

## **BAB III**

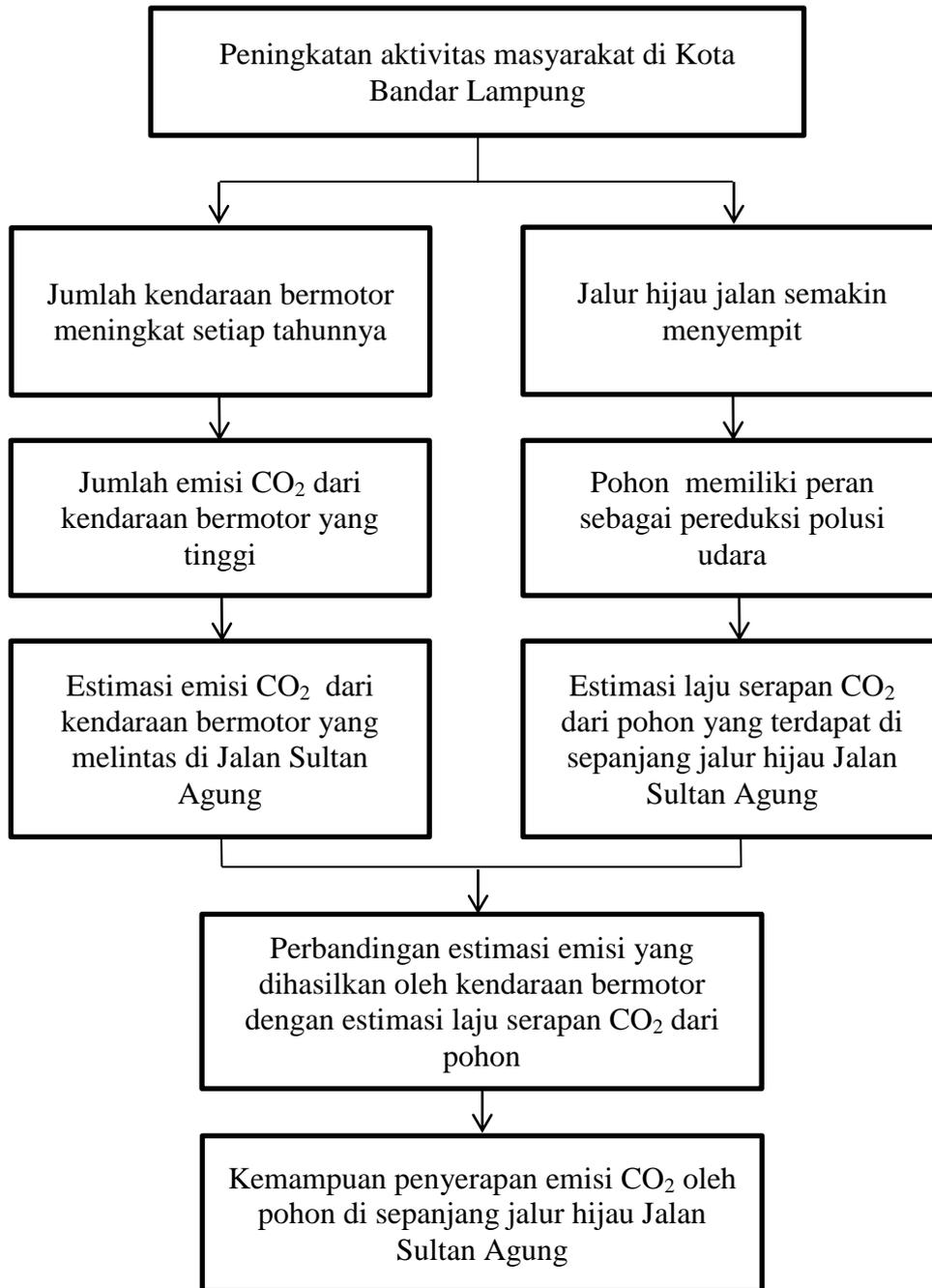
### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Kerangka Berpikir dan Alur Penelitian**

Penelitian ini dilakukan berdasarkan dengan peningkatan aktivitas masyarakat yang dapat mempengaruhi mobilitas kendaraan bermotor khususnya di daerah perkotaan dan hal tersebut juga terjadi di Kota Bandar Lampung. Jumlah kendaraan bermotor di Kota Bandar Lampung terus mengalami peningkatan pada setiap tahunnya. Hal ini akan berdampak terhadap meningkatnya emisi gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari kendaraan bermotor dan menjadi salah satu penyumbang terbesar gas rumah kaca (GRK) yang berpotensi dalam pemanasan global.

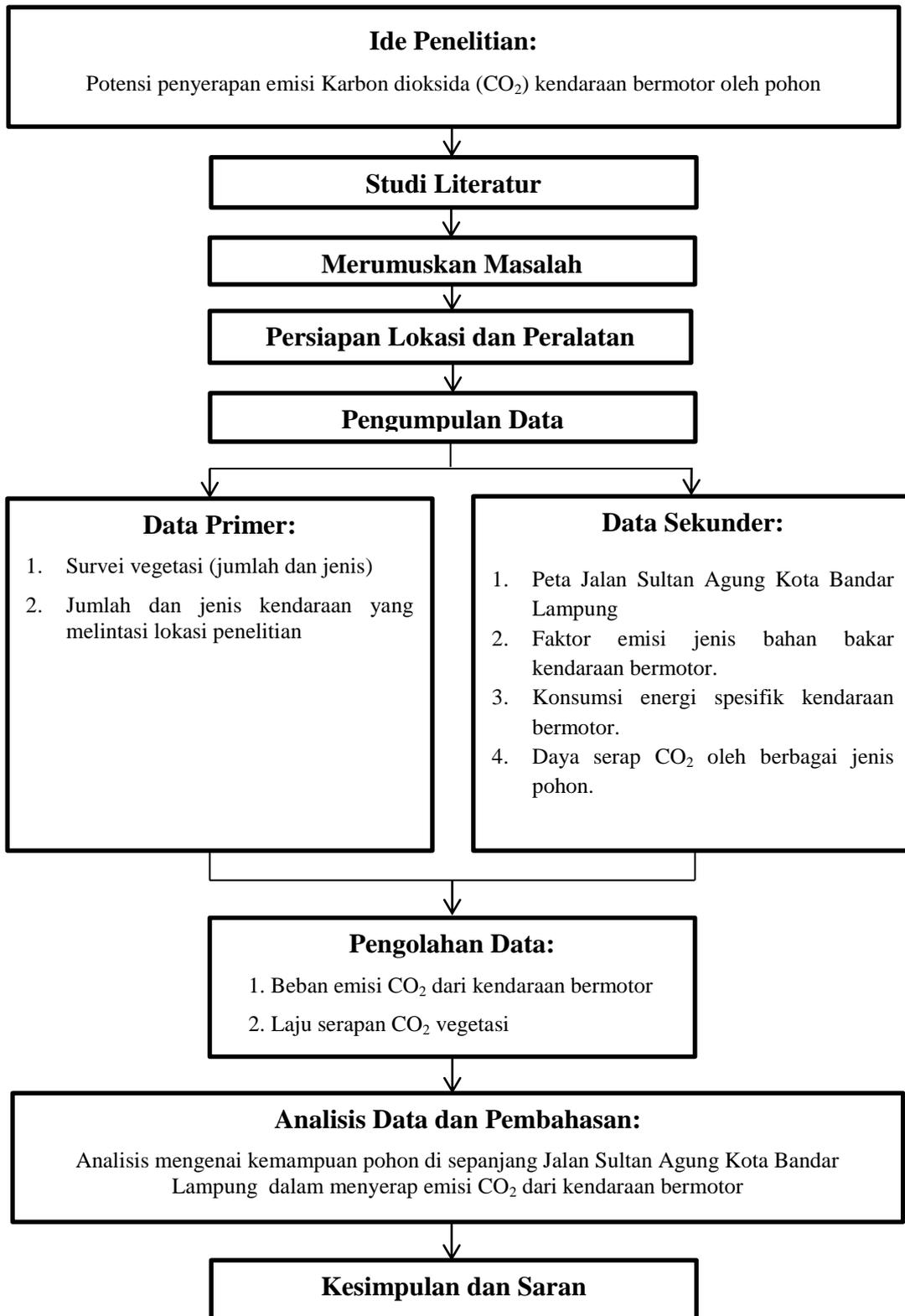
Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam mengurangi emisi CO<sub>2</sub> dengan tanaman jenis pohon yang terdapat di jalur hijau sepanjang jalan. Pohon dipilih karena mampu menyerap gas CO<sub>2</sub> yang berada di udara melalui proses fotosintesis dan penyerapan CO<sub>2</sub> oleh pohon lebih banyak dibanding dengan tanaman jenis yang lain. Masing-masing spesies pohon memiliki kapasitas penyerapan CO<sub>2</sub> berbeda-beda. Salah satu koridor jalan di Kota Bandar Lampung yang memiliki berbagai jenis pohon pada tepi dan median jalannya adalah Jalan Sultan Agung. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan di Jalan Sultan Agung.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka dilakukan penelitian ini untuk mengkaji sisa emisi CO<sub>2</sub> dari kendaraan bermotor setelah terserap oleh pohon, sehingga dapat dianalisis mengenai kemampuan pohon dalam menyerap emisi CO<sub>2</sub> dari kendaraan bermotor di Jalan Sultan Agung. Adapun alur pemikiran penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini



**Gambar 3.1** Kerangka berpikir penelitian

Berdasarkan kerangka berpikir penelitian di atas, maka dapat dibuat alur penelitian yang bertujuan untuk mengetahui tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan supaya sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2 Alur penelitian

## 3.2 Gambaran Umum Lokasi dan Waktu Penelitian

### 3.2.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Bandar Lampung merupakan ibu kota dan pusat pemerintahan dari Provinsi Lampung serta kota terpadat ketiga di Pulau Sumatra [1,88]. Letaknya yang berada di paling ujung selatan Pulau Sumatra menjadikan Kota Bandar Lampung sebagai pintu gerbang utama antara Pulau Jawa dengan Sumatra [89]. Hal ini memberikan dampak peningkatan volume kendaraan bermotor di Kota Bandar Lampung. Salah satunya pada Jalan Sultan Agung yang merupakan jalan arteri sekunder yang menjadi lokasi studi dari penelitian ini [13].

Jalan Sultan Agung merupakan ruas jalan dengan status jalan perkotaan yang melayani dan menghubungkan kota dengan pusat kegiatan wilayah dan pusat kegiatan lokal. Jalan ini melintas pada tiga kecamatan di Kota Bandar Lampung, yaitu Kecamatan Way Halim, Kecamatan Labuhan Ratu dan Kecamatan Kedaton. Terdapat beberapa fasilitas umum di sepanjang Jalan Sultan Agung, yaitu Mall Boemi Kedaton, Transmart Lampung, PKOR Way Halim, SPBU Way Halim, Masjid Ad-Dua, lembaga pendidikan, pertokoan dan warung di pinggir jalan [13]. Oleh sebab itu, Jalan Sultan Agung memiliki mobilitas kendaraan bermotor yang cukup ramai.

**Tabel 3.1** Geometrik Jalan Sultan Agung [13]

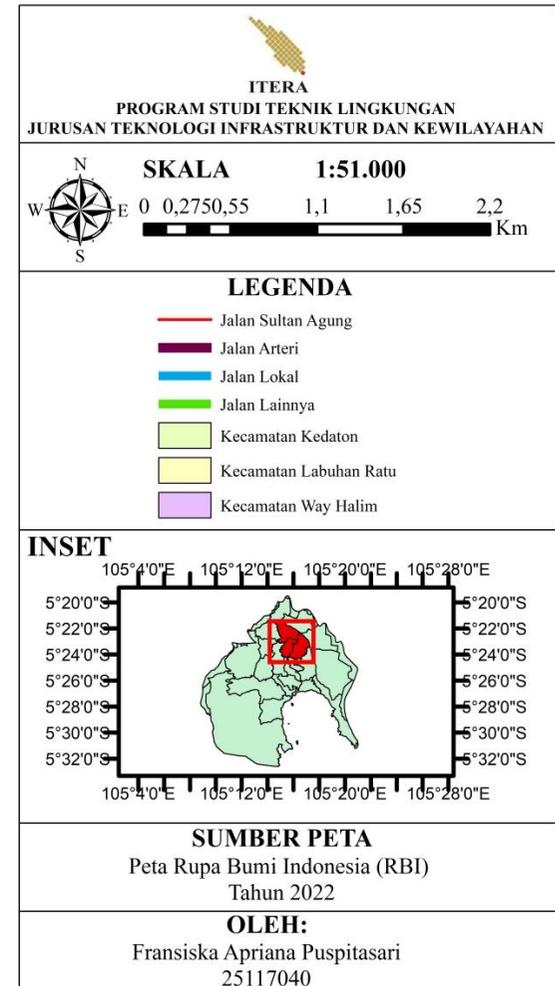
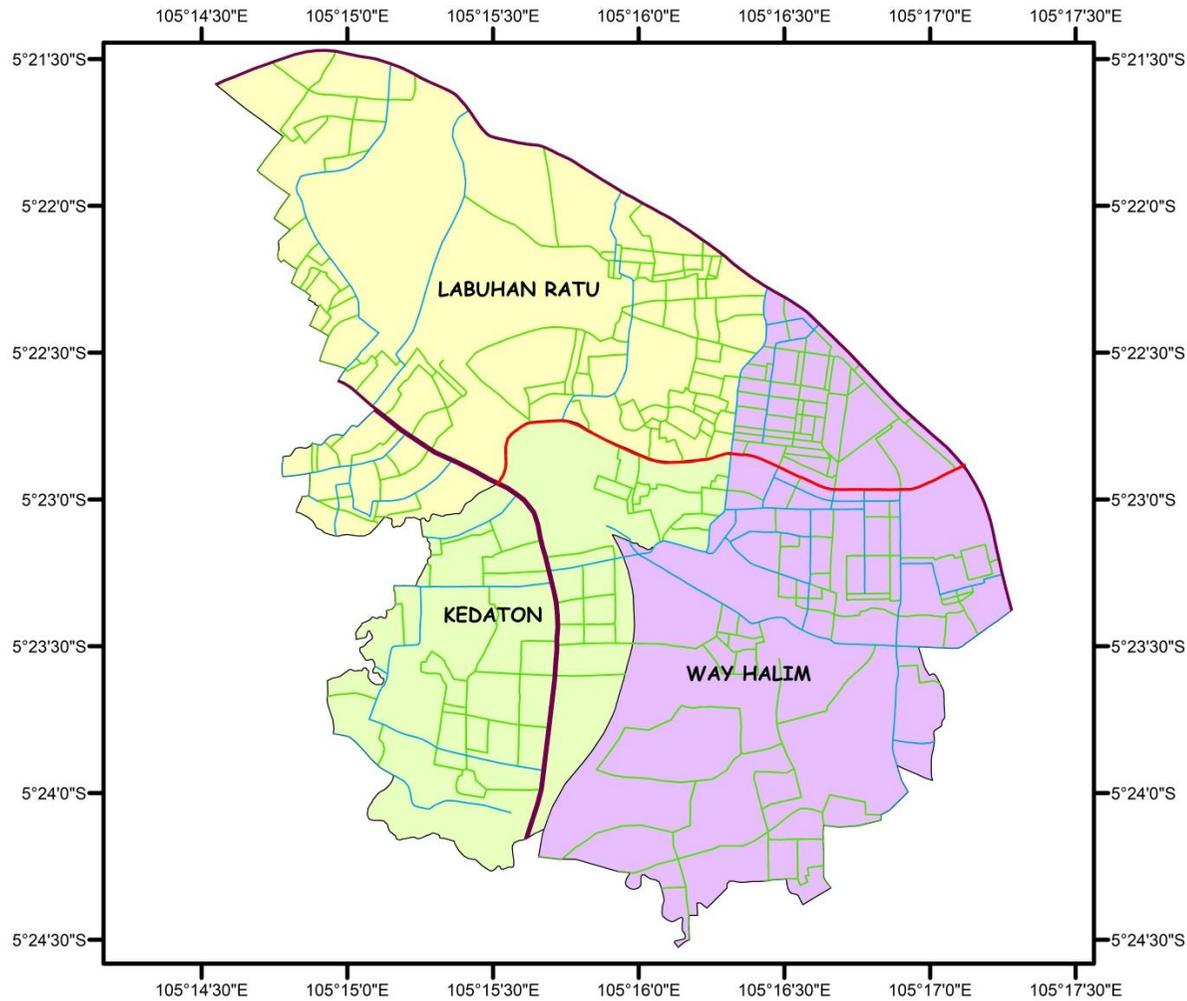
No.	Kriteria	Keterangan
1.	Panjang jalan	3300 m
2.	Panjang tanpa <i>flyover</i>	3000 m
3.	Tipe jalan	4/2 D
4.	Jenis perkerasan	Aspal
5.	Lebar jalur	7,15 m
6.	Lebar lajur	3,15 m

Berdasarkan Tabel 3.1 di atas, Jalan Sultan Agung memiliki tipe jalan empat lajur dengan dua arah terbagi dan terdiri dari dua jalur jalan. Jalur tersebut dipisahkan oleh median jalan yang juga dimanfaatkan sebagai tempat penempatan vegetasi jalan. Secara umum, kondisi Jalan Sultan Agung masih tergolong baik, hal tersebut dapat dilihat dari kondisi perkerasan yang berupa aspal maupun fasilitas pelengkap jalan lainnya yang terdapat pada jalan ini.

Jalan Sultan Agung akan dibagi menjadi tiga segmen. Segmen I berbatasan antara Transmart Lampung–Simpang Sumpah Pemuda dengan panjang 850 m. Segmen II dimulai dari Simpang Sumpah Pemuda–lampu merah Sultan Agung dengan panjang 700 m. Segmen III memiliki panjang jalan, yaitu 1450 m dengan batas segmen dari lampu merah Sultan Agung–Mall Boemi Kedaton. Secara geometrik jalan, tidak terdapat perbedaan besar pada masing-masing segmen. Pembagian segmen tidak berdasarkan batas administrasi tetapi berdasarkan peletakan titik pengamatan survei kendaraan sesuai dengan pedoman pencacahan lalu lintas dengan cara manual [55].

Adapun beberapa pertimbangan dalam memilih lokasi titik pengamatan survei kendaraan, yaitu ruas jalan yang memiliki tingkat kepadatan arus lalu lintas yang cenderung konstan, mempunyai jarak pandang yang cukup untuk mengamati kedua arah, memiliki beberapa variasi jenis kendaraan, dan kondisi jalan dalam kondisi yang baik [55]. Lokasi titik pengamatan pada Segmen I berada di depan Transmart Lampung ( $5^{\circ}22'57.8''\text{LS}-105^{\circ}16'57.8''\text{BT}$ ), Segmen II dilakukan di depan kompleks Ruko PKOR ( $5^{\circ}22'57.4''\text{LS}-105^{\circ}16'36.7''\text{BT}$ ), dan Segmen III dilakukan di depan Sekolah Dasar Islam Terpadu Pelangi Kota Bandar Lampung ( $5^{\circ}22'48.5''\text{LS}-105^{\circ}15'55.4''\text{BT}$ ).

Terdapat perbedaan jumlah persimpangan jalan pada tiap segmen jalan. Persimpangan merupakan pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun tidak sebidang dan tempat sumber konflik lalu lintas [50]. Segmen I memiliki jumlah persimpangan jalan sebanyak tiga persimpangan, Segmen II sebanyak empat persimpangan, dan Segmen III merupakan segmen jalan dengan jumlah persimpangan jalan paling banyak, yaitu delapan persimpangan. Persimpangan yang terdapat pada perbatasan antar segmen dianggap menjadi persimpangan segmen sebelumnya, seperti yang terdapat pada perbatasan antara Segmen I dan Segmen II serta antara Segmen II dan Segmen III, sehingga persimpangan tersebut dianggap milik Segmen I dan Segmen II. Gambar 3.6 merupakan peta lokasi penelitian dan Gambar 3.7 merupakan pembagian segmen Jalan Sultan Agung.



**Gambar 3.3** Peta lokasi penelitian

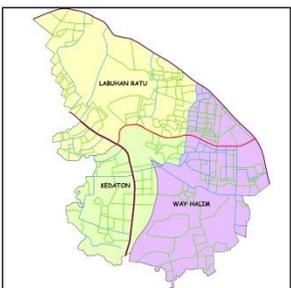


  
**ITERA**  
 PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
 JURUSAN TEKNOLOGI INFRASTRUKTUR DAN KEWILAYAHAN

**LEGENDA**

- Segmen I
- Segmen II
- Segmen III
- Jalan lainnya
- Jalan lokal
- Jalan Arteri
- Persimpangan jalan
- Titik pengamatan

**INSET**



**SUMBER PETA**  
Peta Lokasi Penelitian  
Tahun 2022

**OLEH:**  
Fransiska Apriana Puspitasari  
25117040

**Gambar 3.4** Pembagian segmen Jalan Sultan Agung

### **3.2.2 Waktu Pengambilan Data**

Kegiatan survei kendaraan bermotor dilakukan selama empat hari, yaitu pada hari Senin, Rabu, Sabtu, dan Minggu. Hari Senin dan Rabu dianggap mewakili hari kerja dan hari Sabtu dan Minggu diasumsikan sebagai hari libur kerja [30,76]. Survei kendaraan bermotor dilakukan selama satu jam pada interval jam puncak. Interval jam puncak pagi dimulai pada (06.00–08.00 WIB), jam puncak siang (11.00–13.00 WIB), dan jam puncak sore (16.00–18.00 WIB), sehingga survei kendaraan bermotor dimulai pada jam puncak pagi (06.00–07.00 WIB), siang (11.00–12.00 WIB), dan sore (16.00–17.00 WIB) [13,90,91,92]. Selain itu, kegiatan survei jenis dan jumlah pohon dilakukan dengan waktu yang menyesuaikan.

### **3.3 Peralatan Penelitian**

Adapun beberapa peralatan yang digunakan dalam pengumpulan data kendaraan bermotor dan data pohon di Jalan Sultan Agung sebagai berikut.

1. Ponsel pintar, digunakan untuk mendokumentasikan dan merekam saat kegiatan pengumpulan data kendaraan bermotor.
2. Formulir survei pengambilan data, digunakan untuk mengumpulkan data lapangan yang diperlukan dalam penelitian. Formulir survei pengumpulan data terdiri dari formulir survei kendaraan bermotor dan formulir vegetasi.
3. Meteran, digunakan untuk mengukur diameter pohon.
4. Koran, untuk meletakkan sampel pohon sebelum dimasukkan ke dalam plastik sampel.
5. Selotip, digunakan untuk merekatkan sampel pohon ke koran.
6. Plastik sampel, digunakan untuk menyimpan sampel pohon yang akan diidentifikasi.
7. Tisu basah, digunakan untuk membersihkan sampel pohon yang baru diambil.
8. Alkohol 96% dan botol semprot, digunakan agar sampel pohon tidak rusak ketika pengantaran sampel ke laboratorium.
9. Peralatan tulis dan papan alas.

### **3.4 Metode Pengumpulan Data**

#### **3.4.1 Pengumpulan Data Primer**

Untuk mencapai tujuan penelitian, berikut ini adalah data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

##### **3.4.1.1 Survei Jumlah dan Jenis Pohon**

Pengumpulan data survei pohon dilaksanakan dengan observasi langsung di sepanjang Jalan Sultan Agung berdasarkan jenis dan jumlahnya. Jumlah pohon dihitung dan dicatat secara manual menggunakan formulir survei pohon (Lampiran II). Pohon yang diteliti merupakan pohon dengan diameter  $\geq 10$  cm pada ketinggian 1,5 m yang terletak pada pedestrian kanan, pedestrian kiri, dan median jalan. Batas dari pedestrian jalan adalah tiga meter dari tepi perkerasan [10].

Semua pohon yang terdapat di sepanjang Jalan Sultan Agung akan diidentifikasi menggunakan platform *citizen science*, yaitu aplikasi Pl@ntNet yang memiliki tipe validasi dari komunitas dan ahli [86]. Langkah penggunaan aplikasi Pl@ntNet dapat dilihat pada Lampiran XI. Setelah mendapat data jumlah dan jenis pohon di sepanjang Jalan Sultan Agung, pohon yang memiliki jumlah dan laju serapan CO<sub>2</sub> yang tertinggi akan dilakukan uji determinasi tumbuhan. Uji determinasi dilakukan untuk memastikan jenis pohon dan menghindari kesalahan dalam pengidentifikasian dari peneliti. Uji determinasi tumbuhan dilakukan di Laboratorium Botani FMIPA Universitas Lampung dengan memberikan sampel bagian tubuh pohon.

Sampel pohon yang diperlukan adalah tanaman segar dengan ranting sepanjang 30 cm yang lengkap dengan daun, bunga dan buah. Sampel yang telah diambil, ditempatkan pada plastik sampel. Sebelum sampel pohon dimasukkan ke dalam plastik, sampel pohon akan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian dimasukkan ke dalam kertas koran dan direkatkan dengan selotip. Kertas koran yang telah berisi spesimen lalu dimasukkan dalam plastik sampel dan disemprotkan dengan alkohol 96% dan tutup plastik sampel dengan rapat dan pastikan tidak terdapat udara yang masuk [93]. Hal ini dilakukan agar sampel tidak rusak ketika akan dilakukan uji determinasi.

### 3.4.1.2 Survei Jumlah dan Jenis Kendaraan Bermotor

Terdapat beberapa persiapan dalam pelaksanaan *traffic counting*, yaitu:

1. Memberikan arahan kepada *surveyor* berupa penempatan posisi *surveyor* di titik pengamatan dan sistematika pengambilan video lalu lintas di Jalan Sultan Agung. Hal ini dimaksudkan untuk membantu penulis mendapatkan data yang diharapkan.
2. Setiap titik pengamatan terdapat seorang *surveyor* yang bertugas untuk merekam kendaraan bermotor dengan menggunakan ponsel pintar. Penghitungan dan penggolongan jenis kendaraan bermotor dilakukan oleh penulis berdasarkan video yang telah didapatkan sebelumnya.
3. Penghitungan volume kendaraan sepeda motor dilakukan dengan menggunakan *hand tally counter* dan sisanya secara manual dengan formulir survei kendaraan bermotor. Pencatatan setiap jenis kendaraan bermotor dilakukan sesuai dengan penggolongan jenis kendaraan bermotor yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.
4. Dalam membedakan bahan bakarnya, pengidentifikasian kendaraan mobil penumpang bensin dan mobil penumpang solar dilakukan dengan metode *visual search* yang memanfaatkan aplikasi Google Lens dan studi literatur. Langkah penggunaan aplikasi Google Lens dapat dilihat pada Lampiran XI.
5. Pengambilan video lalu lintas dilakukan secara serentak pada titik lokasi pengamatan yang telah ditentukan sebelumnya.
6. Titik pengamatan dilakukan pada lokasi yang tidak memiliki hambatan berupa belokan dan persimpangan.
7. Hal-hal yang harus dihindari dalam menghitung volume dan jenis kendaraan, yaitu kondisi cuaca yang tidak biasa (hujan lebat, banjir, dan lainnya), adanya perbaikan jalan, dan kondisi waktu khusus (hari libur nasional selain hari Minggu).

#### A. Penggolongan jenis kendaraan bermotor

Dalam survei kendaraan bermotor ini akan dilakukan pembagian kendaraan bermotor menjadi 12 golongan dan berikut ini adalah tabel penggolongan jenis kendaraan bermotor.

**Tabel 3.2** Penggolongan jenis kendaraan bermotor [49]

No.	Jenis Kendaraan	Golongan	Konfigurasi Sumbu	Kode
1.	Sepeda motor	1		
2.	Mobil penumpang bensin	2A		1.1
3.	Mobil penumpang solar	2B		1.1
4.	Minibus	3		1.1
5.	Pick-up dan mobil hantaran	4		1.1
6.	Bus kecil	5A		1.1
7.	Bus besar	5B		1.2
8.	Truk ringan 2 sumbu	6A		1.1
9.	Truk sedang 2 sumbu	6B		1.2
10.	Truk 3 sumbu	7A		1.2.2
11.	Truk gandeng	7B		1.2-2.2
12.	Truk semi-trailer	7C		1.2.2.2

### B. Asumsi penggunaan bahan bakar setiap jenis kendaraan bermotor

Dalam penelitian ini, terdapat asumsi penggunaan bahan bakar pada setiap jenis kendaraan bermotor. Berikut ini adalah asumsi penggolongan penggunaan bahan bakar setiap jenis kendaraan bermotor [4,94,95].

**Tabel 3.3** Penggunaan bahan bakar setiap kendaraan bermotor

No.	Jenis Kendaraan Bermotor	Golongan	Bahan Bakar
1.	Sepeda motor	1	Bensin
2.	Mobil penumpang bensin	2A	Bensin
3.	Mobil penumpang solar	2B	Solar
4.	Minibus	3	Solar
5.	Pick-up dan mobil hantaran	4	Solar
6.	Bus kecil	5A	Solar
7.	Bus besar	5B	Solar
8.	Truk ringan 2 sumbu	6A	Solar
9.	Truk sedang 2 sumbu	6B	Solar
10.	Truk 3 sumbu	7A	Solar
11.	Truk gandeng	7B	Solar
12.	Truk semi-trailer	7C	Solar

Pada penelitian ini terdapat perbedaan penggunaan bahan bakar pada kendaraan mobil penumpang, yaitu bensin dan solar. Berikut ini pengasumsian kendaraan

dari beberapa tipe dan merek dagang dengan bahan bakar solar, selain dari tipe dan merek tersebut diasumsikan merupakan mobil penumpang dengan bahan bakar bensin.

- Toyota Kijang Innova
- Toyota Kijang Krista
- Toyota Kijang LGX
- Toyota Land Cruiser
- Toyota Fortuner
- Toyota Venturer
- Toyota Vellfire
- Isuzu Panther
- Mitsubishi Pajero
- Mitsubishi Kuda

### 3.4.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh orang yang melakukan penelitian dari sumber-sumber yang telah ada. Tujuan dari metode pengumpulan data sekunder adalah untuk memperoleh data pendukung dari data primer. Data sekunder yang diperlukan dalam studi ini adalah sebagai berikut.

1. Peta rupa bumi indonesia, digunakan untuk membuat peta lokasi penelitian dan menentukan letak titik-titik pengamatan survei kendaraan bermotor.
2. Faktor emisi jenis bahan bakar kendaraan bermotor, digunakan untuk mendapatkan nilai beban emisi CO<sub>2</sub> dari kendaraan bermotor.
3. Konsumsi energi spesifik setiap jenis kendaraan bermotor, digunakan untuk mendapatkan nilai beban emisi CO<sub>2</sub> dari kendaraan bermotor.
4. Daya serap CO<sub>2</sub> tiap jenis pohon dari berbagai literatur, digunakan untuk mendapat nilai laju serapan dari pohon yang terdapat lokasi penelitian.

### 3.5 Analisis Data

#### 3.5.1 Volume Kendaraan Bermotor di Jalan Sultan Agung

Data volume kendaraan bermotor yang didapatkan di lapangan merupakan hasil perhitungan volume kendaraan per 15 menit selama waktu pengamatan yang telah ditentukan. Data tersebut akan dikonversi menjadi volume kendaraan per jam pada masing-masing segmen dengan persamaan berikut ini yang merujuk pada referensi [96,97].

$$q = \frac{n}{t}$$

q = Volume (kendaraan/jam)  
n = Jumlah kendaraan (kendaraan)  
t = Waktu pengamatan (jam)

Hasil dari Persamaan 3.1 didapatkan volume kendaraan bermotor per jam dalam satu hari pengamatan. Maka perlu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan volume kendaraan bermotor per jam pada hari kerja dan hari libur selama interval jam puncak di setiap menggunakan Persamaan 3.2 berikut ini [33,57,96,97].

$$\text{Volume kendaraan per jam} = \left( \frac{v_1 + v_2 + \dots + v_x}{x} \right) \quad (3.2)$$

- v = Volume kendaraan (kendaraan/jam)  
 x = Jumlah data

### 3.5.2 Estimasi Emisi CO<sub>2</sub> dari Kendaraan Bermotor

Perhitungan estimasi emisi CO<sub>2</sub> dari kendaraan bermotor pada penelitian ini menggunakan Tier 2 dengan pendekatan konsumsi bahan bakar kendaraan dengan menggunakan faktor emisi dan konsumsi energi menurut referensi [4,41]. Pendekatan konsumsi bahan bakar ini relatif mudah dilakukan karena didasarkan pada statistik energi yang mudah diperoleh dan mempertimbangkan ketersediaan data panjang perjalanan per jenis kendaraan bermotor. Oleh sebab itu, pada penelitian ini tidak menggunakan pendekatan *Vehicle Kilometres Traveled* (VKT). Data yang diperlukan pada tahap ini adalah volume kendaraan bermotor rata-rata yang melintas di Jalan Sulan Agung, faktor emisi (Tabel 2.1), konsumsi bahan bakar spesifik (Tabel 2.3), dan panjang Jalan Sultan Agung. Dari data-data tersebut, berikut ini adalah persamaan dalam menghitung estimasi emisi CO<sub>2</sub> kendaraan bermotor yang mengadaptasi dari referensi [35,38].

$$Q = n \times EF \times Ki \times L \quad (3.4)$$

- Q = Jumlah emisi CO<sub>2</sub> (gram/jam)  
 N = Volume kendaraan bermotor (kendaraan/jam)  
 EF = Faktor emisi CO<sub>2</sub> kendaraan bermotor (gram/liter)  
 Ki = Konsumsi bahan bakar kendaraan (liter/km/kendaraan)  
 L = Panjang jalan (km)

Estimasi beban emisi CO<sub>2</sub> dari kendaraan bermotor yang dihasilkan Persamaan 3.4 masih dalam satuan gram/jam dan akan dikonversi menjadi ton/tahun melalui Persamaan 3.5. Hal ini dilakukan supaya nilai estimasi emisi CO<sub>2</sub> dari kendaraan bermotor memiliki satuan yang sama dengan laju penyerapan emisi CO<sub>2</sub> oleh pohon. Dalam satu hari diasumsikan jam aktif berkendara di Jalan Sultan Agung selama 18 jam, dan enam jam lainnya dianggap waktu tenang (misalnya malam hari) dan tidak terjadi pergerakan yang berarti di Jalan Sultan Agung [117,118]. Hasil dari perhitungan ini merupakan beban emisi CO<sub>2</sub> maksimum yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor.

$$MCO_2 : \frac{Q \times 18 \times 365}{1 \times 10^6} \quad (3.5)$$

$M_{CO_2}$  = Beban emisi  $CO_2$  (ton/tahun)  
 $Q$  = Jumlah emisi  $CO_2$  (gr/jam)

### 3.5.3 Perhitungan Laju Serapan $CO_2$ oleh Pohon

Perhitungan mengenai laju serapan  $CO_2$  oleh pohon yang terdapat di Jalan Sultan Agung dilakukan untuk menganalisis potensi daya serap pohon yang terdapat di jalan tersebut dalam menyerap emisi  $CO_2$  yang dihasilkan dari kendaraan bermotor (yang didapat dari Persamaan 3.4). Perhitungan laju serapan  $CO_2$  didapatkan berdasarkan jumlah pohon yang teridentifikasi di sepanjang Jalan Sultan Agung dikalikan dengan data serap  $CO_2$  masing-masing jenis pohon (Tabel 2.6). Laju serapan  $CO_2$  dapat dihitung dengan Persamaan 3.6 berikut ini merujuk pada referensi [31,76,98,99].

$$Laju\ serapan\ CO_2\left(\frac{ton}{tahun}\right) = \frac{\sum_i^n Jumlah\ vegetasi \times daya\ serap\ CO_{2i}}{1000} \quad (3.6)$$

### 3.5.4 Estimasi Sisa Emisi $CO_2$

Nilainya sisa emisi  $CO_2$  yang tidak diserap oleh tanaman dihitung berdasarkan hasil dari estimasi beban emisi  $CO_2$  dari kendaraan bermotor dengan laju penyerapan  $CO_2$  oleh pohon. Sehingga didapatkan persamaan untuk mendapatkan nilai estimasi sisa emisi  $CO_2$  dari kendaraan bermotor yang tidak terserap oleh pohon sebagai berikut [31,76,98,99].

$$Sisa\ emisi\ \left(\frac{kg}{jam}\right) = M_{CO_2} - Laju\ serapan\ CO_2 \quad (3.7)$$