritma A *.*