

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 GAS RUMAH KACA (GRK)

Menurut Hairiah (2007), Gas Rumah Kaca (GRK) didefinisikan sebagai gas yang terkandung dalam atmosfer, baik alami maupun dari kegiatan manusia (*antropogenik*) dan menyebabkan energi dari sinar matahari tidak dapat terpantul keluar bumi. Pada Peraturan Presiden RI No. 71 tahun 2011 tentang Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional ada beberapa jenis yang digolongkan sebagai GRK, yaitu Karbondioksida (CO₂), Gas Metan (CH₄), Dinitrogen Oksida (N₂O), Sulfurheksaflorida (SF₆), Perfluorokarbon (PFCS), Hidrofluorokarbon (HFCS).

Setiap jenis emisi gas rumah kaca memiliki umur yang berbeda-beda. meningkatnya suhu rata-rata bumi disebabkan oleh waktu tinggal emisi gas rumah kaca di atmosfer (Latuconsina, 2010). Emisi gas rumah kaca CO₂, CH₄, dan N₂O mempunyai peranan penting sebagai kontributor utama dari perubahan iklim karena termasuk ke dalam GRK yang berumur panjang (*long-lived greenhouse gases*) (WMO,2014). Berikut lama waktu tinggal dari gas rumah kaca:

Tabel 2. 1 Lama Waktu Tinggal Gas Rumah Kaca

Nama Gas	Waktu Tinggal Di Atmosfer (Tahun)
Karbon Dioksida (CO ₂)	5 – 2.000
Metana (CH ₄)	12
Dinitrogen Oksida (N ₂ O)	144

Sumber: IPCC, 2007

2.2 DAMPAK EFEK RUMAH KACA

Emisi gas rumah kaca menyebabkan terjadinya perubahan iklim yang biasanya ditandai dengan peningkatan suhu dan distribusi curah hujan, sehingga membawa dampak yang luas dalam kehidupan manusia dan diperkirakan akan terus memburuk. Menurut Harmoni (2009) dampak yang ditimbulkan dari GRK bagi kehidupan manusia antara lain adalah:

- a. Meningkatnya risiko kebakaran hutan.
- b. Meningkatnya risiko epidemi penyakit infeksi dan risiko kehidupan manusia.

- c. Meningkatnya kejadian banjir dan kekeringan jika emisi GRK terus bertambah.
- d. Menurunnya produksi pertanian disebabkan oleh kekeringan dan banjir.
- e. Penurunan sumber daya air secara kualitatif maupun kuantitatif.
- f. Meningkatnya erosi dan kerusakan infrastruktur.
- g. Menurunnya potensi tenaga pembangkit listrik di daerah rawan kekeringan.

2.3 JEJAK KARBON

Jejak karbon (*Carbon Footprint*) merupakan jumlah dari emisi gas rumah kaca secara langsung maupun tidak langsung yang disebabkan oleh aktivitas dalam kehidupan sehari-hari (Wiedmann dan Minx, 2008). Jejak karbon sendiri terbagi menjadi 2 (dua), yaitu jejak karbon primer dan jejak karbon sekunder. Jejak karbon primer adalah emisi gas rumah kaca yang bersifat langsung yang biasanya berasal dari hasil pembakaran bahan bakar fosil. Sebagai contoh kegiatan atau aktivitas rumah tangga dapat menghasilkan jejak karbon akibat dari penggunaan bahan bakar dan aktivitas kendaraan bermotor.

- 1) Penggunaan bahan bakar untuk kegiatan memasak (penggunaan *Liquid Petroleum Gas*)

Emisi gas rumah kaca dari penggunaan bahan bakar untuk kegiatan memasak dihitung berdasarkan jenis dan jumlah bahan bakar yang digunakan. Bahan bakar untuk kegiatan memasak yang umum digunakan saat ini adalah *Liquid Petroleum Gas* (LPG) yang biasa dijumpai dalam bentuk tabung gas 3 kg atau 12 kg. LPG merupakan gas bumi yang dicairkan. Perhitungan jumlah emisi gas rumah kaca dari sektor penggunaan LPG dilakukan dengan mengalikan nilai kalor atau konversi energi dan jumlah pemakaian bahan bakar lalu dikalikan dengan faktor emisi serta nilai *Global Warming Potential* (KLH, 2012). Emisi gas rumah kaca berupa gas N_2O terbentuk selama proses pembakaran melalui serangkaian reaksi dalam operasi industri minyak bumi. Proses pembentukannya tergantung pada banyak faktor, sehingga emisi N_2O sangat bervariasi dan juga berpengaruh terhadap proses pembentukan CH_4 . Emisi CH_4 dan N_2O dari sumber

pembakaran secara kuantitas lebih rendah daripada emisi CO₂ (Martono, 2016).

2) Penggunaan bahan bakar untuk kegiatan transportasi

Jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari kegiatan transportasi ditentukan oleh jenis bahan bakar dan jumlah yang digunakan. Kendaraan bermotor menggunakan bahan bakar fosil agar dapat bergerak. Hasil dari pembakaran bahan bakar fosil yang digunakan menghasilkan emisi gas rumah kaca. Jumlah bahan bakar yang dikonsumsi biasanya terdata dalam satuan liter, selanjutnya direpresentasikan sebagai data aktivitas (DA). Lalu jenis bahan bakar direpresentasikan sebagai faktor emisi (FE). Jumlah bahan bakar yang dikonsumsi terlebih dahulu dikonversi ke dalam satuan energi mega joule (MJ). Untuk mengubah ke satuan tera joule (TJ), maka dikalikan dengan konversi energi atau nilai kalor (KLH, 2012).

Jejak karbon sekunder merupakan emisi gas rumah kaca yang bersifat tidak langsung yang dihasilkan dari peralatan-peralatan elektronik rumah tangga atau penggunaan listrik sehari-hari (Azizah dkk, 2017).

1) Penggunaan listrik

Menurut Sutjahjo (2007), emisi gas rumah kaca dari pemakaian listrik dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar batu bara atau panas bumi (bahan bakar fosil) di pembangkit listrik. Polutan yang dihasilkan antara lain gas karbondioksida, SO₂, serta NO₂ yang dapat menyebabkan hujan asam. Polutan tersebut dihasilkan dari pembakaran batu bara yang akan digunakan untuk memanaskan air dalam boiler. Akibat air dalam boiler mendidih, maka akan menghasilkan uap air yang akan menggerakkan turbin dan generator. Akibat generator bergerak maka energi listrik akan dihasilkan. Perhitungan nilai emisi gas rumah kaca (CO₂E, CH₄, dan N₂O) berdasarkan pemakaian listrik yang dapat dilihat dari pembelanjaan listrik fakultas (kWh) (Sprangers, 2011). Setelah didapatkan data pemakaian atau pembelanjaan listrik fakultas, kemudian untuk mendapatkan jumlah emisi dilakukan perhitungan dengan mengkalikan jumlah kWh dengan factor emisi. Menurut Ecometrica (2011) faktor emisi dari listrik yang digunakan

didapatkan melalui penjumlahan faktor emisi dari pembangkit dengan faktor kerugian transmisi dan distribusi (T&D). Perbandingan total emisi pembangkit listrik dengan jumlah total listrik yang dihasilkan oleh suatu negara yaitu faktor emisi dari pembangkit. Pada saat distribusi, ada sejumlah kWh yang hilang pada transmisi dan distribusi. Jumlah kWh yang hilang dikalikan dengan faktor yang dihasilkan oleh pembangkit kemudian hasilnya dibagi total listrik yang dikonsumsi dinamakan faktor kerugian T&D.

2.4 PERHITUNGAN NILAI EMISI KARBON

Perhitungan nilai emisi karbon ini dibagi menjadi 2 bagian, yaitu Perhitungan *Carbon Footprint* dan Perhitungan emisi karbon setiap hari senin-jumat. Perhitungan jejak karbon (*Carbon Footprint*) pada penelitian ini bersumber pada kalkulator yang disediakan *Carbon Footprint Ltd*. *Carbon Footprint Ltd* bersertifikat ISO14001: 2015 untuk manajemen lingkungan, memiliki Sistem Manajemen Mutu yang disertifikasi ISO 9001: 2015 dan *Carbon Footprint Ltd* juga merupakan perusahaan yang terdaftar di Inggris No. 4532520, PPN No. 876040225. Berikut adalah rumus perhitungan jejak karbon (*Carbon Footprint*).

$$\begin{aligned} \text{Nilai } Carbon \text{ Footprint} &= (\text{Jarak Tempuh} \times \text{Nilai Efisiensi}) + 22,9\% \\ \text{CO}_2 \text{ (Ton)} &= \text{Km} \times \text{g/Km} \end{aligned}$$

(+22,9%) merupakan nilai konstanta untuk mempertimbangkan keadaan mengendarai di dunia nyata, yang sudah dilakukan *test cycle vehicle* (uji siklus kendaraan) berdasarkan *2012 Guidelines to DEFRA / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting*.

Nilai *Carbon Footprint* tersebut selanjutnya akan digunakan dalam perhitungan emisi karbon per hari dari hari senin sampai jumat. Rumus perhitungan tersebut menggunakan model perhitungan yang dibuat penulis, yaitu.

$$\begin{aligned} \text{Nilai Emisi} &= \text{Nilai } Carbon \text{ Footprint} \times \text{Jarak Tempuh} \\ \text{CO}_2 \text{ (Ton/Km)} &= \text{Ton} \times \text{Km} \end{aligned}$$

Jarak tempuh tersebut berubah sesuai dengan kondisi jalan, maka model perhitungan yang dihasilkan sebagai berikut.

Nilai Emisi = Nilai *Carbon Footprint* x (Jarak Tempuh x Kondisi Jalan)

$$\text{CO}_2 \text{ (Ton/Km)} = \text{Ton} \times (\text{Km} \times \text{Bobot Kondisi Jalan})$$

Kondisi jalan tersebut berasal dari kecepatan kendaraan berdasarkan kode warna pada google maps, namun dikarenakan nilai kecepatan kendaraannya tidak dapat diketahui maka nilainya diasumsikan. Kondisi hijau dengan bobot kecepatan 50 km/jam dan nilai bobot 0,09%. Kondisi oranye dengan bobot kecepatan 30 km/jam dan nilai bobot 0,15%. Kedua kondisi tersebut mengacu pada Peraturan Menteri Nomor 111 Tahun 2015 tentang Tata Cara Penetapan Batas Kendaraan. Kondisi merah dengan bobot kecepatan 16 km/jam dan nilai bobot 0,28%, kondisi tersebut mengacu pada survei kecepatan kendaraan Ketika macet yang dilakukan *Swisscontact Foundation* pada tahun 2007. Kondisi merah tua dengan bobot kecepatan 10 km/jam dan nilai bobot 0,47%, kondisi tersebut mengacu pada jurnal pembuatan sistem pendeteksi kecepatan kendaraan untuk mengatasi kecepatan lalu lintas sebagai bagian dari *Intelligent Transportation System (ITS)*.

2.5 FAKTOR EMISI

Faktor emisi didefinisikan sebagai nilai representatif yang menghubungkan jumlah suatu polutan yang dilepaskan ke atmosfer dari suatu kegiatan. Faktor-faktor ini biasanya dinyatakan dengan volume jarak, satuan berat atau lamanya aktivitas yang menghasilkan emisi polutan dan durasi kegiatan (Rachman dkk, 2016).

2.5.1 KARBONDIOKSIDA (CO₂)

Karbon dioksida (CO₂) merupakan salah satu emisi gas rumah kaca yang memberikan andil paling besar terhadap peningkatan suhu rata-rata bumi. Emisi CO₂ di atmosfer berperan sebagai penjaga suhu bumi agar tetap berada dalam kisaran yang nyaman bagi kehidupan manusia (Murdiyarsa, 2003). Terjadinya peningkatan emisi CO₂ secara signifikan akibat aktivitas manusia menyebabkan terjadinya peningkatan suhu rata-rata bumi dimana emisi berasal dari pembakaran hutan dan konsumsi bahan bakar fosil (Junaedi, 2007).

2.5.2 METANA (CH₄)

Metana (CH₄) adalah komponen utama gas alam yang terbentuk akibat peristiwa alami maupun akibat aktivitas manusia. Metana merupakan salah satu emisi gas rumah kaca yang menyebabkan terjadinya penipisan lapisan ozon. Metan yang terbentuk akibat peristiwa alami diemisikan oleh lahan basah, sumber geologi dan rayap dan akibat dari aktivitas manusia berasal dari kegiatan budidaya padi, perternakan, dan ekstraksi bahan bakar fosil (Artadi, 2013).

2.5.3 DINITROGEN OKSIDA (N₂O)

Dinitrogen oksida mengalami peningkatan konsentrasi rata-rata dari 0,2% sampai 0,3% setiap tahunnya sejak 1978 hingga tahun 2010. Penyebab meningkatnya konsentrasi N₂O masuk ke atmosfer disebabkan oleh pemupukan tanah, penggunaan lahan pembakaran biomassa, dan pembakaran bahan bakar fosil (Artadi, 2013).

2.6 MESIN DIESEL

Mesin diesel merupakan mesin penyalaan kompresi dimana udara dikompresi sampai pada temperatur tertentu kemudian bahan bakar dikabutkan beberapa derajat sebelum TMA, karena bahan bakar yang dikabutkan mempunyai titik nyala sendiri rendah, maka bahan bakar akan terbakar dengan sendirinya dan akan mendorong piston pada langkah ekspansi. Kelebihan dan kekurangan mesin diesel yaitu Mesin diesel lebih besar dari mesin bensin dengan tenaga yang sama karena konstruksi berat diperlukan untuk bertahan dalam pembakaran tekanan tinggi untuk penyalaan. Dan juga dibuat dengan kualitas sama yang membuat penggemar mendapatkan peningkatan tenaga yang besar dengan menggunakan mesin turbocharger melalui modifikasi yang relatif mudah dan murah. Mesin bensin dengan ukuran sama tidak dapat mengeluarkan tenaga yang sebanding karena komponen di dalamnya tidak mampu menahan tekanan tinggi, dan menjadikan mesin diesel kandidat untuk modifikasi mesin dengan hanya menggunakan ongkos dengan biaya murah. Kekurangannya hanya terletak suara yang berisik juga pada bobot dan dimensi yang dua kali lebih berat dan besar dari mesin bensin, dikarenakan komponen mesin diesel yang di didesain kuat untuk menahan kompresi tinggi, begitu juga akselerasi yang lambat namun dapat diperbaiki melalui

penambahan turbo atau yang dikenal sebagai *super charger*. Penambahan *turbo charger* atau *super charger* ke mesin meningkatkan ekonomi bahan bakar dan tenaga. Rasio kompresi yang tinggi membuat mesin diesel lebih efisien dari mesin menggunakan bensin. Peningkatan ekonomi bahan bakar juga berarti mesin diesel memproduksi karbon dioksida yang lebih sedikit. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan spesifikasi kendaraan dengan mesin diesel, yaitu dengan nilai efisiensi emisi 170.4394 g/km lebih rendah dari petrol yaitu 230.2278 g/km.

2.7 ALGORITMA A* (A STAR)

Algoritma *A Star* atau *A** adalah algoritma komputer yang digunakan secara luas dalam *graph traversal* dan penemuan jalur serta proses perencanaan jalur yang bisa dilewati secara efisien disekitar titik-titik yang disebut *node* (Reddy, 2013). Menurut (Russel & Norvig, 2003) Algoritma *A** adalah algoritma *best-first search* yang paling banyak dikenal. Algoritma ini memeriksa node dengan menggabungkan $g(n)$, yaitu *cost* yang dibutuhkan untuk mencapai sebuah node dan $h(n)$, yaitu *cost* yang didapat dari *node* awal ke *node* n . Sehingga didapatkan rumus dasar dari algoritma *A** ini adalah:

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

dimana:

$h(n)$ = nilai heuristik antar koordinat

$g(n)$ = jarak koordinat ke titik tujuan

Dalam notasi standar yang dipakai untuk algoritma *A** di atas, digunakan $g(n)$ untuk mewakili *cost* rute dari *node* awal ke *node* n . Lalu $h(n)$ mewakili perkiraan *cost* dari *node* n ke *node goal*, yang dihitung dengan fungsi heuristik. Semakin tinggi akurasi nilai heuristik, maka hasil perhitungan jarak terdekat dengan algoritma *A Star* juga akan akurasi baik. Fungsi *heuristic* yang digunakan adalah *Euclidean Distance*.

Fungsi *Euclidean Distance* menghitung berdasarkan titik koordinat masing-masing *node*. Fungsi ini memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan fungsi heuristik lain (Chris *et al*, 2011). *A Star* ‘menyeimbangkan’ kedua nilai ini dalam mencari jalan dari *node* awal ke *node goal*. Dalam menentukan *node* yang akan

dikembangkan, algoritma ini akan memilih node dengan nilai $f(n) = g(n) + h(n)$ yang paling kecil.

2.8 CENTER OF GRAVITY

Metode pusat gravitasi (*center-of gravity method*) merupakan sebuah teknik matematis yang digunakan untuk menemukan lokasi pusat distribusi yang akan meminimalkan biaya distribusi. Metode ini memperhitungkan jarak lokasi pasar, jumlah barang yang dikirim ke pasar tersebut, dan biaya pengiriman untuk menemukan lokasi terbaik untuk sebuah pusat distribusi.

Langkah pertama metode gravitasi adalah menempatkan lokasi pada suatu sistem koordinat. Titik asal sistem koordinat dan skala yang digunakan keduanya memiliki sifat berubah-ubah, selama jarak relatif (antar lokasi) dinyatakan secara tepat. Hal ini dapat dikerjakan dengan mudah dengan menempatkan titik-titik pada peta biasa. Pusat gravitasi ditentukan dengan persamaan :

Koordinat-x pusat gravitasi =

$$\frac{\sum_i d_{ix} \cdot Q_i}{\sum_i Q_i}$$

Koordinat-y pusat gravitasi =

$$\frac{\sum_i d_{iy} \cdot Q_i}{\sum_i Q_i}$$

Dimana: d_{ix} = koordinat x lokasi i

d_{iy} = koordinat y lokasi i

Q_i = kuantitas yang dipindahkan ke atau dari lokasi i

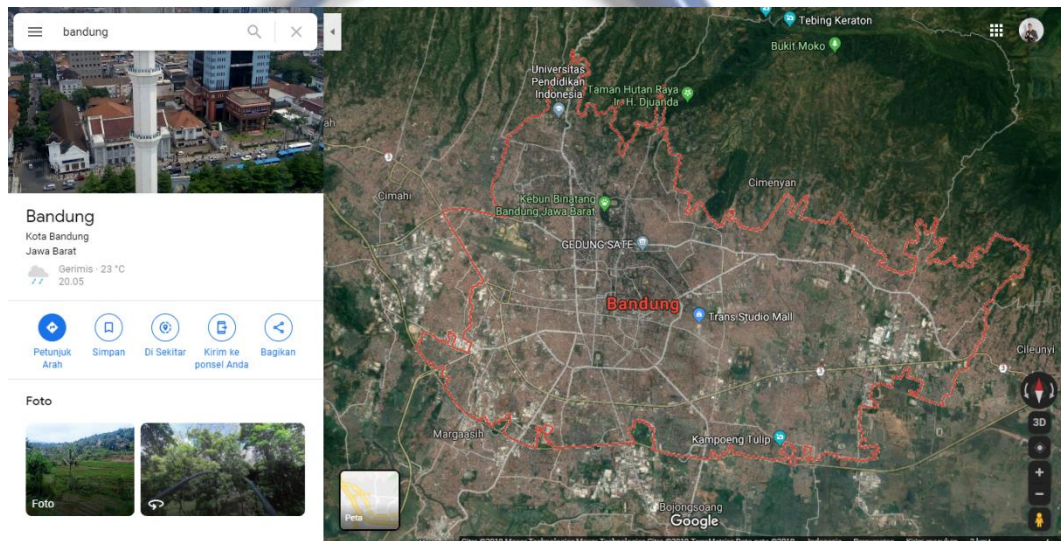
Metode pusat gravitasi mengasumsikan bahwa biaya secara langsung berimbang pada jarak dan jumlah yang dikirim. Lokasi yang ideal adalah lokasi yang meminimalkan jarak berbobot antara *origin* dan *destination*, dimana pembobotan lokasi dilakukan sesuai dengan jumlah kepala keluarga setiap kecamatan.

2.9 GOOGLE MAPS

Google Maps adalah peta online atau membuka peta secara *online*, dapat dilakukan secara mudah melalui layanan gratis dari Google. Bahkan layanan ini menyediakan *API (Application Programming Interface)* yang memungkinkan developer lain

untuk memanfaatkan aplikasi ini di aplikasi buatannya. Tampilan *Google Maps* pun dapat dipilih, berdasarkan foto asli atau peta gambar rute saja.

Google Maps adalah layanan gratis yang diberikan oleh Google dan sangat populer. *Google Maps* adalah suatu peta dunia yang dapat kita gunakan untuk melihat suatu daerah seperti pada gambar 2. Dengan kata lain, *Google Maps* merupakan suatu peta yang dapat dilihat dengan menggunakan suatu browser. Kita dapat menambahkan fitur *Google Maps* dalam *web* yang telah kita buat atau pada blog kita yang berbayar maupun gratis sekalipun dengan *Google Maps API*. *Google Maps API* adalah suatu *library* yang berbentuk *Java Script*. Berikut adalah gambar dari *Google Maps* tersebut.



Gambar 1. 4 *Google Maps*
(Sumber: *website Google Maps.com*)

Pada *Google Maps API* terdapat 4 jenis pilihan model peta yang disediakan oleh Google, diantaranya adalah:

- a. *ROADMAP*, untuk menampilkan peta biasa 2 dimensi.
- b. *SATELLITE*, untuk menampilkan foto satelit.
- c. *TERRAIN*, untuk menunjukkan relief fisik permukaan bumi dan menunjukkan seberapa tingginya suatu lokasi, contohnya akan menunjukkan gunung dan sungai.
- d. *HYBRID*, akan menunjukkan foto satelit yang di atasnya tergambar pula apa

yang tampil pada *ROADMAP* (jalan dan nama kota).

2.10 PENELITIAN TERDAHULU

Sebelum penelitian ini dilakukan, telah dilakukan beberapa penelitian yang serupa dengan penelitian yang akan dilakukan. Berikut tabel yang menjelaskan profil-profil jurnal sebelumnya yang digunakan sebagai pembandingan penelitian yang akan penulis buat ini, gambar yang lebih jelas dapat dilihat pada bab **Lampiran 1**.

Tabel 2. 2 Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Author	Topik/Masalah	Metode	Hasil
1	Sri Andayani dan Endah Wulan Perwitasari., 2014	Penentuan Rute Terpendek Pengambilan Sampah di Kota Merauke Menggunakan Algoritma Dijkstra	Algoritma Dijkstra	Menghasilkan rute yang memenuhi kriteria permasalahan penentuan rute pengambilan sampah, yaitu terdapat depot dimana kendaraan berangkat dan pulang, tiap konsumen tepat dilayani satu kali dalam sebuah rute, kapasitas yang diangkut dalam setiap rute tidak lebih dari kapasitas maksimal kendaraan pengangkut.
2	Rosita Ayu Nugraeni dan Mulyono, Rochmad., 2015	PENERAPAN ALGORITMA A* DALAM PENYELESAIAN RUTE TERPENDEK PENDISTRIBUSIAN BARANG	Algoritma A*	Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, diperoleh rute terpendek pendistribusian barang yaitu, CV Mitra Adi Busana - Hotel Gumaya - Hotel Merbabu - Hotel Novotel - Hotel Ibis - Hotel Grand Saraswati - Hotel Royal Phoenix - Hotel Neo Candi - Hotel Plaza dengan panjang rute terpendek 19595 meter. Hasil ini sesuai dengan perhitungan berbantuan software Visual Basic.Net. Berdasarkan penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa algoritma A* dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah pencarian rute terpendek pendistribusian barang CV Mitra Adi Busana Semarang.
3	Eko Budihartono., 2016	PENERAPAN ALGORITMA DIJKSTRA UNTUK SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN BAGI PENENTUAN JALUR TERPENDEK PENGIRIMAN PAKET BARANG PADA TRAVEL	Algoritma Dijkstra	Dari penelitian yang dilakukan dihasilkan alternatif rute yang efektif dengan memperhatikan Jenis Arah, tingkat Kemacetan, Lebar Jalan, Kondisi Jalan, Volume Jalan, Jarak, Jumlah Simpangan.
4	Popy Purnamasari Wahid Suyitno., 2016	PENCARIAN JALUR TERPENDEK DARI RUMAH MENUJU CANDI JIWA BATUJAYA MENGGUNAKAN ALGORITMA A-STAR	Algoritma A*	Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: 1. Pencarian jalur terpendek mempermudah menemukan lokasi Objek Wisata Candi Jiwa Batujaya dengan waktu yang singkat. 2. Algoritma A-Star memberikan jalur terdekat yang akurat dan mudah dipelajari. 3. Dalam proses penelusuran, Algoritma A-Star tidak mengunjungi semua jalur jika titik tujuan sudah ditemukan.
5	Muhammad Raihan.M, 2019	Penentuan rute optimal berdasarkan CO2 di Kota Bandung	Center Of Gravity dan Algoritma A-Star	Mengetahui rute optimal yang emisi karbonnya paling rendah pada saat jam kerja di kota Bandung sehingga dapat membantu mengurangi dampak rumah kaca di kota Bandung

(Sumber: Pengumpulan Data)

Skripsi yang penulis buat yaitu pemilihan rute optimal berdasarkan CO₂e bersumber pada algoritma A* di kota Bandung. Sampel penelitian rute yang dipilih yaitu dari wilayah pemukiman ke wilayah zona industri. Pemilihan titik *origin* melalui metode *Center Of Gravity* sehingga titik *origin* berada pada lokasi yang optimal dengan menyesuaikan jumlah kepala keluarga dari setiap kecamatan, dan *destination* yang digunakan mengacu pada zona industri di Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) 2011-2031 Kota Bandung. Rute alternatif dari *origin* ke *destination* bersumber pada algoritma A* (*A-Star*) yang ada pada sistem peta *google maps*, Setiap rute alternatif diidentifikasi jarak dan kondisi jalannya. Kemudian data tersebut diolah untuk mencari nilai emisi karbon dengan *Calculator Carbon Footprint*, yang kemudian dilakukan analisa perbandingan setiap rute alternatif yang ada. Maka dari itu ini menjadi strategi baru yang bisa kita lihat jika dibandingkan dengan ke empat jurnal tersebut.