

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian memiliki arti dasar sebagai cara ilmiah untuk memperoleh data untuk tujuan dan kegunaan tertentu. Cara ilmiah bermakna bahwa kegiatan penelitian harus berciri keilmuan, yakni rasional, empiris dan sistematis. Data penelitian yang dihasilkan harus dipastikan bersifat valid dengan cara diuji reliabilitas dan objektivitas. Secara umum penelitian memiliki tiga tujuan, yaitu untuk menemukan, membuktikan dan mengembangkan sesuatu. Ketiga tujuan tersebut menyebabkan adanya variasi jenis penelitian yang sering dibedakan menjadi penelitian penemuan (dasar), penelitian pembuktian (terapan) dan penelitian pengembangan (*research and development*) (Sugiyono, 2011). Selanjutnya apabila dibedakan berdasarkan tingkat kealamiah tempat maka penelitian dibedakan menjadi penelitian eksperimen, penelitian survey dan penelitian naturalistik. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan penelitian terhadap hasil penelitian serta bersifat tidak alamiah dan terkontrol. Penelitian survey dilakukan secara alamiah meskipun peneliti menggunakan perlakuan (berupa kuesioner, wawancara, dan teknik lainnya). Untuk penelitian naturalistik mengutamakan kealamiah objek penelitian dengan pengambilan data bersifat *emic* dimana data diambil berdasarkan pandangan sumber data, bukan peneliti. Berdasarkan tujuannya maka penelitian berjudul “Evaluasi Ruang Terbuka Hijau Permukiman Ketawang Gedhe sebagai pemenuh Jejak Ekologis Transportasi” merupakan penelitian penemuan/ dasar karena bertujuan untuk mengetahui kondisi ruang terbuka hijau perumahan untuk selanjutnya dievaluasi dengan kebutuhan sesungguhnya. Berdasarkan tingkat kealamiah maka penelitian ini tergolong ke dalam penelitian survey.

3.2 Definisi Operasional

Definisi operasional merupakan penjelasan terminologis khusus yang ada pada penelitian ini. Tujuan dari adanya definisi operasional adalah untuk mempermudah dalam pemahaman istilah-istilah khusus yang jarang diketahui oleh orang awam. Berikut merupakan penjelasan definisi operasional pada penelitian ini :

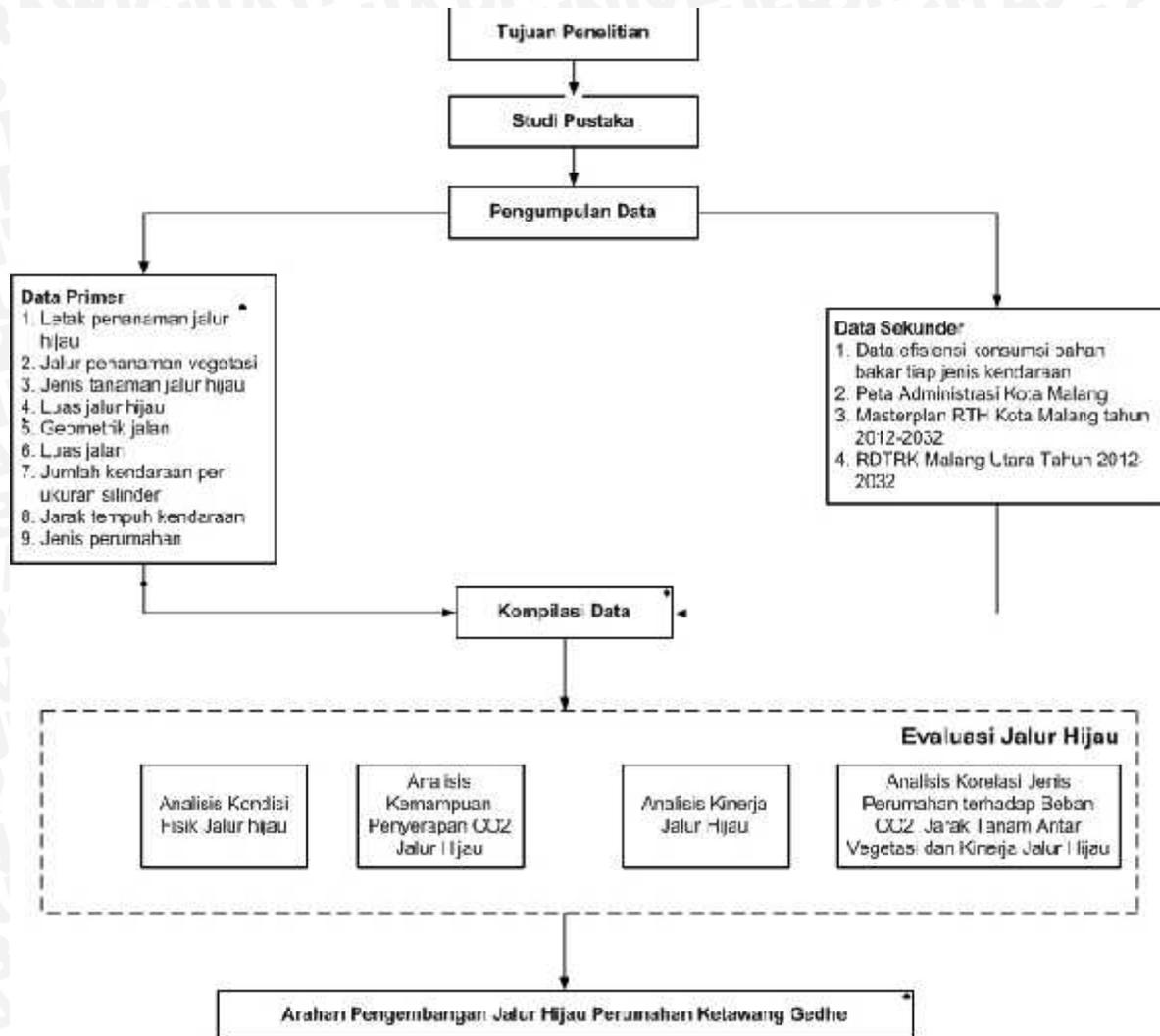
1. Perumahan kampung

Perumahan yang terdiri dari perumahan kampung padat dan perumahan umum tertata dengan kondisi beragam, memiliki kepadatan bangunan dan penduduk relatif tinggi yang dalam penelitian ini disebut sebagai perumahan informal

2. Perumahan kampung padat
Perumahan kampung padat merupakan perumahan kampung kota dengan kepadatan bangunan dan kepadatan penduduk tinggi
3. Perumahan umum tertata
Perumahan umum tertata adalah perumahan yang dikembangkan secara swadaya oleh penduduk dengan kondisi lahan telah terkavling oleh penyedia lahan dimana setiap rumah mendapatkan akses jalan lingkungan yang dalam penelitian ini disebut sebagai perumahan formal
4. Perumahan campuran
Pada penelitian ini perumahan campuran merupakan gabungan antara perumahan kampung dan perumahan umum tertata yang berlokasi pada kawasan yang sama
5. Kondisi fisik jalur hijau
Kondisi fisik jalur hijau merupakan penampakan jalur hijau yang terdiri dari jalur tanaman, peletakan tanaman dan jenis tanaman
6. Kemampuan penyerapan CO₂ oleh jalur hijau
Kemampuan jalur hijau dalam menyerap emisi CO₂ untuk setiap luasan satu hektar dalam waktu satu hari
7. Beban polusi CO₂
Jumlah emisi CO₂ yang mencemari segmen-segmen pada wilayah penelitian per luasan tertentu
8. Kinerja jalur hijau
Perbandingan nilai jarak tanam antar vegetasi penyusun jalur hijau terhadap nilai beban polusi CO₂ di setiap segmen pada wilayah penelitian
9. Efisiensi bahan bakar kendaraan
Volume bahan bakar yang dibutuhkan setiap jenis kendaraan untuk melakukan perjalanan sejauh kurang lebih satu kilometer
10. Rata-rata efisiensi bahan bakar
Rata-rata volume bahan bakar yang dibutuhkan kendaraan berdasarkan persamaan tabung silinder untuk melakukan perjalanan sejauh kurang lebih satu kilometer
11. Faktor konversi
Berat CO₂ yang mampu diserap satu hektar tanaman penyusun jalur hijau berdasarkan jenisnya

3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian merupakan diagram yang menunjukkan langkah sistematis mulai dari latar belakang hingga arahan pengembangan penelitian ini. Berikut penjelasannya :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Penentuan Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan komponen penting karena merupakan konstruk (*constructs*) atau sifat yang akan dipelajari pada penelitian (Sugiyono: 2012: 38). Penentuan variabel selalu didasarkan pada tujuan penelitian yang ingin dicapai. Berikut upaya pemilihan variabel yang dilakukan berdasarkan kesesuaiannya dengan tujuan penelitian :

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian

No.	Tujuan	Variabel	Sub Variabel	Tinjauan Pustaka	Dasar Pertimbangan
	Mengevaluasi jalur hijau Perumahan Ketawang Gedhe berdasarkan kondisi fisik, kemampuan penyerapan CO ₂ dan kinerja serta melihat korelasinya terhadap jenis perumahan pada wilayah penelitian	▪ Lokasi tanaman	✓ Jalur tanaman ✓ Peletakan tanaman	➢ Permen PU No. 5 tahun 2012	Lokasi tanaman dan jenis tanaman merupakan kondisi fisik yang menentukan tingkat kinerja jalur hijau Evaluasi kemampuan penyerapan CO ₂ oleh jalur hijau diawali dengan perhitungan jalur hijau menggunakan variabel jarak tempuh kendaraan dalam satu tahun, rata-rata efisiensi bahan bakar dan konversi penggunaan bahan bakar terhadap jumlah CO ₂ yang dihasilkan. Luas jalan digunakan sebagai data pendukung perhitungan beban polusi CO ₂ . Variabel ini digunakan karena menurut teori luas jalur hijau dapat digunakan sebagai tolak ukur bagi jumlah emisi CO ₂ yang dapat diserap. Variabel luas jalur hijau terdiri dari sub variabel luas jalur hijau berjenis pohon dan luas jalur hijau berjenis perdu/semak dengan kemampuan penyerapan CO ₂ yang berbeda
		▪ Jenis tanaman	✓ Kelompok tanaman		
		▪ Luas jalan	✓ Panjang jalan ✓ Lebar jalan	➢ Rees, 1992 ➢ Wackernagel, 1996	
		▪ Jarak tempuh kendaraan dalam 1 hari	✓ Jumlah kendaraan lewat tiap hari ✓ Panjang jalan	➢ Chi & Brian, 2005 ➢ Kurt Pregeitzer	
		▪ Rata-rata efisiensi bahan bakar	✓ Rata-rata efisiensi bahan bakar semua jenis kendaraan		
		▪ Faktor konversi	✓ Jumlah CO ₂ dari hasil pembakaran 1 liter bensin ✓ Rata-rata jumlah CO ₂ dari hasil pembakaran liter bensin dan 1 liter solar		
		▪ Luas jalur hijau eksisting	✓ Luas jalur hijau berjenis pohon ✓ Luas jalur hijau berjenis perdu/semak	➢ Prasetyo et all. (2002) dalam Tinambunan (2006)	
		▪ Kinerja jalur hijau	✓ Jarak tanam antar vegetasi ✓ Beban Polusi CO ₂	➢ DPU Dirjen Bina Marga 1996	Kinerja jalur hijau perlu dihitung agar setiap segmen dapat diklasifikasikan tingkat kinerjanya untuk keperluan arahan pengembangan
		▪ Korelasi jenis perumahan dengan jarak	✓ Jenis perumahan ✓ Jarak tanam	➢ DPU Dirjen Bina Marga 1996	Korelasi antara jenis perumahan dengan ketiga variabel yang

No.	Tujuan	Variabel	Sub Variabel	Tinjauan Pustaka	Dasar Pertimbangan
		tanam antar vegetasi, beban polusi CO ₂ dan kinerja jalur hijau	antar vegetasi polusi CO ₂ Kinerja jalur hijau		lain perlu diketahui sebagai dasar arahan rencana
2.	Menentukan arahan pengembangan jalur hijau Perumahan Ketawang Gedhe berdasarkan hasil evaluasi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arahan pengembangan ▪ Arahan peningkatan kemampuan penyerapan CO₂ oleh tanaman ▪ Arahan peningkatan kinerja jalur hijau 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Jalur tanaman penyusun jalur hijau ✓ Peletakan tanaman penyusun jalur hijau ✓ Luas jalur hijau ✓ Jarak tanam antar vegetasi penyusun jalur hijau 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Permen PU No. 5 Tahun 2008 ➤ Permen PJU No. 5 Tahun 2012 ➤ DPU Dirjen Bina Marga 1996 ➤ Prasetyo et all. (2002) dalam Tinambunan (2006) ➤ Rees, 1992 ➤ Wackernagel, 1996 ➤ Chi & Brian, 2005 ➤ Kurt Pregeitzer 	Variabel arahan pengembangan kondisi fisik jalur hijau, kemampuan penyerapan CO ₂ oleh tanaman dan kinerja jalur hijau perlu diberikan agar kualitas dan kuantitas jalur hijau meningkat

Sumber : Hasil pemikiran, 2016

Berdasarkan tabel 3.1 dapat diketahui bahwa penelitian ini memiliki dua tujuan, yaitu mengevaluasi dan menentukan arahan pengembangan. Tujuan pertama adalah mengevaluasi kondisi ruang terbuka hijau Perumahan Ketawang Gedhe dalam fungsinya untuk memenuhi jejak ekologis transportasi pada perumahan ini. Variabel yang digunakan pada tujuan pertama adalah kondisi fisik jalur hijau, kemampuan penyerapan CO₂ oleh jalur hijau, korelasi antara jenis perumahan dengan beban polusi CO₂, jarak tanam antar vegetasi dan kinerja jalur hijau. Tujuan penelitian yang kedua adalah menentukan arahan pengembangan jalur hijau Perumahan Ketawang Gedhe berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan sebelumnya agar arahan yang dibuat sesuai dengan kebutuhan nyata di lapangan.

3.5 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data merupakan kumpulan dari tujuan dan teknik peneliti dalam memperoleh data yang diperlukan pada wilayah studi. Metode ini secara umum terdiri dari survey primer dan survey sekunder dengan penjelasan sebagai berikut :

A. Survey Primer

Survey primer merupakan pengambilan data yang dilakukan secara langsung pada objek studi yang dalam penelitian ini dilakukan dengan cara observasi lapangan. Teknik observasi lapangan dilakukan pada wilayah studi secara langsung oleh peneliti menggunakan form survey, sehingga kondisi eksisting dan faktual objek penelitian dapat

difahami peneliti secara mendalam. Survey observasi juga bertujuan untuk mendapatkan data foto sebagai bahan untuk fotomapping agar analisa keruangan dapat dilakukan secara visual dan detail. Berikut tabel penjelasan data yang diambil pada observasi lapangan :

Tabel 3. 2 Pengambilan Data Primer

No.	Objek Diamati	Kebutuhan Data	Penggunaan Data	Pengambilan Data
1.	Karakteristik area	<ul style="list-style-type: none"> • Kategori area • Luas area 	Untuk menentukan kategori dan luas area perumahan sebagai dasar analisis kemampuan penyerapan CO ₂	Pengamatan, pengukuran dan foto
2.	Jenis Perumahan	<ul style="list-style-type: none"> • Perumahan kampung padat • Perumahan umum tertata 	Untuk mengetahui sebaran perumahan berdasarkan jenisnya sebagai penunjang analisis korelasi	Pengamatan, ancara
3.	Jalur perumahan hijau	<ul style="list-style-type: none"> • Luas ruang terbuka hijau • Lokasi ruang terbuka hijau 	Untuk mengetahui luas dan lokasi ruang terbuka hijau sebagai data input evaluasi dan arahan pengembangan penelitian	Pengamatan, pengukuran dan foto
4.	Luas Jalan	<ul style="list-style-type: none"> • Panjang jalan • Lebar jalan 	Untuk digunakan sebagai perhitungan analisis jejak ekologis fisik yang membutuhkan data luas jalan pada perumahan	Pengamatan, pengukuran dan foto
5.	Kendaraan yang melintasi jalan di Perumahan Ketawang Gedhe	<ul style="list-style-type: none"> • Volume kendaraan • Jenis kendaraan • Jumlah konsumsi bahan bakar 	Untuk digunakan sebagai input data pada analisis jejak ekologis fisik, energi dan transportasi	Pengamatan dan perhitungan laju harian rata-rata

Sumber : Hasil pemikiran, 2016

Data-data hasil observasi lapangan di atas akan digunakan dalam menghitung jumlah karbondioksida yang dihasilkan kendaraan maupun yang mampu diserap jalur hijau, sehingga pengambilan data harus dilakukan dengan cermat dan tepat. Objek berupa luas jalan dan ruang terbuka hijau dapat diamati dan diukur dengan mudah tanpa ada keterbatasan waktu karena sifatnya yang statis, sedangkan objek kendaraan harus diukur dengan menggunakan pengamatan laju harian rata-rata. Hal ini dilakukan karena kendaraan bersifat dinamis, beragam jenis dan memiliki jarak tempuh yang berbeda pada lokasi studi, sehingga teknik pengambilan datanya dibantu dengan kuesioner pada waktu yang telah ditentukan. Data-data di atas akan digunakan dengan dukungan data sekunder yang juga berperan penting dalam penelitian ini. Berikut merupakan data yang diambil dengan teknik survey sekunder pada penelitian ini :

Tabel 3. 3 Pengambilan Data Sekunder

No.	Data yang dibutuhkan	Sumber Data	Penggunaan Data
1.	Data Monografi Penduduk Perumahan Ketawang Gedhe	Kelurahan Ketawang Gedhe	Untuk mengetahui karakterististik penduduk perumahan

2.	Data efisiensi konsumsi bahan bakar tiap jenis kendaraan	Penelitian terdahulu	Untuk digunakan sebagai input analisis jejak ekologis energi
3.	Peta Administrasi wilayah studi	Kelurahan Ketawang Gedhe	Untuk menentukan ruang lingkup wilayah studi
4.	Peta Dimensi Jalan Perumahan Ketawang Gedhe	RDTRK Kecamatan Lowokwaru	Sebagai input analisis jejak ekologis fisik

Sumber : Hasil pemikiran, 2016

Data-data hasil sekunder di atas digunakan sebagai data pendukung penelitian agar pembahasan yang dilakukan bersifat menyeluruh dan detail. Data monografi dan peta wilayah studi dapat diambil pada instansi atau pun dokumen terkait, sedangkan data efisiensi konsumsi bahan bakar dapat diperoleh dari studi penelitian terdahulu dan studi literatur lainnya.

3.6 Populasi dan Sampel

Sub bab populasi dan sampel adalah pembahasan terkait populasi dalam penelitian ini yang akan diambil melalui teknik penentuan *sampling data*, sehingga penelitian dapat dilakukan secara efektif dan optimal.

3.6.1 Populasi

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek atau subyek yang mempunyai kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2006: 47). Populasi adalah jumlah keseluruhan dari unit analisis dalam penelitian, dengan kata lain populasi adalah :

- 1) Keseluruhan unsur-unsur yang dimiliki satu atau beberapa ciri/ karakteristik yang sama.
- 2) Kumpulan dari individu dengan kualitas serta ciri-ciri yang telah ditetapkan.
- 3) Kumpulan dari ukuran-ukuran tentang sesuatu yang akan diteliti.

Populasi dalam penelitian ini terdiri dari tiga objek, yaitu kendaraan yang melewati jalan-jalan di Perumahan Ketawang Gedhe, jenis perumahan serta ruang terbuka hijau pada perumahan tersebut. Hal tersebut didasari oleh tujuan penelitian yang ingin mengetahui kebutuhan luas jalur hijau berdasarkan emisi udara yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor pada perumahan ini untuk selanjutnya dibuat arahan berdasarkan kebutuhan tersebut dengan tetap mempertimbangkan pengaruh jenis perumahan terhadap kemampuan penyerapan CO₂ oleh jalur hijau pada wilayah penelitian.

3.6.2 Sampel

Sampel merupakan data yang diambil dan digeneralisir untuk mewakili data populasi. Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah sampel jenuh dimana semua populasi digunakan sebagai data dalam penelitian. Populasi yang pada penelitian ini

digunakan sebagai sampel jenuh terdiri dari tiga objek berbeda, yaitu jalur hijau, jumlah kendaraan yang lewat serta jenis perumahan yang tersebar di 42 segmen penelitian pada Perumahan Ketawang Gedhe. Berikut merupakan penjelasan sampel untuk setiap objek yang digunakan sebagai data pada penelitian berikut ini.

A. Sampel Jalur Hijau

Pada Perumahan Ketawang Gedhe jalur hijau disurvei seluruh populasinya agar peneliti mampu mengetahui tipologi, jenis, lokasi penanaman, jalur penanaman serta luasnya untuk melakukan analisis kondisi fisik, kemampuan penyerapan CO₂, pengaruh jenis perumahan terhadap kemampuan jalur hijau dalam menyerap CO₂, kinerja serta arahan pengembangan jalur hijau untuk mengatasi permasalahan pada wilayah penelitian.

B. Sampel Kendaraan yang Melewati Jalan di Perumahan Ketawang Gedhe

Peneliti berupaya untuk menghitung besar emisi CO₂ kendaraan yang beredar pada wilayah penelitian dengan cara menghitung jumlah kendaraan yang melintas. Kendaraan dihitung berdasarkan ukuran tabung silindernya dengan rentang pendataan selama sekitar 24 jam pada 42 segmen penelitian. Penggolongan kendaraan berdasarkan ukuran tabung silinder didasarkan pada penelitian yang dilakukan Silvia (2011) yang menyatakan bahwa setiap jenis tabung kendaraan memiliki efisiensi bahan bakar yang berbeda, sehingga data yang dihasilkan dari survey primer tersebut akan relatif lebih valid dan detail.

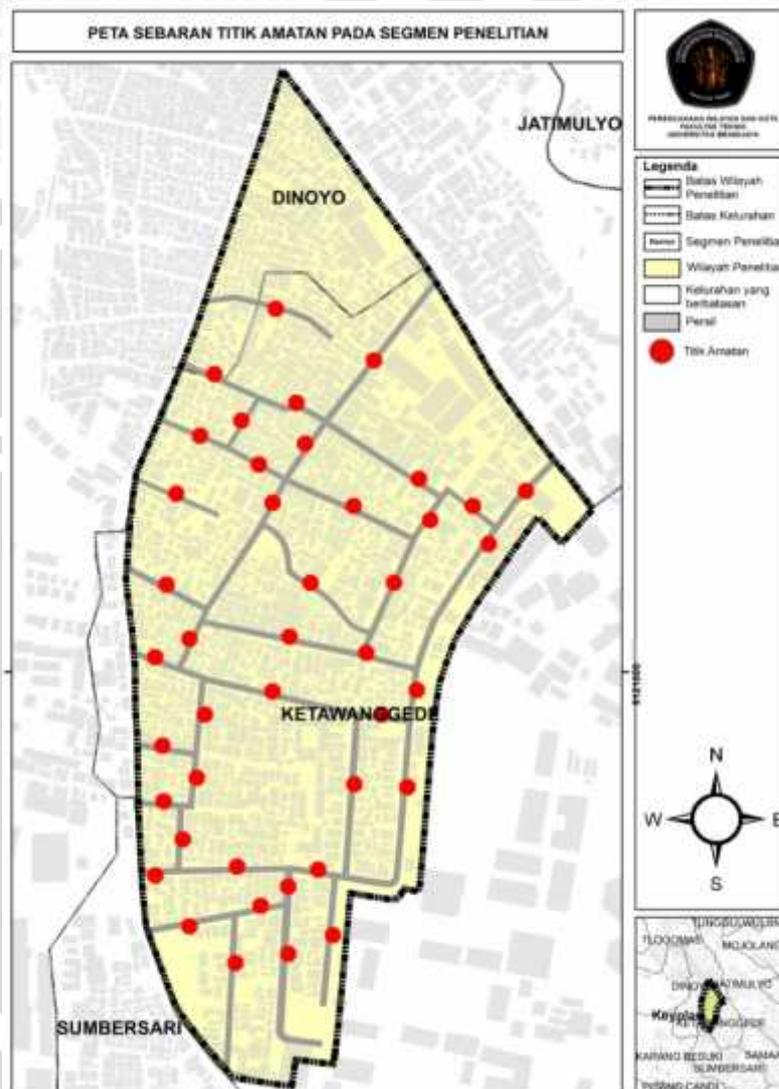
C. Sampel Jenis Perumahan

Jenis perumahan diamati pada setiap segmen penelitian dengan tujuan untuk dilihat korelasinya dengan jarak penanaman antar tanaman, beban polusi CO₂, kinerja jalur hijau serta terhadap kemampuan penyerapan CO₂ jalur hijau. Pada wilayah penelitian jenis perumahan akan digolongkan menjadi tiga, yaitu informal, formal dan campuran dimana peneliti mengasumsikan bahwa setiap jenis perumahan akan berpengaruh pada kondisi keempat variabel di atas. Hasil pengujian korelasi tersebut akan digunakan sebagai salah satu dasar dalam pembuatan arahan pengembangan jalur hijau pada Perumahan Ketawang Gedhe.

3.6.3 Titik Amatan

Pembahasan titik amatan hanya dilakukan pada pengkajian objek penelitian berupa kendaraan bermotor karena jalur hijau diamati secara menyeluruh, sehingga tidak terdapat titik amatan khusus yang perlu dibuat. Titik amatan kendaraan perlu ditentukan agar

pengamatan dapat dilakukan dengan mudah serta menghasilkan data yang valid. Penentuan titik amatan terhadap kendaraan yang melintasi jalan-jalan di Perumahan Ketawang Gedhe dilakukan berdasarkan jumlah segmen yang ada pada wilayah penelitian dimana pada setiap segmen terdapat satu titik amatan dengan letak berada di tengah-tengah segmen. Penjelasan titik amatan terhadap jumlah kendaraan pada wilayah penelitian akan dijelaskan pada peta sebagai berikut.



Gambar 3. 2 Peta Sebaran Titik Amatan pada Segmen Penelitian

Berdasarkan peta sebaran titik amatan pada segmen penelitian diketahui bahwa pada setiap segmen penelitian terdapat satu titik amatan. Peneliti menentukan satu titik amatan pada setiap segmen penelitian karena data yang diambil adalah data spesifik berupa jumlah kendaraan menurut jenisnya, sehingga surveyor yang melakukan pengamatan harus fokus dan teliti pada satu segmen saja. Kelemahan penentuan titik amatan ini adalah tingginya kebutuhan surveyor karena setiap surveyor hanya mampu menghitung jumlah kendaraan

pada satu segmen, namun keunggulan teknik ini adalah kualitas data yang valid dan spesifik.

3.7 Metode Analisis Data

Metode adalah serangkaian cara yang digunakan peneliti dalam mencapai tujuan penelitian. Pada dasarnya penelitian dilakukan untuk memecahkan permasalahan yang ada, oleh karena itu perlu diambil langkah-langkah relevan dan sistematis dalam menyelesaikan permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya. Metode penelitian digunakan sebagai pemandu tentang rencana kegiatan penelitian dan tahapan-tahapan penelitian untuk memperoleh jawaban yang sesuai dengan permasalahan penelitian. Metode merupakan kegiatan ilmiah yang berkaitan dengan suatu cara kerja (sistematis) untuk memahami suatu subjek atau objek penelitian, sebagai upaya untuk menemukan jawaban yang dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah dan termasuk keabsahannya (Rosdy Ruslan, 2003:24).

Berkaitan dengan itu Woody (1927) menjelaskan bahwa penelitian merupakan suatu metode untuk menemukan kebenaran yang juga merupakan sebuah pemikiran kritis (critical thinking). Penelitian meliputi pemberian definisi dan redefinisi terhadap masalah, merumuskan hipotesis atau jawaban sementara, membuat kesimpulan dan sekurang-kurangnya mengadakan pengujian yang hati-hati atas semua kesimpulan untuk menentukan kecocokan dengan hipotesis. Berdasarkan beberapa pakar lain dapat ditemukan kesimpulan bahwa penelitian memiliki tiga unsur penting yaitu sistematis, obyektif dan mengikuti konsep ilmiah. Selanjutnya penelitian menurut Fellin, Tripodi & Meyer (1996) adalah suatu cara sistematis untuk maksud meningkatkan, memodifikasi dan mengembangkan pengetahuan yang dapat di sampaikan (dikomunikasikan) dan diuji (diverifikasi) oleh peneliti lain. Definisi lain dari penelitian diutarakan oleh Marzuki (1996:5) yang menerangkan bahwa penelitian adalah kegiatan pengumpulan, pengolahan, penyajian, dan analisa data secara sistematis dan efisien untuk memecahkan sesuatu masalah atau menguji suatu hipotesa.

Metode penelitian menurut Nasir (1988:51) merupakan cara utama yang digunakan peneliti untuk mencapai tujuan dan menentukan jawaban atas masalah yang diajukan. Pengertian lain dari metode penelitian menurut Sugiyono (2004: 1) adalah cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Semua data baik yang berupa data sekunder maupun data primer ini disusun ke dalam bentuk yang mudah dibaca dan dimengerti untuk kemudian dilakukan analisa sesuai dengan tujuan penelitian. Data yang telah diperoleh diolah dan dianalisis dengan menggunakan metode-metode tertentu

sesuai dengan tujuan penelitian. Pada penelitian ini terdapat dua metode analisis, yaitu analisis evaluatif dan analisis *development*. Berikut penjelasannya :

3.7.1 Analisis Kondisi Fisik Jalur Hijau

Analisis kondisi jalur hijau dilakukan dengan mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Pedoman Penanaman pohon pada Sistem Jaringan Jalan dimana variabel yang dikaji adalah lokasi penanaman dan jenis tanaman. Variabel lokasi penanaman terdiri dari sub variabel jalur penanaman dan peletakan tanaman, sedangkan variabel jenis tanaman memiliki sub variabel kelompok tanaman dan bentuk tanaman. Berikut penjelasan analisis kondisi fisik jalur hijau yang akan dilakukan pada wilayah penelitian.

A. Lokasi Penanaman

Lokasi penanaman memiliki sub variabel jalur penanaman dan letak tanaman yang diatur oleh Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Pedoman Penanaman Pohon pada Sistem Jaringan Jalan dengan penjelasan sebagai berikut.

1. Analisis jalur penanaman

Analisis jalur penanaman merupakan salah satu analisis pendukung analisis kondisi fisik jalur hijau pada Perumahan Ketawang Gedhe. Sub variabel yang diteliti adalah pengaturan letak jalur hijau pada ruang milik jalan (terdapat dua peletakan jalur hijau, yaitu diantara saluran drainase dengan perkerasan jalan atau di sisi luar saluran drainase) serta jarak jalur hijau terhadap saluran drainase. Keluaran dari analisis terhadap pengaturan peletakan jalur hijau terhadap saluran drainase adalah keberadaan saluran drainase (dibatasi saluran drainase atau tidak dibatasi saluran drainase) di seluruh segmen pada wilayah penelitian. Keluaran analisis terhadap jarak jalur hijau terhadap saluran drainase pada seluruh segmen adalah sesuai (jarak jalur hijau terhadap saluran drainase antara 0 meter hingga 0,5 meter atau tidak sesuai (jarak saluran drainase terhadap jalur hijau lebih dari 0,5 meter).

2. Analisis peletakan tanaman

Analisis jalur penanaman adalah analisis kondisi fisik jalur yang mengkaji peletakan tanaman dalam kaitan pengaturan jaraknya terhadap perkerasan dan juga jarak antara satu tanaman dengan tanaman yang lain dalam satu segmen penelitian. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Pedoman Penanaman Pohon pada Sistem Jaringan Jalan ketentuan jarak tanaman terhadap perkerasan minimal adalah 3 meter untuk tanaman berjenis pohon dan 0,5 meter untuk tanaman berjenis semak/ perdu. Selanjutnya untuk jarak penanaman

antar vegetasi penyusun jalur hijau yang disarankan adalah jarak penanaman tidak rapat dan jarang untuk tanaman berjenis pohon serta jarak penanaman jarang, tidak rapat dan jarang untuk tanaman berjenis semak/ perdu.

B. Jenis Tanaman

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Pedoman Penanaman Pohon pada Sistem Jaringan Jalan Analisis Kemampuan Jalur Hijau jenis tanaman dipengaruhi oleh keadaan ekologis, kelompok tanaman, bentuk tanaman, umur tanaman, kriteria tanaman. Pada penelitian ini variabel yang digunakan adalah kelompok tanaman dan bentuk tanaman dengan pertimbangan kedua variabel ini mampu difahami dan diamati dengan mudah oleh peneliti yang notabene berdisiplin ilmu bukan pertanian, botani ataupun biologi. Hal ini dikarenakan variabel keadaan ekologis, umur tanaman dan kriteria tanaman lebih dikaji mendalam oleh akademisi dalam jurusan pertanian, botani, biologi dan disiplin ilmu lain yang ranah kajiannya fokus pada tanaman. Sesuai dengan pembahasan pada bab tinjauan pustaka maka kelompok tanaman terdiri dari pohon, perdu/ semak, liana dan terna dengan masing-masing spesifikasi dan fungsinya. Bentuk tanaman terdiri dari sub variabel tajuk tanaman dan tinggi tanaman dimana keduanya mudah diidentifikasi oleh peneliti untuk selanjutnya diolah dengan analisis deskriptif. Tajuk tanaman yang akan diidentifikasi terdiri dari tajuk bulat, oval, tombak/ segitiga, dan payung sesuai dengan penjelasan pada bab tinjauan pustaka.

Pada penelitian ini output yang dicari adalah kemampuan jalur hijau berdasarkan jenis dan luasnya untuk menyerap CO_2 akibat kegiatan transportasi. Apabila jumlah emisi karbondioksida setiap segmen pada wilayah penelitian telah diketahui maka langkah selanjutnya adalah menghitung luas jalur hijau eksisting untuk dibandingkan dengan kebutuhan luas jalur hijau berdasarkan besarnya emisi kendaraan tiap tahunnya. Hasil perbandingan tersebut adalah diketahuinya kebutuhan jalur hijau pada wilayah studi untuk menyerap sisa CO_2 yang belum terakomodir.

A. Perhitungan Jumlah Karbondioksida Hasil Kendaraan

Perhitungan jumlah karbondioksida digunakan untuk memperkirakan jumlah emisi CO_2 yang dikeluarkan oleh mesin dalam kegiatan transportasi pada wilayah penelitian. Besar emisi CO_2 pada kegiatan transportasi tergantung pada jarak yang ditempuh kendaraan bermotor (km), jumlah kendaraan berdasarkan isi silinder serta jenis bahan bakar yang digunakan. Jarak yang ditempuh kendaraan akan mempengaruhi jumlah

penggunaan bahan bakar dimana semakin jauh jarak yang ditempuh maka akan semakin banyak bahan bakar yang digunakan. Jumlah kendaraan perlu dirinci berdasarkan isi silindernya karena setiap isi silinder yang berbeda memiliki efisiensi bahan bakar yang berbeda. Jenis bahan bakar merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi besar jejak ekologis karbondioksida karena masing-masing jenis bahan bakar akan menghasilkan emisi CO₂ dalam jumlah berbeda saat digunakan.

B. Rata-Rata Efisiensi Bahan Bakar Kendaraan

Rata-rata efisiensi bahan bakar kendaraan diperlukan untuk mempermudah perhitungan pada penelitian. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan nilai efisiensi bahan bakar pada beberapa jenis kendaraan tergantung pada silinder dan jenis bahan bakar yang digunakan. Berikut merupakan tabel data efisiensi bahan bakar dari beberapa kendaraan dengan isi silinder yang berbeda.

Tabel 3. 4 Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar Mobil Berdasarkan Isi Silinder

No.	Isi Silinder Kendaraan	Konsumsi Bahan Bakar (a)	Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar (b) = 1/ (a)	Rata-rata Efisiensi Bahan Bakar (c) = rata-rata (b)
1.	1.000 cc	1 ilter/ 12-14 km	0,083-0,071	0,077
2.	1.300 cc	1 liter/ 12-13 km	0,083-0,077	0,080
3.	1.500 cc	1 liter/ 10-12 km	0,100-0,083	0,092
4.	2.000 cc	1 liter/ 8-9 km	0,125-0,111	0,118
5.	2.500 cc	1 liter/ 7-8 km	0,143-0,125	0,134
6.	3.000 cc	1 liter/ 7-8 km	0,143-0,125	0,134

Sumber : Silvia, 2011

Tabel 3. 5 Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar Sepeda Motor Berdasarkan Isi Silinder

No.	Isi Silinder Kendaraan	Konsumsi Bahan Bakar (a)	Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar (b) = 1/ (a)	Rata-rata Efisiensi Bahan Bakar (c) = rata-rata (b)
1.	100 cc	1 ilter/ 35-40 km	0,029-0,025	0,027
2.	110 cc	1 liter/ 30-35 km	0,033-0,029	0,062
3.	125 cc	1 liter/ 30-35 km	0,033-0,029	0,031
4.	150 cc	1 liter/ 30-35 km	0,033-0,029	0,031
5.	200 cc	1 liter/ 20-25 km	0,050-0,040	0,045
6.	250 cc	1 liter/ 20-25 km	0,050-0,040	0,045

Sumber : Silvia, 2011

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka dapat diketahui nilai rata-rata efisiensi bahan bakar motor dan mobil pada setiap ukuran silinder yang ada.

C. Faktor Konversi

Faktor konversi perlu digunakan untuk mendasari perhitungan jumlah emisi pada wilayah penelitian, sehingga data yang dihasilkan pada perhitungan sesuai dengan kebutuhan data untuk analisis. Mengacu pada penelitian Wada (1994) diperkirakan bahwa 1,8 ton karbon setara dengan 100 *gigajoule* konsumsi bahan bakar fosil. Selain itu penelitian terhadap bensin dan solar menemukan bahwa satu liter bensin memproduksi

sekitar 0,033 *gigajoule* energi (Statistik Kanada,1996), sedangkan satu liter solar memproduksi sekitar 0,036 *gigajoule* energi (Skatteudvalg, 1999). Pada fakta diketahui bahwa mobil menggunakan bahan bakar bensin dan solar, sedangkan motor hanya menggunakan bensin sebagai bahan bakar, maka jejak karbondioksida motor dan mobil pun berbeda. Berdasarkan hasil penelitian terkait energi yang dikeluarkan oleh oksidasi bahan bakar maka dapat diketahui bahwa motor hanya menggunakan bensin sebagai bahan bakar, sehingga diperkirakan mengeluarkan sekitar 0,000594 ton CO₂ untuk setiap pembakaran satu liter bensin tersebut. Mobil terdiri dari berbagai jenis dengan penggunaan bahan bakar berupa bensin dan solar, sehingga nilai jejak ekologis karbondioksida untuk mobil yang digunakan adalah hasil rata-rata nilai emisi CO₂ yang dihasilkan oleh pembakaran bensin dan solar yaitu 0,000621 ton CO₂ per liter. Jadi pendekatan perhitungan konversi yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Emisi tiap penggunaan energi sebesar 100 *gigajoule* = 1,8 ton CO₂
 Energi yang dihasilkan pembakaran 1 liter bensin = 0,033 *giga joule*
 Emisi tiap pembakaran 1 liter bensin = 0,000594 ton CO₂
 Energi yang dihasilkan tiap pembakaran 1 liter solar = 0,036 *giga joule*
 Emisi tiap pembakaran 1 liter solar = 0,000648 ton CO₂
 Jejak karbon motor per liter penggunaan bahan bakar = 0,000594 ton CO₂/ liter
 Jejak karbon mobil per liter penggunaan bahan bakar = (0,000648 + 0,000594) ton CO₂ / 2 = 0,000621 ton CO₂/liter

3.7.2 Analisis Kinerja Jalur Hijau

Analisis kinerja jalur hijau terhadap beban polusi CO₂ dilakukan untuk mengetahui kemampuan kinerja jalur hijau terhadap polusi CO₂ hasil kendaraan bermotor pada setiap segmen. Analisis ini terdiri dari sub analisis kesesuaian beban polusi CO₂ dan jarak tanaman terhadap standar, analisis kondisi kinerja jalur hijau berdasarkan kinerja jalur hijau rata-rata serta analisis kinerja jalan berdasarkan jarak tanaman dan beban polusi CO₂. Berikut penjelasan analisis kinerja jalan terhadap beban polusi CO₂.

A. Kesesuaian Beban Polusi CO₂ dan Jarak Anar Tanaman Berdasarkan Standar

Pembahasan perhitungan jejak ekologis karbondioksida telah dilakukan hingga diketahui nilai beban polusi CO₂ pada setiap segmen. Selain itu perhitungan rata-rata jarak antar tanaman pada setiap segmen telah dilakukan. Selanjutnya perlu dikaji kesesuaian kondisi antara beban polusi CO₂ pada setiap segmen dengan standar ambang batas polusi

CO₂ sekaligus kesesuaian antara rata-rata jarak antar tanaman pada setiap segmen dengan standar pengaturan jarak antartanaman yang diijinkan pada lingkungan perumahan. Hasil penilaian kesesuaian ini dapat digunakan sebagai dasar pemetaan segmen-segmen penelitian untuk mempermudah interpretasi kondisi setiap segmen. Selanjutnya hasil penilaian kesesuaian ini akan digunakan sebagai salah satu dasar arahan pengembangan jalur hijau pada wilayah penelitian

B. Kondisi Kinerja Jalan terhadap Beban Polusi CO₂

Pembahasan kondisi kinerja jalan terhadap beban polusi CO₂ dilakukan dengan membandingkan nilai rata-rata kinerja jalan pada seluruh segmen dengan nilai kinerja jalan pada setiap segmen. Nilai rata-rata kinerja jalan diwujudkan sebagai titik pertemuan antara nilai rata-rata beban polusi (sumbu y) dengan nilai rata-rata jarak tanaman (sumbu x) pada seluruh segmen. Peneliti menggunakan sumbu X untuk menjelaskan variabel beban polusi CO₂ dan Y untuk menjelaskan variabel jarak penanaman antar vegetasi agar dapat dilihat nilai kedua variabel pada setiap segmen penelitian. Selanjutnya nilai jarak penanaman antar vegetasi dan beban polusi pada setiap segmen penelitian dibandingkan dengan nilai rata-rata kedua variabel yang menjadi garis pemotong diagram. Hasil perbandingan nilai tersebut akan menentukan letak setiap segmen penelitian pada kuadran-kuadran Diagram Kartesius dimana setiap kuadran menjelaskan kondisi-kondisi segmen penelitian yang berbeda. Berikut merupakan gambar konsep dan penjelasan diagram kartesius yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 3. 3 Kondisi Segmen Penelitian Berdasarkan Letaknya pada Diagram Kartesius

Berikut merupakan penjelasan kondisi-kondisi setiap kuadran dalam Diagram Kartesius pada penelitian ini :

1. Kuadran I

Kuadran III merupakan segmen penelitian dengan nilai beban polusi CO₂ berada di bawah garis pemotong diagram sedangkan nilai jarak penanaman antar vegetasi berada di kiri garis pemotong diagram. Segmen-segmen penelitian yang berada pada kuadran I memiliki nilai beban polusi CO₂ dan nilai jarak penanaman antar vegetasi di bawah rata-rata nilai keduanya pada seluruh segmen penelitian.

2. Kuadran II

Kuadran II menunjukkan perbandingan nilai variabel beban polusi CO₂ terhadap jarak penanaman antar vegetasi dengan nilai beban polusi di atas garis pemotong diagram sedangkan nilai jarak antar tanaman berada di kiri garis pemotong diagram. Hal ini mengindikasikan bahwa segmen-segmen penelitian yang berada pada kuadran II memiliki beban polusi CO₂ di atas rata-rata beban polusi CO₂ seluruh segmen penelitian dengan jarak penanaman antar vegetasi di bawah rata-rata.

3. Kuadran III

Kuadran IV menunjukkan perbandingan nilai variabel beban polusi CO₂ terhadap jarak penanaman antar vegetasi dengan nilai beban polusi di bawah garis pemotong diagram sedangkan nilai jarak penanaman antar vegetasi di kanan garis pemotong diagram. Kondisi ini menunjukkan segmen-segmen penelitian pada kuadran III memiliki beban polusi CO₂ di bawah rata-rata dengan jarak penanaman antar vegetasi di atas rata-rata nilai seluruh segmen penelitian.

4. Kuadran IV

Kuadran IV merupakan segmen penelitian dengan nilai beban polusi CO₂ berada di atas garis pemotong diagram sedangkan nilai jarak penanaman antar vegetasi berada di kanan garis pemotong diagram. Segmen-segmen penelitian yang tersebar pada kuadran IV memiliki nilai beban polusi CO₂ di atas rata-rata dengan nilai jarak penanaman antar vegetasi di atas rata-rata seluruh segmen penelitian.

Berdasarkan perhitungan diketahui bahwa nilai rata-rata beban CO₂ pada setiap segmen adalah 0.016 ton/m², sedangkan nilai rata-rata jarak antar tanaman adalah 6 m,

sehingga titik pertemuan kedua sumbu adalah pada koordinat (6,0.016). Selanjutnya titik pertemuan kedua sumbu tersebut digunakan sebagai pembentuk empat kuadran diagram kartesius. Selanjutnya nilai kinerja jalan terhadap beban polusi CO₂ pada seluruh segmen dimasukkan ke dalam diagram kartesius untuk dilihat termasuk ke dalam kuadran yang mana segmen tersebut dimana setiap kuadran mampu menjelaskan kondisi kinerja jalan setiap segmen bila dibandingkan dengan nilai rata-rata kinerja jalan seluruh segmen.

3.7.3 Analisis Tabulasi Silang Korelasi Jenis Perumahan Terhadap Beban CO₂, Kerapatan Tanaman dan Kinerja Jalur Hijau

Analisis tabulasi silang dilakukan untuk mengetahui korelasi antara variabel jenis perumahan terhadap beban CO₂, korelasi antara jenis perumahan terhadap jarak antar tanaman dan korelasi antara jenis perumahan terhadap kinerja jalan. Hal ini perlu dilakukan agar hasil analisis dapat digunakan sebagai dasar pembuatan arahan pengembangan jalur hijau pada wilayah penelitian. Untuk melakukan analisis tabulasi silang peneliti mengatur data dalam bentuk ordinal dan nominal. Berikut tabel penjelasan interval data tabulasi silang.

Tabel 3. 6 Interval Data Tabulasi Silang

Variabel	Interval		
	1	2	3
Beban polusi (ton/m ²)	0,1-0,3	0,31-0,6	0,61-0,9
Kerapatan Vegetasi (m/pohon)	>7	4-7	0-3
Jenis perumahan	kampung	campuran	Umum tertata
Kinerja jalan terhadap beban CO ₂	Sangat buruk	sesuai	Sangat baik

Sumber : Hasil analisis, 2015

3.7.4 Arahan Pengembangan Jalur Hijau di Perumahan Ketawang Gedhe

Untuk menentukan arahan pengembangan ruang terbuka hijau dilakukan dua analisis yang akan berfungsi sebagai penentu konsep arahan pengembangan yang akan dijelaskan sebagai berikut :

A. Arahan Pengaturan Kondisi Jalur Hijau

Arahan pengaturan kondisi jalur hijau terdiri dari arahan penentuan lokasi penanaman (terdiri dari variabel jalur penanaman dan peletakan tanaman) dan arahan penentuan jenis tanaman (terdiri dari variabel kelompok

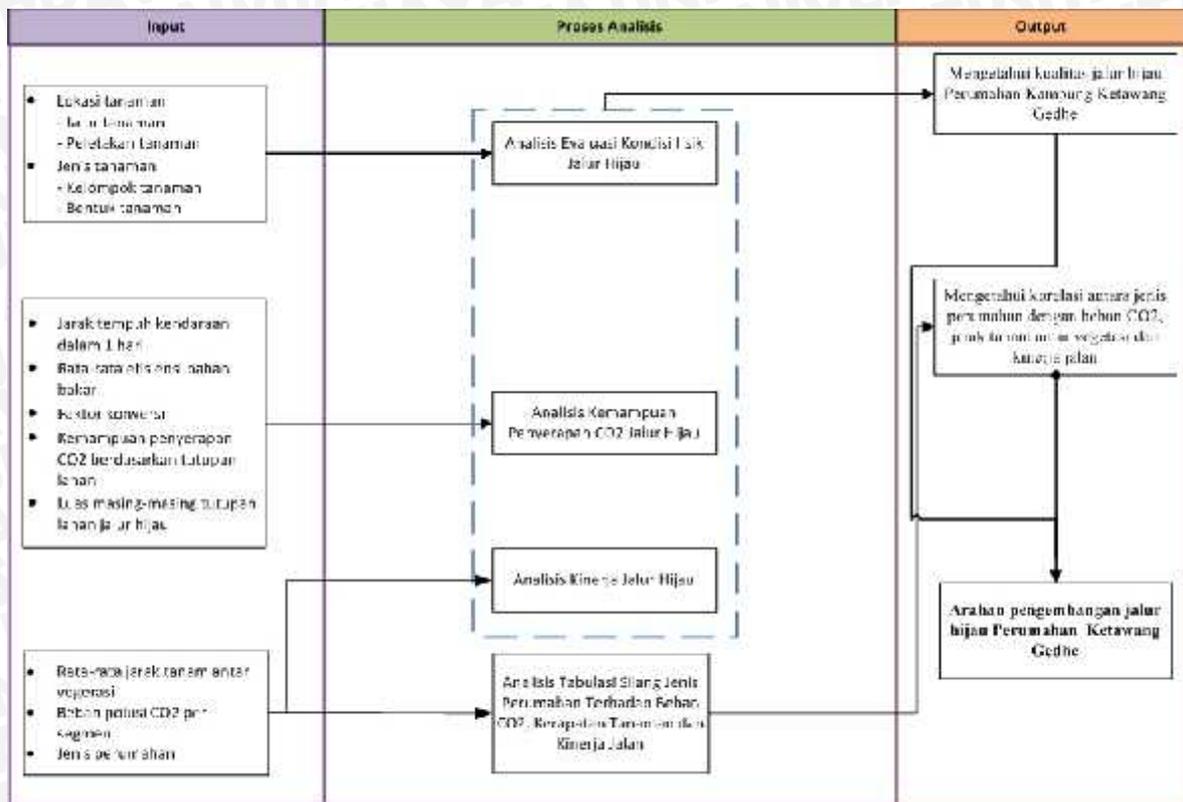
B. Arahan Pengembangan Luas Jalur Hijau

Berdasarkan hasil analisis kecukupan luas jalur hijau sebagai penyerap CO₂ dapat diketahui bahwa pada wilayah penelitian luas jalur hijau belum mencukupi bagi pemenuhan kebutuhan penyerapan CO₂.

C. Arahan Berdasarkan Analisis Korelasi dengan Tabulasi Silang

Analisis korelasi antara jenis perumahan dengan beban polusi CO₂, jarak tanam antar vegetasi dan kinerja jalur hijau akan mendukung penentuan arahan pengembangan jalur hijau pada Perumahan Ketawang Gedhe sesuai kebutuhan.

3.8 Kerangka Analisis



Gambar 3. 4 Kerangka Analisis

3.9 Implementasi Tinjauan Pustaka pada Wilayah Penelitian

Tinjauan pustaka yang dilakukan harus berdasar pada kondisi wilayah penelitian agar proses analisis mampu menghasilkan *output* yang sesuai dengan permasalahan dan kebutuhan perencanaan Jalur Hijau Perumahan Ketawang Gedhe. Pada dasarnya seluruh tinjauan pustaka dipilih berdasarkan kesesuaiannya terhadap permasalahan pada wilayah penelitian. Berikut merupakan implementasi teori-teori dalam tinjauan pustaka pada wilayah penelitian :

1. Pengkajian jenis perumahan dapat didasarkan pada RDTRK BWK Malang Utara 2012-20132 dimana perumahan pada wilayah studi dibedakan menjadi perumahan kampung, perumahan campuran dan perumahan umum tertata.
2. Berdasarkan ketentuan lokasi penanaman pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Pedoman Penanaman Pohon pada Jaringan Jalan dapat diimplementasikan dua hal pada wilayah penelitian.

Pertama penataan ulang penempatan jalur hijau dengan jarak 3 meter terhadap perkerasan jalan untuk pohon dan 0,5 meter terhadap perkerasan untuk semak/ perdu. Selanjutnya pengaturan jarak penanaman pohon dan semak/ perdu menjadi minimal 0,5 m terhadap saluran drainase untuk vegetasi dengan jarak- jarak yang masih di bawah ketentuan apabila ruang pengembangan jalur hijau masih mencukupi. Bila terdapat segmen dengan ruang pengembangan jalur hijau sudah tidak memenuhi maka perlu dilakukan inovasi, seperti pemilihan jenis tanaman khusus, penggunaan pergola dan *vertical garden* serta masih banyak inovasi lainnya.

3. Penataan ulang vegetasi penyusun jalur hijau dari renggang menjadi tidak rapat hingga rapat (kurang dari 3 meter) agar kemampuan penyerapan CO₂ pada setiap segmen dapat dimaksimalkan. Hal ini didasarkan pada ketentuan dalam DPU Direktorat Jenderal Bina Marga Tahun 1996 yang menyatakan bahwa jarak penanaman antar vegetasi penyusun jalur hijau merupakan salah satu faktor penentu kemampuan penyerapan CO₂.
4. Perhitungan jumlah bahan bakar kendaraan yang dikeluarkan kendaraan menggunakan identifikasi jenis dan ukuran silinder mesin kendaraan melalui observasi laju harian kendaraan, sehingga perhitungannya dapat dilakukan dengan lebih mudah.
5. Penggunaan perhitungan konversi yang didasarkan pada penelitian Wada (1994), Statistik Kanada (1996), Sakatteudvalg (1999), nilai jumlah CO₂ yang dihasilkan oleh oksidasi tiap jenis bahan bakar dan Silvia (2011), sehingga perhitungan jumlah CO₂ dapat dilaksanakan dengan lebih mudah dan valid.
6. Penentuan arahan pengembangan jalur hijau berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2012 yang mengatur aspek penentuan lokasi penanaman dan jenis tanaman penyusun jalur hijau pada kawasan perkotaan. Selain itu hasil penelitian Prasetyo dalam Tinambunan dapat digunakan sebagai dasar arahan penembangan jalur hijau berdasarkan jenis tutupan lahan serta luasan untuk setiap jenisnya.

