

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Definisi operasional

Definisi operasional bertujuan untuk menghindari kesalahpahaman pengertian berdasarkan teori yang ada dan batasan variabel yang akan diteliti dalam penelitian ini.

- **Potensi Penyusutan** adalah kemampuan vegetasi pada lokasi penelitian yang sebenarnya masih dapat dikembangkan untuk dapat mengurangi emisi CO₂ yang dihasilkan dari Jejak Transportasi
- **Emisi CO₂** adalah salah satu jenis dari gas buang kendaraan bermotor pada Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang yang berdampak besar terhadap terjadinya pencemaran lingkungan
- **Vegetasi** adalah keseluruhan tetumbuhan pada jalan jaksa agung suprpto baik yang berasal dari kawasan itu maupun yang didatangkan dari luar yang memiliki batang pokok tunggal berkayu keras.
- **Jejak Transportasi** adalah perhitungan terhadap aliran energi yang dihasilkan secara langsung dari kegiatan transportasi yang berasal dari tiap liter konsumsi bahan bakar kendaraan yang melintas pada jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang.

Berdasarkan definisi dari kata potensi penyusutan, Emisi CO₂, Vegetasi dan Jejak Transportasi dapat disimpulkan bahwa potensi penyusutan emisi CO₂ oleh vegetasi berdasarkan jejak transportasi merupakan kemampuan vegetasi pada lokasi penelitian, yang dapat dikembangkan untuk dapat mengurangi salah satu jenis dari gas buang kendaraan yang berdampak besar terhadap terjadinya pencemaran lingkungan, oleh tetumbuhan pada jalan jaksa agung suprpto baik yang berasal dari kawasan itu maupun yang didatangkan dari luar yang memiliki batang pokok tunggal berkayu keras, berdasarkan perhitungan terhadap aliran energi secara langsung dari kegiatan transportasi yang berasal dari tiap liter konsumsi bahan bakar kendaraan.

3.2 Jenis Penelitian

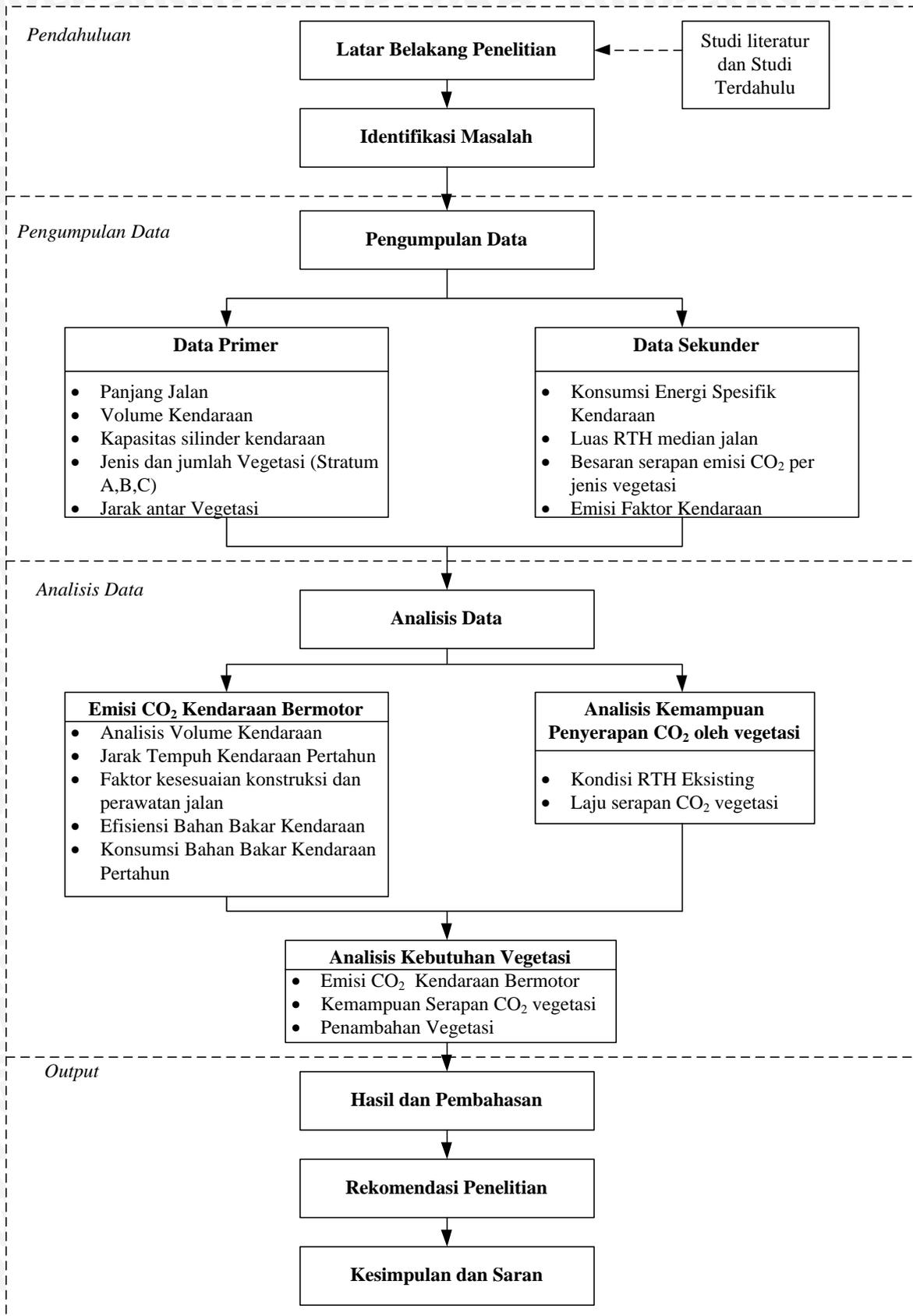
Penelitian mengenai Potensi Penyusutan Emisi CO₂ oleh Vegetasi berdasarkan Jejak Transportasi Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang termasuk ke dalam jenis penelitian

kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme yang digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrument penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Metode ini disebut sebagai metode ilmiah /scientific karena telah memenuhi kaidah–kaidah ilmiah yaitu konkrit/empiris, objektif, terukur, rasional, dan sistematis. Metode ini disebut metode kuantitatif karena data penelitian berupa angka dan analisis yang berupa data statistik (Sugiyono, 2011).

Berdasarkan teori diatas, Penelitian mengenai Potensi Penyusutan Emisi CO₂ oleh Vegetasi berdasarkan Jejak Transportasi Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang dikatakan sebagai penelitian kuantitatif dikarenakan semua jenis data yang terdapat di dalam variabel penelitian ialah berupa data statistik tanpa menggunakan variabel yang memiliki data berupa parameter tertentu. Dalam metode ini alat analisis utama yang digunakan ialah analisis Jejak Transportasi dan analisis kemampuan penyerapan CO₂ oleh vegetasi yang berupa perhitungan data statistik dengan rumus yang telah ditentukan.

3.3 Diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian adalah bagan yang berisikan serangkaian tahapan atau langkah-langkah yang akan digunakan untuk mempermudah proses penelitian agar penelitian berjalan terstruktur dan sistematis. Diagram alir penelitian memuat langkah langkah mulai dari latar belakang penelitian hingga output penelitian. Diagram alir ini juga bertujuan untuk mempermudah tahapan yang akan dilakukan dalam menyelesaikan penelitian mengenai Potensi Penyusutan Emisi CO₂ oleh Vegetasi berdasarkan Jejak Transportasi Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.1 yaitu diagram alir penelitian sebagai berikut.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang akan digunakan dalam penelitian Potensi Penyusutan Emisi CO₂ oleh Vegetasi berdasarkan Jejak Transportasi Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang adalah Jalan Jaksa Agung Suprpto. Jalan Jaksa Agung Suprpto merupakan salah satu ruas jalan di Kota Malang dengan kelas arteri sekunder (data Dinas Pekerjaan Umum Kota Malang Maret 2002). Jalan ini menjadi jalur yang cukup padat dan tidak jarang menimbulkan kemacetan (survei pendahuluan, 2015) karena kedekatannya dengan pusat kota dimana jalan dengan hirarki tersebut memiliki fungsi menghubungkan pusat kota dengan rencana pusat Pelayanan Kota di Blimbing, Dinoyo, Mulyorejo, dan Buring dan antar Pusat Pelayanan Kota yang ada di Kota Malang.

Ruas Jalan Jaksa Agung Suprpto dilengkapi dengan median jalan yang sebagian difungsikan sebagai jalur hijau yang memiliki tujuan, yaitu sebagai vegetasi peneduh pada koridor jalan (Rishnawati, 2008). Selain itu, guna lahan yang ada pada jalan tersebut ditetapkan sebagai salah satu kawasan Pusat perbelanjaan di Kota Malang dengan jenis perdagangan barang campuran, misalnya garment, elektronika dan jasa seperti bank, show room mobil-motor, bioskop, biro perjalanan.

3.5 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2011: 60-64). Variabel penelitian digunakan dengan tujuan agar proses identifikasi serta proses analisis yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat terfokus dan lebih terarah. Penentuan variabel penelitian dilakukan dengan terlebih dahulu beberapa indikator yang diidentifikasi secara jelas sehingga variabel-variabel tersebut memiliki sub sub variabel yang benar benar diperlukan sesuai dengan tujuan penelitian.

Berdasarkan tujuan penelitian, peneliti ingin mengetahui tiga permasalahan yaitu Jejak Transportasi di Jalan Jaksa Agung Suprpto, kemampuan ruang terbuka hijau Jalan Jaksa Agung Suprpto dalam pengurangan emisi CO₂ melalui penyerapan oleh vegetasi dan kebutuhan vegetasi pada Jalan Jaksa Agung Suprpto dalam upaya peningkatan kapasitas penyerapan CO₂ oleh Vegetasi. Berdasarkan teori dan beberapa studi terdahulu yang pernah dilakukan maka ditetapkan variabel yang akan diteliti dalam penelitian ini yang dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian

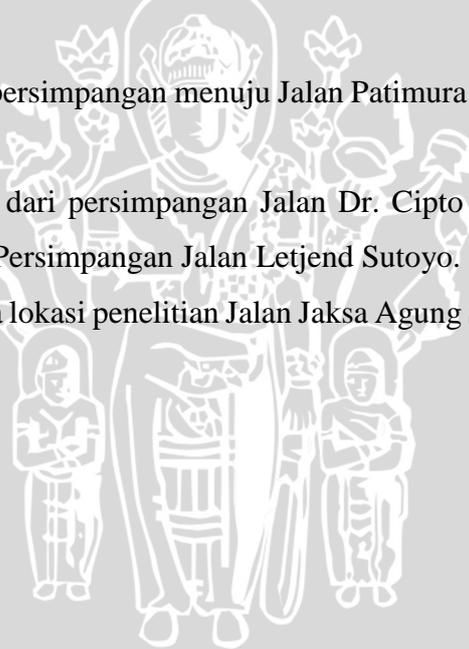
| No | Tujuan | Variabel | Sub Variabel | Sumber Pustaka | Dasar Pertimbangan |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Menghitung besaran emisi CO ₂ berdasarkan Jejak Transportasi Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang | Jarak tempuh kendaraan per tahun Rata-rata Efisiensi bahan bakar Emisi Faktor | <ul style="list-style-type: none"> • Volume kendaraan • Panjang Jalan • Jumlah hari dalam satu tahun Konsumsi energi spesifik kendaraan - | <ul style="list-style-type: none"> • Chi dan Brian, 2005 • Ferry Andriono, <i>et al</i>, 2013 • Wirawan S, <i>et al</i>., 2008 | <ul style="list-style-type: none"> • Merupakan salah satu metode perhitungan jejak ekologis/karbon dengan pendekatan konsumsi bahan bakar (<i>fuel-used based</i>) dikarenakan memiliki realibilitas yang lebih tinggi. • Variabel untuk menghitung besaran emisi CO₂ ialah tahapan kedua dalam analisis jejak ekologis transportasi yaitu jejak energi • Dalam penelitian ini output yang dibutuhkan ialah total konsumsi bahan bakar selama satu tahun oleh karena itu faktor konversi tidak akan dimasukkan ke dalam perhitungan. |
| 2 | Menganalisis kemampuan Ruang Terbuka Hijau Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang dalam penyerapan emisi CO ₂ | <ul style="list-style-type: none"> • Kondisi RTH eksisting • Laju serapan CO₂ vegetasi | - | <ul style="list-style-type: none"> • Purwaningsih, 2007 • Yofi Mayalanda, 2007 • Ishan Y. Pandya, <i>et al</i>, 2014 • Permen PU nomor 5 tahun 2008 | <ul style="list-style-type: none"> • Variabel kondisi RTH eksisting digunakan untuk mengetahui karakteristik RTH khususnya vegetasi pada lokasi penelitian meliputi jumlah, jenis, dan jarak antar vegetasi • Variabel laju serapan CO₂ oleh vegetasi merupakan besaran serapan tiap jenis vegetasi yang diperoleh dari penelitian sebelumnya untuk menghitung kemampuan vegetasi eksisting dalam penyerapan terhadap emisi CO₂ |
| 3 | Menganalisis Seberapa besar pengurangan emisi CO ₂ melalui penambahan vegetasi dan pengurangan kendaraan pada Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang | <ul style="list-style-type: none"> • Emisi CO₂ kendaraan Bermotor • Kemampuan serapan CO₂ vegetasi eksisting • Penambahan Vegetasi • Pengurangan Kendaraan | - | <ul style="list-style-type: none"> • Chi dan Brian, 2005 • Permen PU nomor 5 tahun 2008 • Target pengurangan 26 % emisi tahun 2020 | <ul style="list-style-type: none"> • Variabel Emisi CO₂ kendaraan Bermotor merupakan hasil pada rumusan masalah ke 1 yang akan dibandingkan dengan hasil rumusan masalah ke 2 yaitu variabel kemampuan serapan emisi CO₂ vegetasi sehingga diketahui kebutuhan atau penambahan vegetasi berdasarkan sisa emisi CO₂ yang belum terserap |

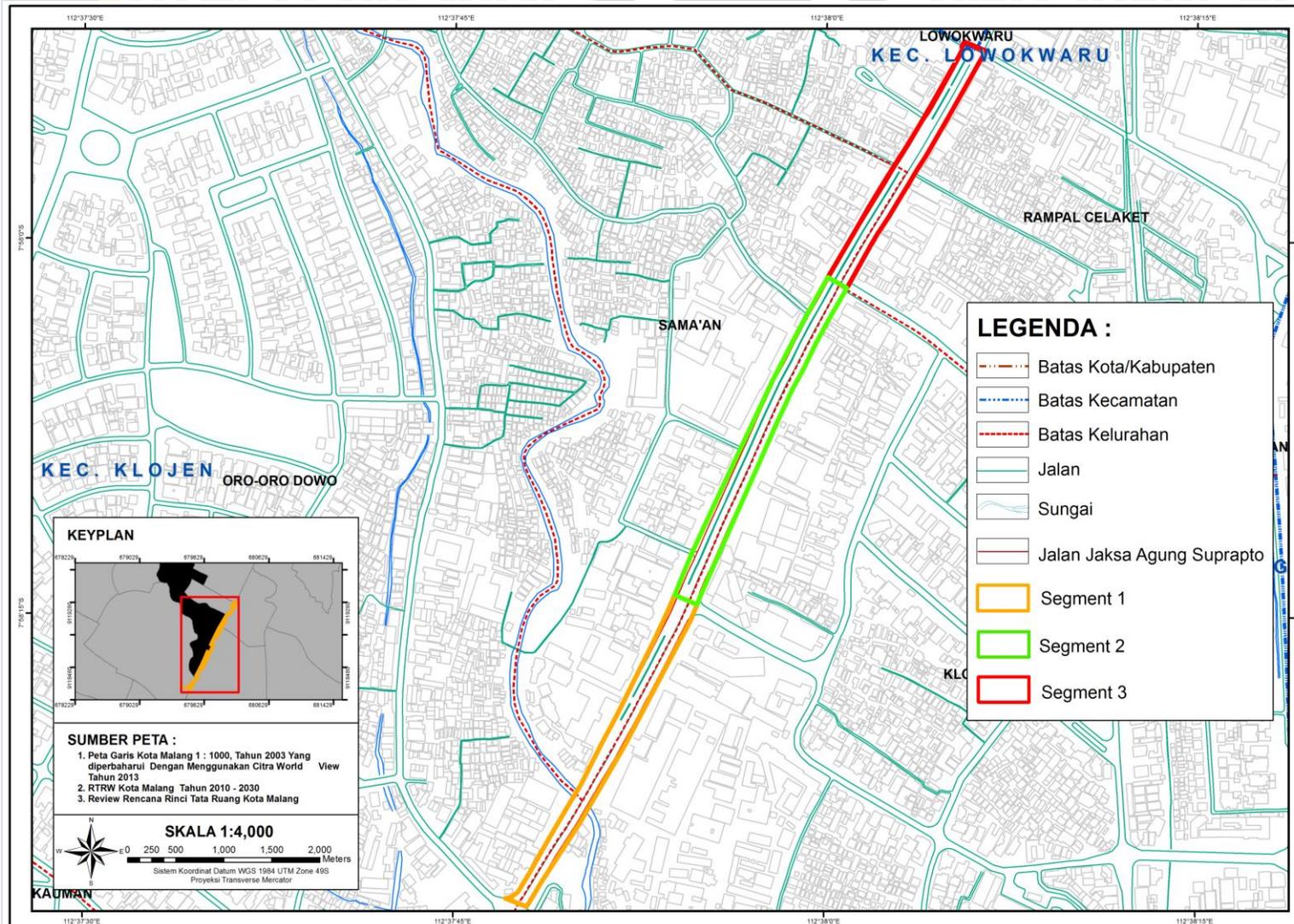
3.6 Metode Pembagian Lokasi atau Segmen

Metode pembagian lokasi atau segmen pada lokasi penelitian yaitu Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang dilakukan selain untuk mempermudah pengambilan data primer juga untuk mempermudah pembahasan dan analisis data. Pembagian segmen pada lokasi penelitian ialah berupa pembagian segmen jalan berdasarkan persimpangan yang ada pada ruas jalan tersebut dikarenakan persimpangan jalan dapat mempengaruhi jumlah pergerakan kendaraan pada Jalan Jaksa Agung Suprpto. Persimpangan yang dipilih sebagai batas segmen ialah persimpangan yang berpotensi menimbulkan jumlah tarikan pergerakan yang signifikan baik menuju ataupun keluar dari Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang. Berikut merupakan pembagian segmen Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang yang dibagi menjadi 3 segmen :

- a. Segmen 1 dibatasi mulai persimpangan Jalan Jaksa Agung Suprpto dengan jalan Brigjend Slamet Riyadi dan Jalan Jendral Basuki Rahmat hingga persimpangan menuju Jalan Patimura
- b. Segmen 2 dibatasi mulai persimpangan menuju Jalan Patimura hingga persimpangan Jalan Dr. Cipto
- c. Segmen 3 dibatasi mulai dari persimpangan Jalan Dr. Cipto hingga batas sebelah utara wilayah studi yaitu Persimpangan Jalan Letjend Sutoyo.

Peta pembagian segmen pada lokasi penelitian Jalan Jaksa Agung Suprpto dapat dilihat pada gambar 3.2





Gambar 3. 2 Peta Pembagian Segmen Jalan Jaksa Agung Suprpto

3.7 Metode Pengumpulan Data

Dalam sebuah penelitian diperlukan data dan informasi yang pastinya harus berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Jenis data yang digunakan dapat berupa data primer maupun data sekunder tergantung kepada kebutuhan dan analisis yang akan digunakan dalam penelitian. Dalam penelitian Potensi Penyusutan Emisi CO₂ oleh Vegetasi berdasarkan Jejak Transportasi Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang ini, data diperoleh dengan menggunakan kedua jenis data yaitu data primer dan sekunder. Berdasarkan sumbernya, jenis data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

a. Data primer

Data primer berisi informasi yang langsung dikumpulkan dari sumber informasi dan peneliti disini bertindak sebagai pengumpul data data yang diperlukan. Dalam penelitian Potensi Penyusutan Emisi CO₂ oleh Vegetasi berdasarkan Jejak Transportasi Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang beberapa data yang termasuk kedalam jenis data primer adalah panjang dan lebar jalan, volume kendaraan, jumlah kendaraan berdasarkan kapasitas silinder kendaraan, serta identifikasi mengenai vegetasi pohon yang ada pada Ruang terbuka Hijau di Jalan Jaksa Agung Suprpto.

b. Data Sekunder

Data sekunder berisi segala informasi terkait dengan Jejak Transportasi maupun mengenai pengurangan emisi CO₂ dengan ruang terbuka hijau. yang dikumpulkan oleh peneliti dari berbagai sumber diantaranya adalah referensi atau studi literatur dan data dari instansi terkait yang berhubungan dengan penelitian.

3.7.1 Survei Primer

Survei primer adalah metode pengumpulan data melalui pengamatan secara langsung kondisi yang ada di lapangan. Survei primer dapat berupa observasi atau pengamatan langsung di lapangan ataupun wawancara kepada responden yang telah ditentukan sebelumnya. Kegiatan survei primer dilakukan untuk memperoleh data eksisting yang selanjutnya akan dicocokkan dengan data sekunder yang telah diperoleh. Berikut merupakan kegiatan survei primer yang akan dilakukan dalam penelitian Potensi Penyusutan Emisi CO₂ oleh Vegetasi berdasarkan Jejak Transportasi Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang.

A. Survei Primer Ruang Terbuka Hijau dan Vegetasi

Pengamatan lapangan atau observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung terhadap kondisi Ruang Terbuka Hijau Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang meliputi identifikasi jenis ruang terbuka hijau, identifikasi vegetasi pada

ruang terbuka hijau yang termasuk ke dalam stratum A,B,dan C untuk mengetahui daya serap vegetasi terhadap CO₂ dan karakteristik ruang terbuka hijau lainnya seperti kerapatan antar vegetasi dan rata rata tinggi vegetasi.

B. Survei volume kendaraan

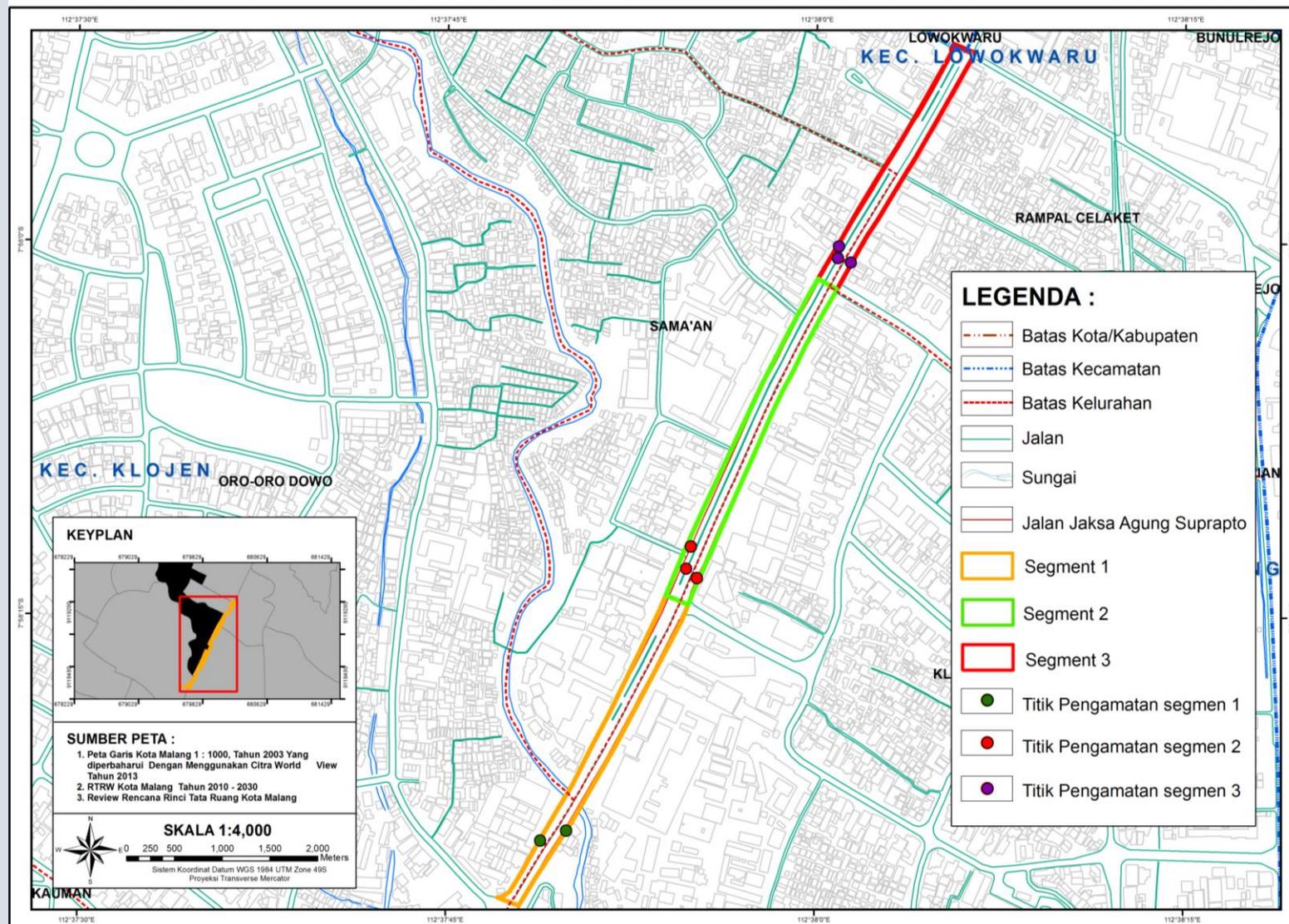
Survei ini dilakukan untuk mengetahui lalu lintas harian pada suatu ruas jalan. Survei perhitungan lalu lintas dilakukan dengan cara menghitung setiap kendaraan yang melintasi titik pengamatan yang telah ditentukan. Klasifikasi kendaraan yang dihitung adalah semua kendaraan yang melintas pada jalan tersebut.. Survei volume lalu lintas dilakukan mulai pukul 05.00 hingga pukul 22.00 dengan asumsi bahwa pada jam jam diatas pukul 22.00 tidak terjadi pergerakan yang signifikan pada jalan Jaksa Agung Suprpto, sehingga volume kendaraan pada jam diatas pukul 22.00 adalah sama dengan volume kendaraan pada pukul 22.00

Survei volume kendaraan dilakukan pada hari kerja maupun hari libur untuk mengetahui perbandingan volume kendaraan pada kedua waktu tersebut. Survei dilakukan mulai tanggal 7 Oktober hingga 13 Oktober 2015. Jumlah titik pengambilan data mengikuti jumlah jalur pada jalan Jaksa Agung Suprpto dimana pada segmen 1 terdapat 2 jalur dan pada segmen 2 dan 3 terdapat 3 jalur.

C. Survei Kapasitas Silinder Kendaraan

Survei kapasitas silinder kendaraan bertujuan untuk mengetahui konsumsi bahan bakar kendaraan yang akan menghasilkan rata rata efisiensi bahan bakar tiap jenis kendaraan yang dihitung dalam bentuk liter per kilometer. Data tersebut nantinya akan digunakan dalam analisis Jejak Energi dan akan menghasilkan total konsumsi bahan bakar yang digunakan kendaraan bermotor dalam satu tahun perjalanan.

Tahapan awal yang dilakukan untuk mengetahui konsumsi bahan bakar kendaraan adalah dengan mengklasifikasikan kapasitas silinder kendaraan bermotor (CC) yang melintasi jalan Jaksa Agung Suprpto. Identifikasi kapasitas silinder kendaraan dapat diketahui dari merk kendaraan tersebut, kendaraan dengan jenis yang sama belum tentu memiliki kapasitas silinder yang sama. Oleh karena itu, identifikasi dilakukan berdasarkan merk kendaraan untuk mengetahui kapasitas silinder dari kendaraan tersebut. Survei primer kapasitas silinder kendaraan dilakukan pada titik pengamatan yang sama dengan survei volume kendaraan dan pada jam jam puncak (*peak hour*) sesuai dengan hasil survei volume kendaraan. Berikut merupakan gambar 3.3 yaitu peta titik pengamatan volume dan kapasitas silinder kendaraan



Gambar 3. 3 Peta Titik Pengamatan Volume dan Kapasitas Silinder Kendaraan

3.7.2 Survei Sekunder

Survei sekunder ialah survei yang dilakukan dengan cara mengumpulkan informasi atau data terkait dengan penelitian yang bersumber dari literatur maupun dokumen-dokumen yang terkait dengan penelitian Potensi Penyusutan Emisi CO₂ oleh Vegetasi berdasarkan Jejak Transportasi Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang. Berdasarkan sumber datanya, data yang akan diambil pada saat survei sekunder antara lain :

- A. Sudi Literatur, mengetahui teori –teori dan penelitian terdahulu dengan tema serupa yaitu tentang Potensi Penyusutan Jejak Transportasi melalui Peningkatan Kapasitas Penyerapan CO₂ oleh Vegetasi
- B. Data Instansi terkait, yaitu dengan mengumpulkan informasi dari instansi-instansi terkait seperti Bappeda Kota Malang, Dinas Perhubungan Kota Malang, Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Malang serta Badan lingkungan Hidup Kota Malang.

Secara lebih jelas mengenai perolehan data dari instansi terkait dapat dilihat pada tabel 3.2 dibawah ini.

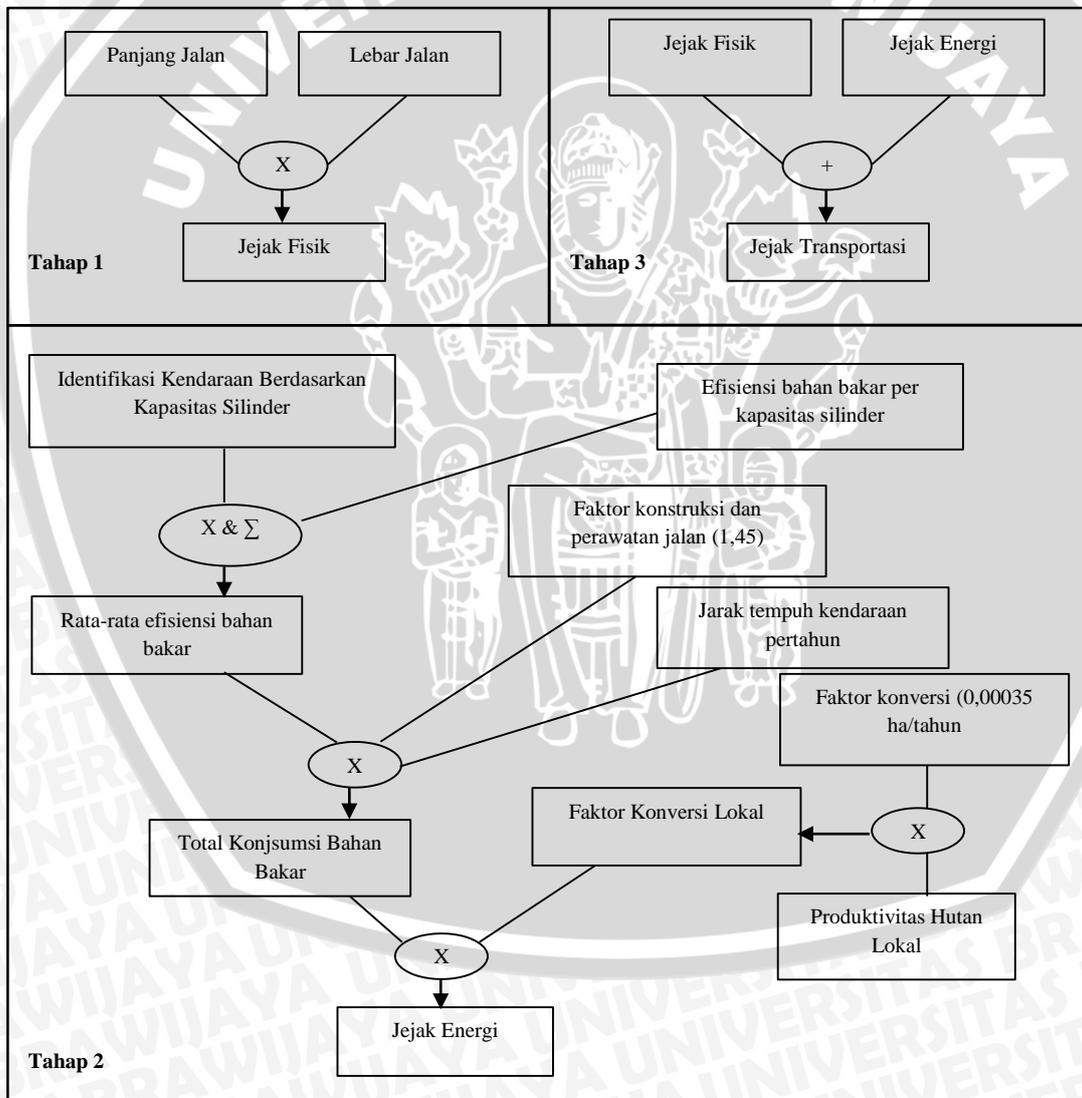
Tabel 3. 2 Data sekunder Instansi Terkait

| No | Jenis Data | Dokumen | Instansi |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> • Gambaran Umum Administrasi Kota Malang • Peta administrasi Kota Malang • Peta Persil bangunan Kota Malang • Peta Hirarki Jalan Kota Malang • Peta sebaran RTH Kota Malang | <ul style="list-style-type: none"> • RTRW Kota Malang Tahun 2010-2030 • Malang dalam Angka 2015 • RDTRK Malang Tengah • Statistik Daerah Kota Malang 2015 | Bappeda Kota Malang |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> • Data Geometrik Jalan Kota Malang • Gambaran Umum Transportasi Kota Malang | <ul style="list-style-type: none"> • Dokumen survei lalu lintas dan inventarisasi jalan DLLAJ • Rencana Induk Jaringan Jalan Kota Malang • Rencana Induk Jaringan Lalu Lintas Kota Malang | Dinas Perhubungan Kota Malang |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> • Luas RTH Kota Malang • Jenis Vegetasi • Gambaran umum RTH BWK Malang Tengah | <ul style="list-style-type: none"> • Masterplan RTH Kota Malang 2012-2032 • Rencana Induk Penghijauan Kota Malang • Naskah Akademis Penyusunan Produk Hukum Pengelolaan RTH Kota Malang | Dinas Kebersihan dan pertamanan Kota Malang |

3.8 Metode Analisis

3.8.1 Analisis Jejak Transportasi

Analisis Jejak Transportasi merupakan analisis yang digunakan untuk menghitung jejak transportasi yang diartikan sebagai luasan lahan hijau yang dibutuhkan untuk mendukung kegiatan transportasi dan menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan oleh per liter konsumsi kendaraan bermotor pada ruas jalan Jaksa Agung Suprpto. Analisis ini meliputi 3 tahapan, yang pertama yaitu menghitung jejak fisik atau luasan area perkerasan jalan, yang kedua yaitu menghitung jejak energi yaitu lahan hijau yang dibutuhkan untuk menyerap emisi karbon yang dihasilkan dari perjalanan kendaraan selama satu tahun dan yang ketiga ialah kombinasi antara luasan area dari Jejak fisik dan Jejak Energi untuk mengetahui total Jejak Transportasi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.4 sebagai berikut



Gambar 3. 4 Skema perhitungan Jejak Transportasi

Sumber : Chi dan Brian, 2005

Pada penelitian ini, tahapan jejak transportasi hanya dibatasi pada perhitungan hasil konsumsi bahan bakar selama satu tahun yang termasuk kedalam tahapan kedua yaitu jejak energi. Hasil konsumsi bahan bakar fosil tersebut akan dikonversi sehingga menghasilkan besaran emisi CO₂.

A. Efisiensi Bahan Bakar Kendaraan

Efisiensi bahan bakar diartikan sebagai konsumsi bahan bakar atau banyaknya liter bahan bakar yang dikeluarkan dalam menempuh perjalanan setiap kilomernya (Chi dan Brian, 2005). Nilai efisiensi bahan bakar dinyatakan dalam liter/kilometer yang berarti jumlah liter konsumsi bahan bakar yang digunakan sebuah kendaraan dalam menempuh perjalanan per kilometer. Besarnya efisiensi bahan bakar akan berbeda pada setiap jenis bahan bakar yang digunakan. Oleh karena itu, pengklasifikasian efisiensi bahan bakar dilakukan berdasarkan jenis bahan bakar yang dapat diketahui dari hasil survei primer silinder kendaraan pada jalan Jaksa Agung Suprpto baik pada hari kerja maupun pada akhir pekan.

Dalam penelitian ini, nilai efisiensi bahan bakar kendaraan diperoleh menggunakan hasil dari penelitian Wirawan S *et al*, 2008 yaitu berupa konsumsi energi spesifik kendaraan bermotor yang dinyatakan dalam bentuk kilometer/liter yang akan diubah terlebih dahulu ke dalam bentuk liter per kilometer sesuai dengan konsep efisiensi bahan bakar tersebut agar dapat digunakan untuk menghitung konsumsi bahan bakar selama satu tahun. Berikut merupakan tabel 3.3 yaitu efisiensi bahan bakar kendaraan

Tabel 3. 3 Efisiensi bahan bakar kendaraan

| Jenis Kendaraan | Bahan Bakar | Konsumsi energi spesifik (km/liter) | Efisiensi bahan bakar (liter/km) | |
|-----------------|----------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------|
| Mobil Penumpang | Pribadi | Bensin | 8,48 | 0.118 |
| | | Solar | 8,8 | 0.114 |
| | Umum | Bensin | 9,19 | 0.109 |
| | | Solar | 16 | 0.063 |
| Bus | Bus Kecil dan Sedang | Bensin | 8,81 | 0.114 |
| | | Solar | 8,45 | 0.118 |
| | Bus Besar | Solar | 5,92 | 0.169 |
| Truk | Truk Kecil | Bensin | 12,33 | 0.081 |
| | | Solar | 9,4 | 0.106 |
| | Truk Sedang | Solar | 6,6 | 0.152 |
| | | Truk Besar | Solar | 6,32 |
| Sepeda Motor | Bensin | 37,59 | 0.027 | |

Sumber : Wirawan S, *et al*, 2008

B. Volume Kendaraan

Langkah pertama sebelum menghitung jarak yang ditempuh kendaraan ialah menentukan jumlah volume kendaraan. Data volume kendaraan yang digunakan merupakan data yang diolah dari data volume kendaraan hasil survei primer pada pukul 05.00 hingga 22.00 dan data volume kendaraan berdasarkan hasil survei primer kapasitas silinder

kendaraan sehingga dapat ditentukan jumlah yang dapat mewakili volume kendaraan selama satu hari berdasarkan jenis kendaraan yang telah ditentukan

Data jumlah kendaraan berdasarkan hasil survei kapasitas silinder akan dikelompokkan berdasarkan jenis kendaraan dan bahan bakar kendaraan sesuai dengan tabel konsumsi energi spesifik bahan bakar yaitu kendaraan dengan kapasitas 110 cc hingga 250 cc termasuk dalam roda 2 berbahan bakar bensin, 1000 cc hingga 2000 cc termasuk dalam roda 4 berbahan bakar bensin, 2500 cc hingga 3000 cc termasuk dalam kendaraan roda 4 berbahan bakar *Diesel fuel* (solar) sedangkan untuk truk dan Bus juga termasuk kedalam kendaraan berbahan bakar *Diesel fuel* (solar). Pengelompokan tersebut akan mempermudah dalam perhitungan emisi CO₂.

C. Jarak Tempuh Kendaraan Pertahun

Langkah selanjutnya adalah dengan menghitung panjang perjalanan kendaraan selama satu tahun. Panjang perjalanan kendaraan dihitung dari jumlah volume kendaraan pada jalan Jaksa Agung Suprpto pada hari kerja maupun akhir pekan berdasarkan hasil survei primer dikalikan dengan panjang jalan dan jumlah hari dalam satu tahun yaitu 365 hari. Sebelum memperoleh jarak tempuh kendaraan selama satu tahun, diperlukan perhitungan untuk mengetahui jarak tempuh kendaraan per hari dikarenakan jumlah hari untuk weekday dan weekend dalam satu tahun tidaklah sama sehingga diperlukan perhitungan rata-rata jarak tempuh kendaraan yang dapat mewakili weekday maupun weekend.

D. Total Konsumsi Bahan Bakar Pertahun

Perhitungan total konsumsi bahan bakar kendaraan selama satu tahun perjalanan diperoleh dengan mengalikan nilai efisiensi bahan bakar tiap jenis kendaraan dengan jarak tempuh kendaraan selama satu tahun yang akan menghasilkan jumlah liter konsumsi bahan bakar yang digunakan untuk operasi kendaraan selama periode satu tahun. Jumlah liter konsumsi bahan bakar tersebut selanjutnya akan dikonversi ke dalam CO₂ dengan menggunakan emisi faktor.

E. Besaran Emisi CO₂ Kendaraan Bermotor

Emisi CO₂ dalam penelitian ini ialah emisi CO₂ yang dihasilkan dari setiap liter penggunaan bahan bakar kendaraan dalam kegiatan transportasi pada Jalan Jaksa Agung Suprpto selama satu tahun. Besaran tersebut dapat dihitung dengan cara mengkonversi konsumsi bahan bakar tiap jenis kendaraan dengan menggunakan faktor emisi tiap jenis bahan bakar kendaraan yang akan menghasilkan besaran emisi CO₂. Berikut merupakan tabel 3.4 yaitu faktor emisi bahan bakar.

Tabel 3. 4 Faktor emisi bahan bakar kendaraan dalam perhitungan emisi CO₂

| No | Jenis Bahan Bakar | Emisi CO ₂ | Unit |
|----|------------------------|-----------------------|----------|
| 1 | Gasoline Fuel (Bensin) | 2,31 | Kg/liter |
| 2 | Diesel Fuel (Solar) | 2,68 | Kg/liter |
| 3 | LPG fuel | 1,51 | Kg/Kg |

Sumber : Ferry Andriono, *et al.*, 2013

3.8.2 Analisis potensi serapan vegetasi terhadap emisi CO₂

Perhitungan daya serap ruang terbuka hijau dilakukan dengan cara mengidentifikasi vegetasi (stratum A, B, dan C) pada Jalan Jaksa Agung Suprpto baik yang berada di median jalan maupun vegetasi yang ada di jalur hijau jalan yang selanjutnya akan dilakukan pengukuran sesuai dengan daya serap menurut beberapa penelitian mengenai daya serap CO₂ oleh vegetasi yang dapat dilihat pada tabel 3.5 yaitu tabel daya serap beberapa jenis pohon terhadap karbondioksida. Kemampuan daya serap dapat dihitung dengan mengalikan jumlah pohon dengan daya serap yang sesuai berdasarkan jenis vegetasinya. Daya serap vegetasi terhadap karbon dioksida akan dinyatakan dalam ton/tahun.

Tabel 3. 5 Daya serap beberapa jenis pohon terhadap karbondioksida

| No | Nama Vegetasi | Daya Serap Bersih Karbondioksida/ pohon (g/ jam) | Daya Serap Bersih Karbondioksida/ pohon (g/ tahun) | Daya Serap Bersih Karbondioksida/ pohon (kg/ tahun) | Daya Serap Bersih Karbondioksida/ pohon (ton/ tahun) |
|----|---------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1 | Flamboyan | 1,43 | 12.526,8 | 12,5268 | 0,0125 |
| 2 | Johar | 2,75 | 24.090 | 24,09 | 0,0241 |
| 3 | Asam | 0,118 | 1033,68 | 1,03368 | 0,0010 |
| 4 | Kempas | 4,97 | 43.537,2 | 43,5372 | 0,0435 |
| 5 | Krey Payung | 11,8 | 103.368 | 103,368 | 0,1034 |
| 6 | Tanjung | 0,102 | 893,52 | 0,89352 | 0,0009 |
| 7 | Angsana | 0,217 | 1900,92 | 1,90092 | 0,0019 |
| 8 | Trembesi | 66,3 | 580.788 | 580,788 | 0,5808 |
| 9 | Mahoni | 146,78 | 1.285.810,32 | 1285,81032 | 1,2858 |
| 10 | Beringin | 622 | 5.448.720 | 5448,72 | 5,4487 |
| 11 | Bungur | 79,479 | 696.236,04 | 696,23604 | 0,6962 |
| 12 | Glodokan | - | - | 270,0 | 0,27 |
| 13 | Biola Cantik | - | - | 80,41 | 0,08 |

Sumber : Purwaningsih (2007), Mayalanda (2007), Ishan Y. Pandya, *et al.* 2014

Daya serap berdasarkan tabel 3.5 akan digunakan untuk pengukuran daya serap vegetasi yang ada pada Jalan Jaksa Agung Suprpto. Perhitungan daya serap tersebut akan digunakan untuk mengetahui kemampuan ruang terbuka hijau Jalan Jaksa Agung Suprpto dalam mengurangi emisi CO₂ yang dihasilkan dari kegiatan transportasi pada jalan tersebut yang diperoleh dari analisis jejak Transportasi.

3.8.3 Analisis Kebutuhan Vegetasi

Analisis kebutuhan vegetasi bertujuan untuk mengetahui jumlah kebutuhan penambahan vegetasi Jalan Jaksa Agung Suprpto berdasarkan hasil Jejak Transportasi. Kebutuhan penambahan vegetasi tersebut dapat diketahui dengan cara membandingkan kemampuan vegetasi eksisting dalam penyerapan emisi CO₂ dengan besaran emisi CO₂ yang

dihasilkan dari Jejak Transportasi sehingga nantinya akan diketahui apakah semua vegetasi pada Jalan Jaksa Agung Suprpto telah mampu mendukung kegiatan transportasi Jalan Jaksa Agung Suprpto dengan cara mengurangi emisi CO₂ yang dihasilkan dari kegiatan transportasi di jalan tersebut. Apabila masih terdapat sisa emisi yang belum terserap oleh vegetasi maka akan diperlukan penambahan vegetasi sesuai dengan besaran emisi CO₂ yang belum terserap tersebut.

Jumlah kebutuhan penambahan vegetasi dapat diperoleh melalui perhitungan sederhana dari sisa emisi dari masing- masing segmen jalan dibagi dengan kemampuan serapan pada tiap jenis vegetasi yang sesuai sehingga nantinya akan diketahui jumlah vegetasi yang diperlukan untuk menyerap seluruh emisi CO₂ hasil dari analisis Jejak Transportasi.

3.8.4 Pengurangan Emisi CO₂ Jalan Jaksa Agung Suprpto

Upaya pengurangan emisi CO₂ pada Jalan Jaksa Agung Suprpto dilakukan atas dasar hasil analisis kebutuhan vegetasi dimana masih terdapat beberapa aspek yang belum dipertimbangkan, oleh karena itu upaya pengurangan emisi CO₂ dengan beberapa jenis rekomendasi diharapkan selain dapat mengurangi sisa emisi yang belum terserap, juga lebih aplikatif pada lokasi penelitian yang diantaranya adalah sebagai berikut :

A. Pengoptimalan RTH Eksisting Jalan Jaksa Agung Suprpto

Upaya pengoptimalan RTH pada lokasi penelitian dilakukan berdasarkan hasil survei pendahuluan dimana pada RTH di lokasi penelitian masih terdapat beberapa ruang yang seharusnya bisa dimanfaatkan sebagai tempat tumbuhnya vegetasi yang dapat mengurangi emisi CO₂, selanjutnya akan dihitung berapa jumlah vegetasi yang seharusnya masih bisa ditambahkan. Jumlah tersebut akan digunakan sebagai rekomendasi penambahan vegetasi sesuai dengan jenis vegetasi yang baik dalam menyerap emisi CO₂ sehingga emisi yang belum terserap hasil dari analisis kebutuhan vegetasi dapat dikurangi dengan penambahan tersebut. Dalam upaya pengoptimalan RTH eksisting Jalan Jaksa Agung Suprpto terdapat 2 jenis penambahan vegetasi yaitu :

1. Penambahan jumlah vegetasi berdasarkan daya serap terhadap CO₂

Jenis penambahan ini dilakukan dengan cara mengurangi emisi dengan menggunakan jenis vegetasi pada lokasi penelitian yang memiliki daya serap terhadap CO₂ yang besar, dengan mempertimbangkan jarak antar tanaman sesuai dengan jenis vegetasi yang digunakan.

2. Penambahan jumlah vegetasi perdasarkan pedoman perencanaan RTH

Pedoman yang digunakan dalam rekomendasi ini ialah permen PU nomor 5 tahun 2008 tentang pedoman penyelenggaraan dan penyediaan Ruang Terbuka Hijau Perkotaan. Berdasarkan pedoman diatas, akan dilakukan pemilihan vegetasi yang sesuai dengan perencanaan RTH pada jalur hijau dan median jalan yang selanjutnya akan diketahui berapa besar vegetasi yang dapat ditambahkan sesuai dengan pedoman tersebut.

B. Pengurangan volume kendaraan

Berdasarkan teori *ecological footprint*, aspek lain yang harus diperhatikan terkait dengan pengurangan emisi CO₂ hasil jejak transportasi selain meningkatkan kemampuan vegetasi dalam mengurangi CO₂ ialah bagaimana mengurangi tingkat konsumsi akan kegiatan transportasi yaitu dengan mengurangi jumlah pemakaian kendaraan bermotor sehingga emisi yang dihasilkan tidak akan membebani sumberdaya alam yang ada. Salah satu gagasan dalam upaya pengurangan emisi CO₂ di Indonesia ialah berdasarkan sebuah pernyataan dari Presiden RI pada pertemuan G-20 di Pittsburgh – USA pada 25 September 2009 telah menyatakan komitmen pemerintah Indonesia yang sifatnya tidak mengikat untuk mengurangi tingkat emisi GRK sebesar 26 % di tahun 2020. Berdasarkan gagasan tersebut, diharapkan emisi CO₂ pada Jalan Jaksa Agung Suprpto berkurang sesuai dengan target tersebut. Terdapat beberapa langkah dalam pengurangan jumlah kendaraan yaitu sebagai berikut

1. Langkah awal dalam proses pengurangan volume kendaraan ialah menentukan target prosentase emisi CO₂ yang akan dikurangi berdasarkan prosentase pengurangan hasil dari rekomendasi penambahan vegetasi dan target pengurangan emisi sebesar 26 %.
2. Memproporsikan prosentase pengurangan volume per jenis kendaraan berdasarkan besaran emisi CO₂ yang dihasilkan, jadi semakin besar emisi yang dihasilkan sebuah kendaraan tersebut maka semakin besar pula bobot pengurangan volume kendarannya.
3. Melakukan *trial and error* untuk mencari prosentase pengurangan kendaraan hingga jumlah kendaraan yang dikurangi sesuai dengan prosentase target pengurangan emisi yang telah ditentukan sebelumnya. Barulah dapat diketahui berapa jumlah kendaraan yang harus dikurangi untuk mencapai target pengurangan tersebut.

3.8.5 Asumsi Penelitian

A. Perhitungan Jejak Transportasi

1. Klasifikasi kendaraan bermotor pada perhitungan emisi CO₂ disesuaikan dengan jenis konsumsi energi spesifik bahan bakar dan emisi faktor yang digunakan untuk mempermudah proses analisis data.
2. Volume kendaraan yang digunakan pada analisis jejak transportasi merupakan jumlah kendaraan selama 1 hari 24 jam dengan asumsi jumlah kendaraan pada pukul 22.00 hingga pukul 05.00 diasumsikan sama jumlahnya dengan kendaraan pada pukul 22.00 dikarenakan pertimbangan keamanan pada saat pengambilan data dan tidak adanya penambahan kendaraan yang signifikan pada jam-jam tersebut.
3. Metode pendekatan jejak transportasi yang digunakan ialah pendekatan konsumsi bahan bakar (*fuel-used based*) dikarenakan hasilnya akan lebih reliabilitas jika dibandingkan dengan pendekatan jarak tempuh (*distance based*) (Dapas F, 2015), oleh karena itu variabel yang berhubungan dengan waktu tempuh dan kecepatan kendaraan yang dapat mempengaruhi terjadinya kemacetan tidak digunakan dalam penelitian ini.

B. Perhitungan penyerapan CO₂ vegetasi

1. Vegetasi pada ruang terbuka hijau eksisting dianggap sebagai satu satunya reservoir yang dapat mengurangi emisi CO₂ kendaraan bermotor pada lokasi penelitian dikarenakan terdapat ruang terbuka hijau berupa median dan jalur hijau jalan
2. Perhitungan kemampuan penyerapan CO₂ menggunakan besaran penyerapan per pohon pada studi terdahulu, sehingga karakteristik pada vegetasi eksisting seperti besar diameter batang, jumlah helai daun, luas daun tidak diperhitungkan dalam perhitungan daya serap CO₂.

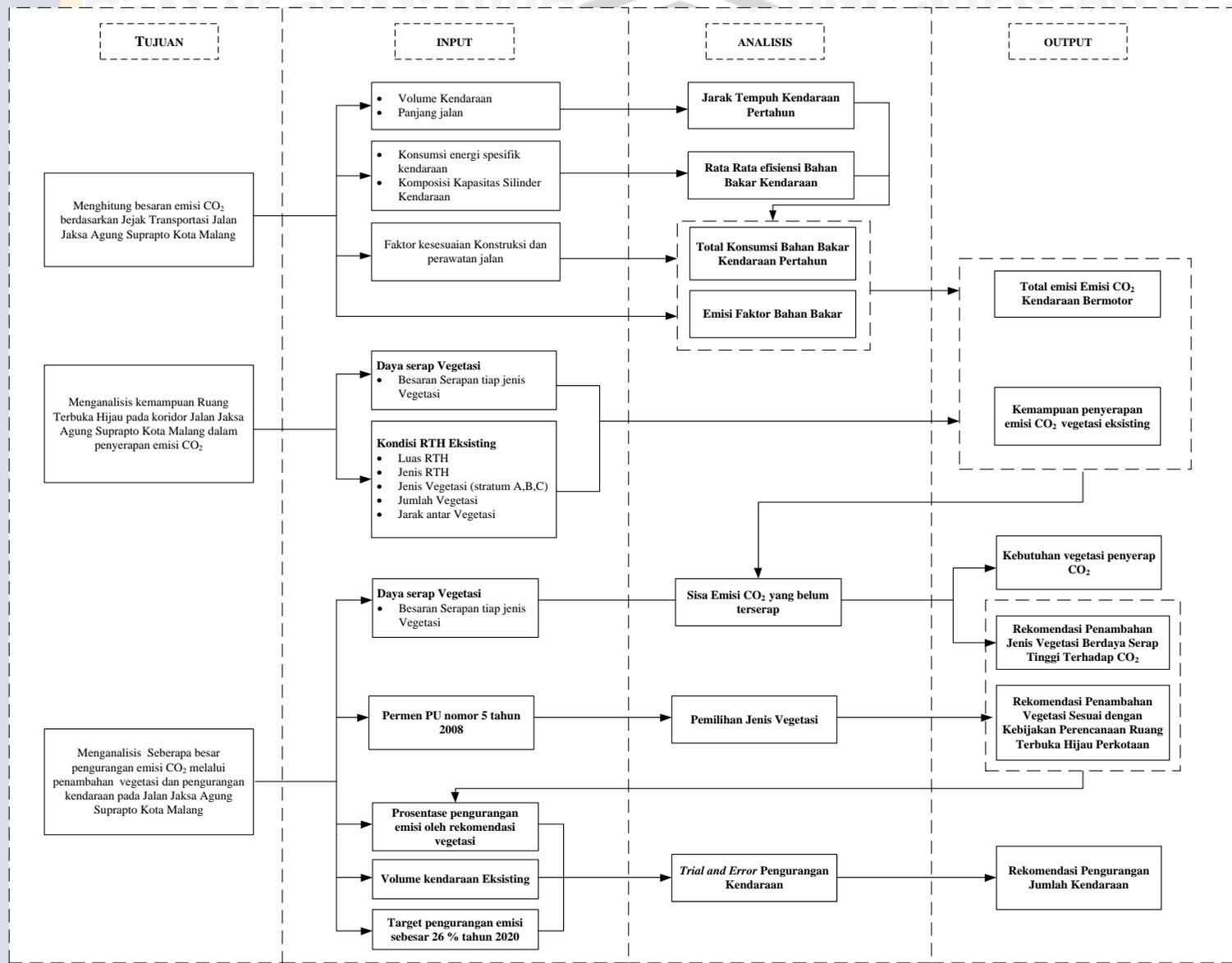
C. Pengurangan emisi CO₂

1. Pada analisis kebutuhan vegetasi, seluruh emisi CO₂ yang dihasilkan dianggap perlu untuk diserap seluruhnya oleh lahan hijau yang tersedia, sehingga akan dianalisis apakah lahan hijau yang tersedia saat ini telah mampu menyerap seluruh emisi yang dihasilkan serta menghitung jumlah ideal vegetasi yang dibutuhkan untuk menyerap seluruh emisi tersebut tanpa mempertimbangkan aspek lain seperti jarak antar tanaman, volume batang vegetasi dan lain-lain
2. Terdapat proses alamiah yaitu siklus karbon yang bersifat global dimana karbon yang dilepas ke udara sebenarnya tidak diserap seluruhnya di daratan oleh vegetasi, tanah dan lain-lain melainkan sebagian akan menuju ke atmosfer (U.S Geological Survey,

2008). Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa besaran nilai emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dapat dikurangi secara langsung oleh besaran kemampuan penyerapan CO₂ oleh vegetasi.

3. Salah satu rekomendasi pemilihan jenis vegetasi akan disesuaikan dengan kriteria vegetasi pada jalur hijau jalan menurut permen PU nomor 5 tahun 2008 mengenai Pedoman Penyediaan Dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau Di Kawasan Perkotaan. Kriteria yang digunakan hanya dibatasi oleh kriteria kriteria yang tampak pada fisik vegetasi saja dikarenakan dalam penelitian ini tidak mengkaji mengenai sifat biologis vegetasi secara mendalam dengan menggunakan asumsi bahwa kondisi tiap jenis vegetasi adalah sama
4. Pada pengurangan emisi CO₂ dengan rekomendasi pengurangan volume kendaraan, jenis kendaraan yang dikurangi ialah jenis kendaraan pribadi dan tidak dilakukan pengurangan pada jenis kendaraan umum sesuai dengan konsep transportasi berkelanjutan.





Gambar 3. 5 Kerangka Analisis

3.9 Desain Survei

Tabel 3. 6 Desain Survei

| No | Tujuan | Variabel | Sub Variabel | Data yang dibutuhkan | Sumber data | Metode Pengumpulan Data | Metode Analisis Data | Output |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Menghitung besaran emisi CO ₂ berdasarkan Jejak Transportasi Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang | Jarak tempuh kendaraan per tahun | <ul style="list-style-type: none"> • Volume kendaraan • Panjang jalan • Jumlah hari dalam satu tahun | <ul style="list-style-type: none"> • Jumlah Kendaraan tiap segmen • Jumlah Kendaraan berdasarkan kapasitas silinder • Panjang jalan tiap segmen | <ul style="list-style-type: none"> • Observasi Lapangan • Dokumen RILLAJ Kota Malang, 2013 • Studi literatur jurnal (Chi dan Brian,2005) • Studi Literatur (Wirawan S.<i>et al</i>,2008) • Studi literatur jurnal (Chi dan Brian,2005, Ferry Andriono.,<i>et al</i>,2013) | <ul style="list-style-type: none"> • Survei Primer • Survei Sekunder | <ul style="list-style-type: none"> • Analisis Jejak Transportasi | Besaran emisi CO ₂ berdasarkan Jejak Transportasi Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang |
| | | Rata-rata Efisiensi bahan bakar | - | <ul style="list-style-type: none"> • Konsumsi energi spesifik bahan bakar • Komposisi Kapasitas silinder Kendaraan | | | | |
| | | Emisi Faktor | - | Nilai Emisi faktor bahan bakar kendaraan | | | | |
| 2 | Menganalisis kemampuan Ruang Terbuka Hijau Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang dalam penyerapan emisi CO ₂ | Kondisi RTH eksisting | - | <ul style="list-style-type: none"> • Luas RTH • Jenis RTH • Jarak antar Vegetasi • Identifikasi Jenis vegetasi (stratum A,B,C) • Jumlah vegetasi (stratum A,B,C) | <ul style="list-style-type: none"> • Observasi Lapangan • Studi Literatur (Purwaningsih, 2007, Yofi Mayalanda, 2007, Ishan Y. Pandya.,<i>et al</i>, 2014) • Masterplan RTH Kota Malang 2012 - 2032 • RTRW Kota Malang 2010 - 2030 | <ul style="list-style-type: none"> • Survei Primer • Survei Sekunder | <ul style="list-style-type: none"> • Analisis potensi serapan vegetasi terhadap emisi CO₂ | Kemampuan Ruang Terbuka Hijau Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang dalam penyerapan emisi CO ₂ |
| | | Laju serapan CO ₂ vegetasi | - | <ul style="list-style-type: none"> • Besaran serapan emisi CO₂ per jenis vegetasi | | | | |

| No | Tujuan | Variabel | Sub Variabel | Data yang dibutuhkan | Sumber data | Metode Pengumpulan Data | Metode Analisis Data | Output |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | Menganalisis Seberapa besar pengurangan emisi CO ₂ melalui penambahan vegetasi dan pengurangan kendaraan pada Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang | Emisi CO ₂ kendaraan Bermotor | - | <ul style="list-style-type: none"> Total emisi CO₂ kendaraan bermotor pertahun | <ul style="list-style-type: none"> Hasil analisis Jejak Transportasi | - | <ul style="list-style-type: none"> Perbandingan Emisi yang dihasilkan dengan emisi yang mampu diserap oleh vegetasi Analisis Kebutuhan vegetasi <i>Trial and Error</i> pengurangan kendaraan | Pengurangan emisi CO ₂ melalui penambahan vegetasi dan pengurangan kendaraan pada Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang |
| | | Kemampuan serapan CO ₂ vegetasi eksisting | - | <ul style="list-style-type: none"> Kemampuan serapan CO₂ oleh vegetasi pertahun | <ul style="list-style-type: none"> Hasil Analisis potensi serapan vegetasi terhadap emisi CO₂ | - | | |
| | | Penambahan Vegetasi | - | <ul style="list-style-type: none"> Sisa emisi CO₂ yang belum terserap Jenis vegetasi Besaran serapan emisi CO₂ tiap jenis vegetasi Kebijakan Perencanaan RTH | <ul style="list-style-type: none"> Hasil Analisis Kebutuhan vegetasi Permen PU no 5 tahun 2008 | - | | |
| | | Pengurangan Kendaraan | | <ul style="list-style-type: none"> Volume kendaraan eksisting Target pengurangan 26 % emisi Prosentase pengurangan oleh penambahan vegetasi | <ul style="list-style-type: none"> Hasil pengurangan CO₂ oleh penambahan vegetasi | - | | |