

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Transportasi

2.1.1. Pengertian Transportasi

Transportasi merupakan usaha menggerakkan suatu objek dari suatu tempat asal ke tempat tujuan dengan menggunakan alat-alat pendukung yang sesuai dengan objek, jarak, dan maksud objek. Transportasi dapat diartikan sebagai penggunaan moda transportasi yang digunakan manusia untuk melakukan pergerakan atau mobilitas dengan tujuan tertentu untuk memenuhi kebutuhan hajat hidupnya. Moda transportasi secara fisik terbagi menjadi tiga yaitu transportasi darat, transportasi air, dan transportasi udara. Transportasi dapat disebut perjalanan yaitu pergerakan satu arah dari zona asal atau tata guna lahan tertentu menuju zona tujuan atau tata guna lahan tertentu. Perjalanan terbagi menjadi dua yaitu

1. Perjalanan berbasis rumah

Perjalanan berbasis rumah merupakan perjalanan yang salah satu zona atau zona asal dan tujuannya adalah rumah. Perjalanan berbasis rumah juga dapat diartikan sebagai suatu pergerakan yang diawali dan diakhiri di rumah atau salah satunya diawali dari rumah dan diakhiri ke zona yang bukan rumah dan sebaliknya.

2. Perjalanan berbasis non rumah

Perjalanan berbasis non rumah merupakan perjalanan yang kedua zonanya yaitu zona asal dan tujuan tidak mempunyai keterkaitan dengan rumah. Perjalanan berbasis non rumah disebut sebagai perjalanan berbasis zona karena kedua zonanya bukan rumah misalnya dari sekolah ke pasar dan dari kantor ke stasiun.

Sub-sub Bab 2.1.1 ini digunakan untuk pemahanan dasar terkait gambaran wilayah studi yaitu Alun-alun Kota Batu. Alun-alun Kota Batu merupakan zona tujuan untuk kegiatan transportasi. Sedangkan zona asalnya dapat berasal dari perjalanan berbasis rumah dan non rumah.

2.1.2. Tarikan

Tarikan pergerakan merupakan suatu pembangkit lalu lintas dimana suatu perjalanan manusia menuju tempat tujuan dari tempat asal karena adanya pengaruh atau

ketertarikan ke tempat tujuan. Tarikan pergerakan adalah pergerakan ke tempat tujuan yang bukan berbasis rumah seperti tempat kerja, sekolah, tempat pendidikan, dan tempat rekreasi. Tujuan pergerakan ke tempat kerja dan sekolah merupakan hal yang dilakukan setiap hari dan menjadi suatu keharusan sedangkan tujuan pergerakan ke tempat belanja dan rekreasi merupakan suatu pilihan dan tidak dilakukan secara rutin. Hasil dari perhitungan tarikan pergerakan dapat berupa jumlah kendaraan, orang, atau angkutan barang per satuan waktu misalnya kendaraan/jam. Tarikan pergerakan dapat dipengaruhi oleh intensitas tata guna lahan yaitu semakin tinggi aktivitas suatu tata guna lahan, maka semakin tinggi pula kemampuan tata guna lahan tersebut dalam menarik pergerakan.

2.1.3. Jenis Kendaraan

Jenis kendaraan menurut dimensi terbagi menjadi lima yaitu:

1. Kendaraan ringan/kecil merupakan kendaraan yang mempunyai dua as dengan empat roda dan jarak as 2–3 meter. Kendaraan ringan/kecil yaitu mobil penumpang, mikrobus, pick-up, dan truk kecil.
2. Kendaraan sedang merupakan kendaraan yang mempunyai dua as gandar dengan jarak as 3,5–5 meter. Kendaraan sedang yaitu bus kecil, dan truk as dua dengan 6 roda.
3. Kendaraan besar/berat adalah bus besar yaitu bus dengan dua atau tiga gandar dengan jarak as 5-6 meter.
4. Truk besar adalah truk dengan tiga gandar dan truk kombinasi tiga dengan jarak gandar <3,5 meter.
5. Sepeda motor merupakan kendaraan bermotor dengan dua atau tiga roda. Sepeda motor terdiri dari sepeda motor dan kendaraan roda tiga.

Teori dalam sub-sub bab ini digunakan untuk mengetahui jenis dan pengelompokan kendaraan bermotor yang berada di wilayah studi meliputi kendaraan ringan, kendaraan sedang, kendaraan besar, truk, dan sepeda motor.

2.1.4. Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar merupakan jumlah bahan bakar yang digunakan kendaraan dalam menjalankan mesinnya sesuai dengan kapasitas isi silinder kendaraan. Konsumsi bahan bakar dapat dilihat dari jenis kendaraan, jenis bahan bakar yang digunakan dan isi silinder kendaraan. Jenis kendaraan yang memiliki isi silinder kendaraan yang besar maka konsumsi bahan bakarnya juga tinggi contohnya yaitu truk dan bus daripada jenis

kendaraan berupa sepeda motor atau mobil. Berikut tabel konsumsi bahan bakar jenis kendaraan.

Tabel 2. 1

Konsumsi Bahan Bakar untuk Jenis Kendaraan Mobil, dan Angkutan Umum

| No. | Isi Silinder Kendaraan | Merk Kendaraan | Konsumsi Bahan Bakar |
|-----|------------------------|---------------------------------|----------------------|
| 1 | 1.000 cc | Suzuki Cherry (Angkutan Umum) | 1 liter/ 12-14 km |
| 2 | 1.300 cc | Jazz, Avanza, Xenia, Juke | 1 liter/ 12-13 km |
| 3 | 1.500 cc | Daihatsu Terios, Toyota Vios | 1 liter/ 10-12 km |
| 4 | 2.000 cc | Honda CRV, Hyundai Trajet | 1 liter/ 8-9 km |
| 5 | 2.500 cc | Toyota Fortuner, Nissan X-Trail | 1 liter/7-8 km |
| 6 | 3.000 cc | Toyota Camry, Toyota Alphard | 1 liter/7-8 km |

Sumber: Sari et al (2014)

Tabel 2.1 merupakan jenis kendaraan roda empat dengan kapasitas silinder kendaraan dan jarak yang bias ditempuh kendaraan per satu liter konsumsi bahan bakar. Jenis kendaraan roda empat dengan merk kendaraan seperti Suzuki Cherry mempunyai kapasitas silinder kendaraan sebesar 1000 cc dengan konsumsi bahan bakar satu liter menempuh jarak 12-14 km. Jenis kendaraan dengan kapasitas silinder 1.300 cc seperti Honda Jazz, Avanza, Xenia, dan Juke setiap satu liter konsumsi bahan bakar menempuh jarak 12-13 km. Jenis kendaraan roda seperti Toyota Vios dan Daihatsu Terios memiliki kapasitas silinder kendaraan 1.500 cc dan konsumsi bahan bakarnya satu liter dapat menempuh jarak 10-12 km. Untuk jenis kendaraan dengan isi silinder 2.000 cc seperti Honda CRV menempuh jarak 8-9 km setiap satu liter kendaraan. Jenis kendaraan dengan isi silinder 3.000 cc dapat menempuh jarak 7-8 per satu liter bahan bakar seperti kendaraan dengan merk Toyota Camry dan Toyota Alphard.

Tabel 2. 2

Konsumsi Bahan Bakar untuk Jenis Kendaraan Sepeda Motor

| No. | Isi Silinder Kendaraan | Merk Kendaraan | Konsumsi Bahan Bakar |
|-----|------------------------|--|----------------------|
| 1 | 100 cc | Honda Supra, Honda Grand | 1 liter/ 35-40 km |
| 2 | 110 cc | Mio, Honda Revo | 1 liter/ 30-35 km |
| 3 | 125 cc | Shogun125, Suzuki Thunder | 1 liter/ 30-35 km |
| 4 | 150 cc | Yamaha Vixion, Honda Tiger Kawasaki Ninja 150 | 1 liter/ 30-35 km |
| 5 | 200 cc | Bajaj Pulsar | 1 liter/20-25 km |
| 6 | 250 cc | Ninja 250, Honda CBR | 1 liter/20-25 km |

Sumber: Sari et al (2014)

Tabel 2.2 merupakan jenis-jenis kendaraan roda dua dengan klasifikasi sesuai isi silinder kendaraan serta konsumsi bahan bakar kendaraan setiap satu liter yang mempunyai jarak tempuh dalam satuan kilometer. Jenis kendaraan dengan isi silinder kendaraan 100 cc seperti Honda Supra dan Honda Grand dalam satu liter konsumsi bahan bakar dapat menempuh jarak 35-40 km. Jenis kendaraan dengan isi silinder kendaraan 110 cc, 125 cc,

dan 150 cc seperti Mio, Honda Revo, Suzuki Thunder, Yamaha Vixion, Honda Tiger, dan Kawasaki Ninja 150 dapat menempuh jarak 30-35 km setiap konsumsi satu liter bahan bakar kendaraan. Sedangkan jenis kendaraan dengan isi silinder kendaraan 200 cc dan 250 cc seperti Ninja 250 dan Honda CBR dapat menempuh jarak 20-25 km setiap satu liter bahan bakar. Berikut konsumsi bahan bakar untuk kendaraan bus dan truk.

Tabel 2. 3

Konsumsi Bahan Bakar untuk truk/Kontainer dan Bus

| No. | Jenis Kendaraan | Konsumsi Bahan Bakar |
|-----|-----------------|----------------------|
| 1 | Truk, Kontainer | 1 liter/ 7-8 km |
| 2 | Bus | 1 liter/ 7-8 km |

Sumber: Sari et al (2014)

Tabel 2.3 merupakan konsumsi bahan bakar untuk kendaraan jenis bus, container, dan truk. Jenis kendaraan truk/kontainer dan bus dapat menempuh jarak 7-8 km setiap satu liter konsumsi bahan bakar. Jenis kendaraan tersebut sama dengan jenis kendaraan roda empat dengan kapasitas silinder kendaraan 3.000 cc.

Berdasarkan teori pada sub sub bab ini digunakan untuk klasifikasi konsumsi bahan bakar berdasarkan jenis kendaraan di wilayah studi. Nilai konsumsi bahan bakar digunakan untuk mengetahui efisiensi bahan bakar dan rata-ratanya untuk acuan dalam menghitung total konsumsi bahan bakar selama satu tahun. Tabel 2.1 digunakan untuk pembagian jenis kendaraan roda dua atau sepeda motor, Tabel 2.2 untuk jenis kendaraan roda empat atau mobil, dan Tabel 2.3 untuk jenis kendaraan berat seperti bus, truk, atau kontainer.

2.1.5. Pencemaran Udara Akibat Kendaraan Bermotor

Menurut Peraturan Menteri Indonesia Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, pencemaran udara merupakan masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/ atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Sumber pencemar adalah setiap usaha atau kegiatan yang mengeluarkan bahan pencemar ke udara yang menyebabkan udara tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Emisi merupakan zat, energi dan atau komponen yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk atau dimasukkannya ke dalam udara ambien yang mempunyai dan/ atau tidak mempunyai unsur pencemar. Sumber emisi berasal dari lima jenis yaitu

1. Sumber bergerak merupakan sumber emisi yang bergerak atau tidak tetap pada suatu tempat yang berasal dari kendaraan bermotor.

2. Sumber bergerak spesifik adalah sumber emisi yang bergerak atau tidak tetap pada suatu tempat yang berasal dari kereta api, pesawat terbang, kapal laut, dan kendaraan berat lainnya
3. Sumber tidak bergerak adalah sumber emisi yang tetap pada suatu tempat
4. Sumber tidak bergerak spesifik adalah sumber emisi yang tetap pada suatu tempat yang berasal dari kebakaran hutan dan pembakaran sampah.
5. Sumber gangguan adalah sumber pencemar yang menggunakan media udara atau padat untuk penyebarannya.

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010, kendaraan bermotor merupakan salah satu sumber pencemar udara yang berasal dari proses pembakaran bahan bakar khususnya di daerah perkotaan. Emisi gas buang yang keluar dari kendaraan bermotor pada umumnya mempunyai karakteristik bahan pencemar seperti sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), karbon monoksida (CO), partikulat debu, hidro karbon (NMHC) dan bahan-bahan organik lainnya. Selain itu gas buang sisa pembakaran bahan bakar minyak (BBM) dapat menyebabkan efek rumah kaca seperti CO₂ (karbon dioksida), metana (CH₄), dan nitrogen oksida (N₂O).

Uraian teori pada sub-sub bab diatas digunakan untuk pemahaman tentang sumber pencemaran udara dan akibat yang ditimbulkan serta penentuan jenis sumber emisi CO₂ di wilayah studi. Emisi CO₂ yang dihitung dalam penelitian ini termasuk sumber bergerak karena berasal dari kendaraan bermotor.

2.2. Jalan

2.2.1. Pengertian Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi sebagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Jalan terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu

1. Jalan umum

Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum

2. Jalan khusus

Jalan khusus adalah jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri

3. Jalan tol

Jalan tol adalah jalan umum yang meruakan sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaanya diwajibkan membayar tol (UU Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan).

2.2.2. Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan menurut sistem atau pelayanan terdiri dari dua yaitu sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder.

A. Sistem Jaringan Jalan Primer

Sistem jaringan jalan primer merupakan jalan yang menghubungkan simpul-simpul jasa distribusi dalam satu satuan wilayah pengembangan yaitu kota jenjang kesatu, kedua, ketiga, dan jenjang dibawahnya sampai persil dan antar satuan wilayah pengembangan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua. Sistem jaringan jalan primer terbagi menjadi:

1. Jalan arteri primer

Jalan arteri primer merupakan jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu yang berlokasi berdampingan atau jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua.

2. Jalan kolektor primer

Jalan kolektor merupakan jalan yang menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang kedua atau kota jenjang kesatu dengan kota jenjang ketiga atau kota jenjang kedua dengan kota jenjang ketiga.

3. Jalan lokal primer

Jalan lokal primer merupakan jalan yang menghubungkan kota jenjang ketiga dengan kota jenjang ketiga atau kota jenjang kedua dengan persil atau kota jenjang ketiga dengan persil.

B. Sistem Jaringan Jalan Sekunder

Sistem jaringan jalan sekunder merupakan jalan yang menghubungkan kawasan-kawasan fungsi yaitu fungsi primer, fungsi sekunder kesatu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga dan seterusnya sampai perumahan dalam satu wilayah perkotaan. Sistem jaringan sekunder terbagi menjadi:

1. Jalan arteri sekunder

Jalan arteri sekunder merupakan jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan sekunder kesatu atau kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.

2. Jalan kolektor sekunder

Jalan kolektor sekunder merupakan jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.

3. Jalan lokal sekunder

Jalan lokal sekunder merupakan jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan atau kawasan sekunder kedua dengan perumahan atau kawasan sekunder ketiga dengan perumahan.

Klasifikasi jalan menurut peranan atau fungsinya terbagi menjadi tiga yaitu

1. Jalan arteri merupakan jalan yang melayani fungsi angkutan jarak jauh dengan kecepatan rata-rata tinggi dengan jumlah persimpangan atau jalan masuk sebidang atau ditiadakan
2. Jalan kolektor merupakan jalan yang melayani angkutan jarak sedang dengan kecepatan rata-rata sedang dengan jumlah persimpangan atau jalan masuk yang masih dibatasi.
3. Jalan lokal merupakan jalan yang melayani angkutan jarak dekat dengan kecepatan rata-rata rendah dengan jumlah persimpangan sebidang atau jalan masuk tidak dibatasi.

Menurut Undang-undang Nomor 38 Tahun 2004, jalan memiliki bagian-bagian jalan yaitu

1. Ruang manfaat jalan (rumaja) adalah suatu ruang yang dimanfaatkan untuk konstruksi jalan dan terdiri atas badan jalan, saluran tepi jalan, erta ambang pengamannya. Badan jalan meliputi jalur lalu lintas dengan atau tanpa pemisah dan bahu jalan, termasuk jalur pejalan kaki.
2. Ruang milik jalan (rumija) adalah sejalur tanah tertentu di luar ruang manfaat jalan yang masih menjadi bagian dari ruang milik jalan yang dibatasi oleh tanda batas ruang milik jalan.
3. Ruang pengawasan jalan (ruwasja) adalah ruang tertentu yang terletak di luar milik jalan yang penggunaannya diawasi oleh penyelenggara jalan agar tidak mengganggu pandangan pegemudi, kontruksi bangunan jalan apabila ruang milik jalan tidak cukup luas, dan tidak mengganggu fungsi jalan.

Uraian pada sub bab 2.2 digunakan untuk mengetahui gambaran umum wilayah studi yang berkaitan dengan klasifikasi jalan. Klasifikasi jalan mencakup lebar dan panjang

jalan. Panjang jalan merupakan salah satu komponen yang digunakan untuk mengukur panjang perjalanan kendaraan dalam analisis jejak transportasi.

2.3. Emisi CO₂

Emisi CO₂ merupakan salah satu emisi karbon. Emisi karbon merupakan jumlah total gas karbondioksida yang dihasilkan dari kegiatan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Emisi CO₂ merupakan salah satu gas rumah kaca yang dapat menimbulkan pemanasan global. GRK merupakan gas yang bersifat efek rumah kaca yaitu memantulkan kembali radiasi dari bumi dan kembali ke bumi. GRK sebenarnya berguna untuk memelihara suhu di bumi agar tetap hangat dan memungkinkan berbagai organisme untuk tetap hidup. Apabila GRK ini terlalu banyak maka suhu bumi tinggi yang dapat menyebabkan pemanasan global. Pemanasan global merupakan salah satu indikasi dari perubahan iklim yang diindikasikan dengan bergesernya musim hujan dan kemarau, perubahan curah hujan, dan perubahan suhu untuk beberapa periode 30 tahunan (Samiaji, 2011)

Berdasarkan Data Inventory Emisi GRK Sektor Energi (2016), konsumsi energi terbesar berasal dari kegiatan transportasi, industri, dan rumah tangga. Penggunaan energi dengan bahan bakar fosil menghasilkan gas buang CO₂ yang merupakan salah satu gas rumah kaca. Emisi CO₂ secara umum dinyatakan dalam satuan setara ton.

Tabel 2. 4

Emisi Faktor Bahan Bakar dalam Perhitungan Emisi CO₂

| No | Jenis Bahan Bakar | Emisi CO ₂ | Unit |
|----|-------------------------------|-----------------------|----------|
| 1 | <i>Gasoline Fuel</i> (bensin) | 2,31 | Kg/Liter |
| 2 | <i>Diesel Fuel</i> (solar) | 2,68 | Kg/Liter |
| 3 | <i>LPG fuel</i> | 1,51 | Kg/Liter |

Sumber: Andriono et al (2013)

Tabel 2.4 merupakan besaran emisi faktor dengan satuan kg/liter dimana setiap satu liter bahan bakar mengeluarkan jumlah emisi CO₂ yang berbeda. Emisi faktor ini diklasifikasikan berdasarkan bahan bakar kendaraan yaitu untuk jenis kendaraan dengan bahan bakar bensin mempunyai emisi faktor 2,31 kg/liter dan untuk kendaraan bahan bakar solar menggunakan emisi faktor 2,68 kg/liter.

Pada penelitian ini, emisi faktor digunakan sebagai faktor konversi untuk menghitung jumlah emisi CO₂ dari kendaraan bermotor di wilayah studi. Faktor konversi yang digunakan adalah emisi faktor dari kendaraan bermotor berbahan bakar bensin dan berbahan bakar solar.

2.4. Pengertian Ecological Footprint

Jejak Ekologis atau *Ecological Footprint* merupakan suatu cara mengukur gambaran pengaruh manusia terhadap alam dan lingkungan. Analisis ekologis ini dengan cara membandingkan gaya hidup dan konsumsi manusia dalam menggunakan sumber daya yang dibebankan pada daya dukung ekologis bumi (*biocapacity*). Jejak ekologis pertama kali diperkenalkan oleh William Rees pada tahun 1992. William Rees merupakan guru besar ekologi yang berasal dari Kanada di *University of British Columbia*.

Jejak ekologis adalah luas lahan produktif dan air yang dibutuhkan secara terus menerus untuk menghasilkan sumber daya yang dikonsumsi dan untuk mengasimilasi limbah yang dihasilkan oleh populasi tertentu, dimanapun bumi berada (Rees, 1996)

Beban manusia terhadap alam dapat dinilai atau dikonversi dengan luasan lahan daerah (tanah dan perairan) yang dibutuhkan untuk menunjang kebutuhan hidup manusia dan dihitung berdasarkan satuan global hektar (gha). Luasan dalam gha untuk menggambarkan sumber daya yang diperlukan untuk hidup dan menyerap berbagai limbah yang dihasilkan dalam kehidupan sehari-hari. Pendekatan jejak ekologis ini merupakan cara mendorong manusia dalam mengubah gaya hidup menjadi lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Teori pada sub 2.4 digunakan sebagai dasar pemahaman tentang jejak ekologis. Jejak ekologis dalam penelitian ini terkait tentang penggunaan sumber daya yang dikonsumsi manusia sebagai penunjang kebutuhan hidup. Jenis penggunaan sumber daya berupa konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor yang berasal dari bahan bakar fosil sebagai sumber energi.

2.5. Perhitungan Ecological Footprint

Menurut Wackernagel dan Rees (1996), analisis tapak ekologis adalah alat akuntansi yang memungkinkan kita untuk memperkirakan kebutuhan konsumsi dan persyaratan asimilasi limbah dari populasi manusia atau ekonomi tertentu dalam hal area lahan produktif yang sesuai. Menurut Rees (1996), jejak ekologi penduduk dihitung dengan menentukan berapa banyak lahan dan air yang dibutuhkan untuk memproduksi semua barang yang dikonsumsi dan untuk mengasimilasi semua limbah yang dihasilkan oleh populasi.

Ecological Footprint mengukur penggunaan sumberdaya alam dalam hubungan seberapa banyak lahan dan perairan produktif yang diperlukan untuk menyangga suatu tingkat konsumsi tertentu. *Demand* (Permintaan) tersebut dapat dibandingkan terhadap luas

lahan dan perairan yang tersedia sebagai *Supply* (Ketersediaan) atau *Biocapacity* untuk mendapatkan suatu ukuran kemampuan daya dukung lingkungan. Jika Permintaan melebihi Ketersediaan, maka hal ini menunjukkan bahwa hasil pengukuran tingkat konsumsi tersebut tidak dapat disangga oleh lingkungan hidup (*not environmentally sustainable*) dalam jangka panjang atau juga sering disebut dengan *Ecological Deficit* (Wackernagel, 1996).

Menurut Wackemagel (1996), dalam untuk menghitung *Ecological Footprint*, area dan perairan produktif dibagi kedalam kategori empat tipe dasar, yaitu:

1. Lahan Bioproduktif merupakan lahan yang digunakan untuk memproduksi hasil pertanian, perkebunan, peternakan (penggembalaan), hutan, dan sebagainya. Fungsi lahan-lahan ini umumnya dihitung terpisah.
2. Perairan Bioproduktif merupakan perairan yang diambil ikan dan makanan lautnya.
3. Lahan Energi merupakan area hutan ideal yang dibutuhkan untuk penyerapan emisi karbon untuk menstabilkan tingkat CO₂ di atmosfer.
4. Lahan Terbangun merupakan area yang digunakan oleh infrastruktur, seperti bangunan dan jalan. Sekali di fungsikan, lahan tersebut tidak lagi produktif pada tahun tersebut.

Untuk dapat membandingkan antara wilayah dengan kemampuan bio produktif, *Ecological Footprint* dinyatakan dalam global hectares (gha) (Wackernagel, 1996). Suatu global hektar eekuivalen dengan satu hektar dari area produktif secara hayati dengan produktifitas rata-rata dunia. *Ecological Footprint* dirancang dalam upaya merekam dampak siklus kehidupan keseluruhan dari suatu populasi, wilayah, sektor, produk atau aktifitas tertentu yang ditunjukkan dalam kaitannya dengan kegunaan dan kemampuan hayati terutama bumi. Sumber daya dalam hal ini dapat berasal dari manapun yaitu berasal dari lokal maupun non lokal. Penggunaan energi yang diperoleh dari bahan bakar fosil pada umumnya bahan bakar fosil dihitung dalam kaitan dengan emisi gas karbon dioksida meskipun memungkinkan juga untuk menilai *Ecological Footprint* dari penggunaan energi dalam kaitan dengan lahan yang diperlukan untuk menghasilkan alternatif bakar hayati secara sustain (Wackernagel, 1996).

Jenis *Ecological Footprint* pada penelitian ini yang digunakan atau yang diteliti yaitu berupa *footprint* atau jejak yang dihasilkan pada kegiatan transportasi yang disebut *carbon up take land* yang menggunakan perhitungan konsumsi bahan bakar fosil untuk

menghitung jumlah kebutuhan lahan dalam menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan dari bahan bakar kendaraan tersebut.

2.6. Jejak Ekologis Transportasi

Jejak ekologis transportasi merupakan bagian dari analisa jejak ekologis. Jejak karbon transportasi mereduksi salah satu komponen dari jejak ekologis secara umum yaitu *carbone up take land* yang menggunakan perhitungan konsumsi bahan bakar fosil untuk menghitung kebutuhan lahan dalam menyerap emisi CO₂. Emisi tersebut akan dikonversikan ke dalam jumlah lahan hijau (hektar) melalui tiga tahap (Chi dan Brian, 2005).

Dengan bantuan menggunakan Sistem Informasi dan Geografis (SIG), dimungkinkan dapat menghitung baik luas lahan fisik yang ditempati oleh jaringan jalan raya, serta area lahan hipotetis yang diperlukan untuk menyerap karbon dioksida yang dipancarkan melalui pembangunan, pemeliharaan, dan penggunaan (pengangkutan kendaraan) sistem transportasi. Sedangkan pendekatan asimilasi CO₂ yaitu menghitung luas lahan yang dibutuhkan untuk menyerap atau menyerap CO₂ yang dipancarkan dari pembakaran bahan bakar fosil. Diperkirakan bahwa satu hektar hutan dapat menyerap setiap tahun CO₂ yang dihasilkan oleh konsumsi 100 gigajoule bahan bakar fosil (Wada, 1994). Untuk menghitung tersebut maka jejak ekologis transportasi terdapat tiga poin tahapan yaitu

1. Pertama, memperkirakan tapak atau jejak fisik jaringan jalan berdasarkan luas permukaan jalan raya paving. Perhitungan luasan tiap ruas-ruas jalan yang dilalui oleh kendaraan bermotor dengan cara mengalikan panjang dan lebar jalan.
2. Kedua, memperkirakan jejak energi jaringan jalan berdasarkan luas lahan hutan yang dibutuhkan untuk menyerap emisi karbon yang dihasilkan melalui perjalanan jaringan selama satu tahun. Perhitungan jejak energi merupakan perkiraan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh penggunaan fasilitas dan kemudian mengkonversi angka areal hutan dengan menggunakan konversi CO₂ rasio. Emisi CO₂ kendaraan adalah produk dari jumlah panjang perjalanan per tahun dan rata-rata efisiensi bahan bakar kendaraan. Bahan bakar yang dikonsumsi melalui perjalanan kendaraan sepanjang energi yang dikonsumsi dalam proses pembangunan jaringan dan pemeliharaan jalan tahunan diperhitungkan dalam jejak ekologis transportasi. Menurut Wackernagel dan

Rees (1996), secara tidak langsung jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan dari konstruksi dan perawatan jaringan jalan ekuivalen dengan 45% dari bahan bakar yang dikonsumsi yang setara dengan 1,45 (Chi dan Brian, 2005).

3. Ketiga, menggabungkan luas lahan jejak fisik dan energi untuk mendapatkan perkiraan total jejak transportasi.

Uraian teori-teori 2.4 sampai 2.6 pada bab ini digunakan untuk menentukan gambaran umum terkait analisis yang akan digunakan. Analisis yang akan digunakan adalah analisis tentang jejak ekologis transportasi. Jejak ekologis transportasi yang terdiri dari tahap-tahapan. Salah satunya adalah jejak secara energi sedangkan untuk tahap jejak secara fisik tidak digunakan dalam penelitian ini.

2.7. Jejak Karbon

Jejak karbon merupakan suatu cara untuk mengetahui jumlah gas karbondioksida dari suatu akibat pembakaran bahan bakar fosil. Jumlah gas karbondioksida pada jejak karbon ditunjukkan dengan satuan ton selama kurun waktu satu tahun. Jejak karbon juga merupakan suatu jejak ekologis karena pengukuran jejak karbon dapat mengetahui jumlah sumber daya yang digunakan seseorang, kelompok atau suatu perusahaan untuk mempertimbangkan cara berperilaku supaya lebih tidak bersifat konsumif. Jejak karbon juga dapat mengetahui kebutuhan ruang hijau atau hutan yang digunakan sebagai pengikat gas karbon dioksida yang dikeluarkan akibat penggunaan bahan bakar fosil. Pengukuran gas karbon terdapat beberapa cara salah satunya dengan standar perjalanan dengan menggunakan kendaraan seperti mobil atau motor (Mangunjaya, 2008).

Carbon Footprint atau jejak karbon adalah jumlah total dari hasil emisi karbon dioksida secara langsung maupun tidak langsung dan merupakan akumulasi dari penggunaan produk dalam kehidupan sehari. Jejak karbon dapat mencakup dari aktivitas individu, kelompok, pemerintah, perusahaan, organisasi, proses, sektor industri, dan lain sebagainya. Aktivitas yang dimaksud berasal dari kegiatan atau kehidupan sehari-hari melalui pembakaran bahan bakar fosil untuk sumber energi dari listrik, pemanasan, transportasi, dan lain sebagainya. Total jumlah jejak karbon dinyatakan dengan satuan ton atau kilogram (Wiedmann & Maxx, 2008).

Berdasarkan uraian diatas, jenis jejak karbon yang digunakan dalam penelitian ini adalah jejak karbon yang dihasilkan dari kegiatan transportasi berupa total emisi CO₂ yang bersumber dari gas sisa buang dari kendaraan bermotor.

2.8. Ruang Terbuka Hijau (RTH)

Ruang terbuka hijau merupakan area memanjang atau alur dan atau mengelompok yang penggunaannya bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam.

2.8.1. Jenis RTH

Ruang terbuka hijau terbagi menjadi dua yaitu ruang terbuka hijau privat dan ruang terbuka hijau publik.

1. Ruang terbuka hijau privat adalah RTH milik institusi tertentu atau orang perseorangan yang pemanfaatannya untuk kalangan terbatas antara lain berupa kebun atau halaman rumah/gedung milik masyarakat/ swasta yang ditanami tumbuhan.
2. Ruang terbuka hijau publik adalah RTH yang dimiliki dan dikelola oleh pemerintah daerah kota/kabupaten yang digunakan untuk kepentingan masyarakat secara umum. (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05/PRT/M/2008)

2.8.2. Fungsi dan Manfaat RTH

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05 Tahun 2008, manfaat RTH terdiri dari manfaat secara langsung dan manfaat tidak langsung.

1. Manfaat secara langsung (dalam pengertian bersifat *tangible*), yaitu membentuk keindahan dan kenyamanan (teduh, segar, sejuk), dan mendapatkan bahan-bahan untuk dijual (kayu, daun, buah, bunga)
2. Manfaat tidak langsung (berjangka panjang dan bersifat *intangible*), yaitu pembersih udara yang sangat efektif, pemeliharaan atas kelangsungan persediaan air tanah, pelestarian fungsi lingkungan beserta segala isi flora dan fauna yang ada (konservasi hayati atau keanekaragaman hayati).

Menurut Miranto (2016), alun-alun sebagai elemen sebuah kota yang merupakan ruang terbuka yang dapat dimanfaatkan oleh siapa saja, kapan saja, dan sebagai tempat berbagai macam kegiatan berlangsung. Secara fungsi ekologis, alun-alun mempunyai beberapa fungsi yaitu

1. Fungsi Hidrologis

Alun-alun sebagai fungsi hidrologis berhubungan dengan kemampuan sebagai daerah penampungan air hujan ke dalam tanah. Fungsi ini berkaitan dengan jumlah dan jenis pohon yang terdapat pada kawasan tersebut. Tumbuhan dengan sistem perakaran yang dimilikinya mampu menyerap dan menyimpan air. Air dalam tanah

ini dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup sebagai cadangan air di musim kemarau atau mencegah terjadinya banjir.

2. Fungsi Orologis

Fungsi orologis berhubungan dengan kemampuan tumbuhan yang ditanam di sekitar alun-alun untuk mencegah erosi. Fungsi ini berhubungan dengan kemampuan akar pohon dalam mencegah erosi dan pengikisan tanah yang disebabkan oleh air dan angin. Banjir terjadi karena jumlah air hujan lebih besar dari kemampuan tanah menyerap air dan tidak tersedia alur cekungan yang membawa air tersebut bergerak ke tempat lain sehingga terjadi genangan di permukaan tanah. Keberadaan alun-alun adalah untuk menjamin tersedianya ruang yang cukup untuk kelestarian hidrologis dan kawasan pengendalian air larian.

3. Fungsi Klimatologis

Alun-alun dengan jenis tanamannya memiliki peran penting dalam ekosistem kota. Alun-alun menjadi penyejuk di tengah panasnya perkotaan. Keberadaan tumbuhan di alun-alun dengan pohon-pohon menjadi penyeimbang ekosistem bagi lingkungan. Fungsi pohon-pohon tersebut sebagai tanaman hijau yang diperlukan untuk menyaring polusi yang dihasilkan kendaraan bermotor. Keberadaan pohon-pohon tersebut akan menyerap gas karbondioksida (CO_2) dan juga akan menghasilkan gas oksigen (O_2) melalui proses fotosintesis. Proses fotosintesis tersebut akan meningkatkan kualitas udara dan dapat mencegah dampak pemanasan global serta memperlancar proses terjadinya daur hidrologi.

4. Fungsi Reduksi

Asap kendaraan bermotor membawa unsur-unsur pencemaran udara seperti karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO) dari hasil pembakaran bahan bakar yang digunakan. Pohon di sekeliling alun-alun memiliki fungsi secara terus menerus dalam menyerap dan mengolah gas karbondioksida (CO_2), sulfur oksida (SO_2), ozon (O_3), nitrogen oksida (NO_2), karbon monoksida (CO), dan timbal (Pb). Pohon juga mampu menyerap CO_2 hasil pernapasan. Sebagai ilustrasi bahwa setiap jam, satu hektar daun-daun hijau dapat menyerap delapan kg CO_2 yang setara dengan jumlah CO_2 yang dihembuskan oleh napas manusia sebanyak 200 orang dalam waktu yang sama. Dengan metabolisme oleh tanaman sehingga akan menghasilkan gas O_2 . Dengan tereduksinya polutan di udara, masyarakat kota akan terhindar dari resiko penyakit yang bersumber dari pencemaran lingkungan.

5. Fungsi Edaphis

Fungsi edaphis berkaitan dengan kemampuan tumbuhan sebagai tempat hidup, tempat tinggal, tempat berkembang biak, dan tempat mencari makan bagi berbagai spesies hewan. Selain sebagai tempat tinggal bagi hewan, tumbuhan-tumbuhan di alun-alun juga sebagai pemasok dan penyedia makanan. Semua hewan dan tumbuhan di alun-alun saling melengkapi sehingga kehidupan seimbang.

6. Fungsi Estetis

Fungsi estetis yaitu keberadaan alun-alun mampu mempercantik suatu kawasan atau tempat.

7. Fungsi Protektif

Fungsi protektif berarti alun-alun dapat memberi perlindungan bagi seluruh komponen ekosistem, salah satunya sebagai proteksi dari bencana banjir dan kekeringan.

8. Fungsi Higienis

Fungsi higienis berarti keberadaan alun-alun dengan berbagai tumbuhannya dapat menjadi penyaring udara yang dapat menyerap karbondioksida (CO_2) dan mengeluarkan oksigen (O_2) serta mempunyai kemampuan dalam menyerap berbagai racun di udara. Fungsi yang tidak tergantikan oleh komponen lain adalah sebagai penyedia oksigen bagi kehidupan manusia. Setiap satu ketar RTH diperkirakan mampu menghasilkan 0,6 ton oksigen yang dapat dikonsumsi 1.500 penduduk per hari.

9. Fungsi Edukatif

Fungsi edukatif menunjukkan bahwa tumbuhan yang ditanam mampu menjadi laboratorium alam yang dapat digunakan sebagai media belajar dan penelitian bagi siswa dan mahasiswa.

10. Fungsi Rekreatif

Alun-alun dengan segala fasilitas pendukungnya akan menjadi daya tarik sendiri yang dapat dimanfaatkan sebagai tempat rekreasi dan hiburan. Banyak pelajar dan orang dari wilayah tersebut atau dari wilayah lain yang sengaja mendatangi alun-alun sebuah kota untuk kegiatan rekreasi.

Dalam sub bab ini, teori-teori tersebut digunakan untuk mengetahui gambaran umum lokasi wilayah studi terkait tentang jenis ruang terbuka hijau maupun manfaat atau fungsinya. Fungsi alun-alun yang dijadikan acuan adalah sebagai fungsi reduksi yaitu

keberadaan pohon-pohon di alun-alun digunakan untuk mengurangi jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan melalui penyerapan karbon.

2.9. Vegetasi dan Kemampuan Daya Serap

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008, vegetasi atau tumbuhan adalah keseluruhan tetumbuhan dari suatu kawasan baik yang berasal dari kawasan itu atau didatangkan dari luar meliputi pohon, perdu, semak, dan rumput. Pohon merupakan semua tumbuhan berbatang pokok tunggal berkelas. Sedangkan perdu adalah tumbuhan berkayu dengan percabangan mulai dari pangkal batang dan memiliki lebih dari satu batang utama. Semak adalah tumbuhan berbatang hijau serta tidak berkayu.

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008, jenis pohon terbagi menjadi tiga yaitu

1. Pohon kecil adalah pohon yang memiliki ketinggian sampai 7 meter
2. Pohon sedang adalah pohon yang memiliki ketinggian dewasa 7-12 meter
3. Pohon besar adalah pohon yang memiliki ketinggian dewasa lebih dari 12 meter

A. Kemampuan Daya Serap Vegetasi

Kemampuan daya serap vegetasi sebagai upaya daya serap CO₂ berdasarkan pada per jenis pohon dan jenis vegetasi/tutupan vegetasi. Menurut Peraturan Menteri PU Nomor 5 Tahun 2012 tentang pedoman penanaman pohon pada sistem jaringan jalan, penggolongan diameter tajuk pohon terbagi menjadi empat yaitu

1. Pohon besar mempunyai diameter 10-15 m²
2. Pohon sedang mempunyai diameter 6 m²
3. Pohon kecil mempunyai diameter 4,5 m²
4. Semak/perdu mempunyai diameter 1,5 m²

Menurut Suryaningsih et al (2014), perhitungan daya serap ruang terbuka hijau dihitung dengan menggunakan pendekatan jumlah pohon dan daya serap tiap jenis pohon yaitu perkalian antara jumlah pohon dan daya serap tiap jenis pohon dengan satuan kilogram per tahun (kg/tahun). Sedangkan menurut Anggoro & Alia (2014), kemampuan daya serap pohon dalam satuan kilogram per tahun (kg/tahun) dihitung dengan cara daya serap pohon terhadap gas CO₂ dalam satuan kilogram per hektar per hari (kg/ha/hari) dikalikan dengan jumlah pohon dan diameter tajuknya dalam satuan hektar (ha).

Sebuah pengukuran yang lebih lengkap mengenai serapan CO₂ dari berbagai vegetasi yang ditemukan di Indonesia dikemukakan oleh Endes Dahlan, peneliti dari ITB

dan dipublikasikan dalam majalah Trubus (2008). Hasil penelitian Endes Dahlan menyebutkan 31 jenis pohon dengan variasi serapan CO₂ antara 28 kg/tahun hingga 0,2 kg/tahun. Pohon Trembesi memiliki kemampuan serap yang terbesar yaitu 28.338 kgCO₂/tahun (Ali, 2012). Berikut Tabel 2.5 kemampuan vegetasi dalam menyerap CO₂.

Tabel 2. 5

Kemampuan Vegetasi Serap CO₂

| No. | Nama Lokal (<i>Local Name</i>) | Nama Latin (<i>Latin</i>) | Penyerapan CO ₂ (kg/pohon/tahun) [CO ₂ sequestration (kg/tree/year)] |
|-----|----------------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 | Trembesi | <i>Samanea saman</i> | 28.448,39 |
| 2 | Cassia | <i>Cassia sp</i> | 5.295,47 |
| 3 | Kenanga | <i>Canarium odoratum</i> | 756,59 |
| 4 | Pingku | <i>Dysoxylum excelsum</i> | 720,49 |
| 5 | Beringin | <i>Ficus benjamina</i> | 535,90 |
| 6 | Krey Payung | <i>Felicium decipiens</i> | 404,83 |
| 7 | Matoa | <i>Pornetia pinnata</i> | 329,76 |
| 8 | Mahoni | <i>Swettiana mahagoni</i> | 295,73 |
| 9 | Saga | <i>Adenanthera pavoniana</i> | 221,18 |
| 10 | Bungkur | <i>Lagerstroema speciosa</i> | 160,14 |
| 11 | Jati | <i>Tectona grandis</i> | 135,27 |
| 12 | Nangka | <i>Anthrocarpus heterophyllus</i> | 126,51 |
| 13 | Johar | <i>Cassia grandis</i> | 116,25 |
| 14 | Sirsak | <i>Annona muricata</i> | 75,29 |
| 15 | Puspa | <i>Schima waliichii</i> | 63,31 |
| 16 | Akasia | <i>Acacia auriculiformis</i> | 48,68 |
| 17 | Flamboyan | <i>Delonix regia</i> | 42,20 |
| 18 | Sawo kecil | <i>MANikari kauki</i> | 36,19 |
| 19 | Tanjung | <i>Mimusops elengi</i> | 34,29 |
| 20 | Bunga merak | <i>Caesalpinia pulcherrina</i> | 30,95 |
| 21 | Sempur | <i>Dilema retusa</i> | 24,24 |
| 22 | Khaya | <i>Khaya anthotheca</i> | 21,90 |
| 23 | Merbabu pantai | <i>Intsia bijuga</i> | 19,25 |
| 24 | Akasia | <i>Acacia mangium</i> | 15,19 |
| 25 | Angsana | <i>Pterocarpus indicus</i> | 11,12 |
| 26 | Asam Kranji | <i>Pithecelobium dulce</i> | 8,48 |
| 27 | Saputangan | <i>Manitoo grandiflora</i> | 8,26 |
| 28 | Dadap merah | <i>Erythrina cristagalli</i> | 4,55 |
| 29 | Rambutan | <i>Nephelium lappaceum</i> | 2,19 |
| 30 | Asam | <i>Tamarindus indica</i> | 1,46 |
| 31 | Kempes | <i>Coompasia excelsa</i> | 0,20 |

Sumber: Dahlan (2007) dalam Ali (2012)

Tabel 2.5 adalah kemampuan daya serap terhadap emisi CO₂ dari masing-masing tiap jenis pohon. Jenis pohon yang paling tinggi adalah jenis pohon trembesi sebesar 28.448,39 kg/pohon/tahun. Daya serap pohon tertinggi kedua adalah jenis pohon Cassia yang mampu menyerap emisi CO₂ sebanyak 5.295,27 kg/pohon/tahun. Sedangkan jenis pohon yang memiliki daya serap kecil adalah jenis pohon kempas, pohon asam, dan pohon rambutan. Pohon kempas paling kecil kemampuan daya serapnya yaitu 0,20 kg/pohon/tahun. Sedangkan untuk jenis pohon asam memiliki daya serap 1,49 kg/pohon/tahun dan pohon rambutan sebanyak 2,19 kg/pohon/tahun.

Tabel 2. 6

Nama Vegetasi dan Daya Serap CO₂

| No. | Nama Indonesia | Nama Latin/Ilmiah | Daya Serap CO ₂ (kg/tahun) |
|-----|----------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Trembesi | <i>Samanea saman</i> | 28.448,39 |
| 2 | Bintaro | <i>Carbera sp</i> | 4.509,00 |
| 3 | Glodongan | <i>Polythea longifolia</i> | 1.016,42 |
| 4 | Sukun | <i>Artocarpus communis</i> | 815,19 |
| 5 | Akasia | <i>Accacia mangium</i> | 815,19 |
| 6 | Beringin | <i>Ficus Benyamina</i> | 539,90 |
| 7 | Tabebuia | <i>Tabebuia rosea</i> | 520,00 |
| 8 | Mangga | <i>Mangivera indica</i> | 445,11 |
| 9 | Krey Payung | <i>Fellicium decipiens</i> | 404,83 |
| 10 | Mahoni | <i>Swettiana mahogany</i> | 295,73 |
| 11 | Jambu | <i>Psidium guajava</i> | 250,00 |
| 12 | Kamboja | <i>Plumeria acuminata</i> | 220,00 |
| 13 | Jati | <i>Tectona grandis</i> | 135,27 |
| 14 | Nangka | <i>Artocarpus heterophylus</i> | 126,51 |
| 15 | Jati | <i>Tectona grandis</i> | 116,25 |
| 16 | Cemara | <i>Casuarinaceae</i> | 60,00 |
| 17 | Palem | <i>Arecaceae</i> | 52,52 |
| 18 | Flamboyan | <i>Delonic regia</i> | 42,20 |
| 19 | Tanjung | <i>Mimusops elengi</i> | 34,29 |
| 20 | Angsana | <i>Pterocarpus indicus</i> | 11,12 |

Sumber: Dahlan (2007); Prasetyo et al (2002); Septian (2014); Ardansyah (2009); Wibowo dan Samsuodin (2012) dalam Suryaningsih et al (2014)

Tabel 2.6 juga merupakan kemampuan daya serap terhadap emisi CO₂ dari berbagai jenis pohon. Jenis pohon yang tertinggi daya serapnya adalah trembesi sebanyak 28.448,39 kg/pohon/tahun. Jenis pohon yang juga memiliki daya serap tinggi adalah pohon bintaro dan pohon glodongan. Daya serap pohon bintaro sebanyak 4.059,00 kg/pohon/tahun dan pohon glodongan sebanyak 1.016,42 kg/pohon/tahun. Untuk jenis pohon yang daya serapnya sekitar mencapai angka 900 kg/pohon/tahun adalah pohon akasia yaitu 815,19 kg/pohon/tahun. Sedangkan jenis pohon yang daya serapnya lebih kecil yaitu pohon angsana dan pohon tanjung. Daya serap pohon angsana paling kecil yaitu 11,12 kg/pohon/tahun sedangkan pohon tanjung sebanyak 34,29 kg/pohon/tahun. Berikut daya serap selain dari jenis pohon.

Tabel 2. 7

Daya Serap Gas CO₂ Berbagai Tipe Penutup Vegetasi

| No. | Tipe Tutupan | Daya serap gas CO ₂ (kg/ha/hari) | Daya Serap CO ₂ (ton/ha/tahun) |
|-----|---------------|---|---|
| 1. | Pohon | 1.559,10 | 569,07 |
| 2. | Semak belukar | 150,68 | 55,00 |
| 3. | Padang rumput | 32,88 | 12,00 |
| 4. | Sawah | 32,88 | 12,00 |

Sumber: Prasetyo et al (2002) (dalam penelitian Driananta Pradiptiyas et al)

Tabel 2. 8

Daya Serap CO₂ menurut Jenis Vegetasi

| Jenis Vegetasi | Daya Serap CO ₂ | |
|----------------|----------------------------|--------------|
| | Kg/ha/jam | Ton/ha/tahun |
| Pohon | 129,92 | 569,07 |
| Semak | 12,56 | 55 |
| Padang rumput | 2,74 | 12 |
| Sawah | 2,74 | 12 |

Sumber: Andriono et al (2013)

Tabel 2.7 dan Tabel 2.8 merupakan kemampuan daya serap vegetasi terhadap gas CO₂ yang terbagi menjadi empat yaitu pohon, semak, padang rumput, dan sawah. Kemampuan daya serap tersebut berbeda dengan tabel sebelumnya. Kemampuan daya serap CO₂ dengan satuan kg/ha/hari aatau ton/ha/tahun. Kemampuan daya serap paling tinggi yaitu pohon sebesar 1.559,10 kg/ha/hari atau 569,07 ton/ha/tahun. Sedangkan untuk padang rumput dan sawah mempunyai kemampuan daya serap yang sama yaitu 32,88 kg/ha/hari atau 12,00 ton/ha/hari.

B. Produksi Oksigen Pohon

Tanaman membutuhkan gas CO₂ untuk pertumbuhannya. Peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer dapat merangsang proses fotosintesis. Fotosintesis dapat terjadi pada semua tumbuhan yang memiliki zat warna. Secara umum fotosintesis merupakan pengikatan gas karbon dioksida (CO₂) dari udara dan molekul air (H₂O) dari tanah dengan bantuan energi cahaya matahari atau energi foton cahaya (48 hv) yang menghasilkan gula heksosa (C₆H₁₂O₆) dan gas oksigen (O₂). Berikut persamaan dari fotosintesis.



Pohon sebagai tanaman dapat memproduksi oksigen melalui fotosintesis. Produksi oksigen bersih oleh pohon didasarkan pada jumlah produksi oksigen selama fotosintesis dikurangi jumlah oksigen yang dikonsumsi selama respirasi tanaman (Salisbury&Ross, 1978 dalam Nowak, et al, 2007). Apabila pengambilan karbon dioksida (CO₂) selama fotosintesis melebihi pelepasan karbon selama respirasi sepanjang tahun, maka pohon tersebut akan menumpuk karbon (penyerapan karbon/ *carbon sequestration*) sehingga pohon memiliki jumlah karbon bersih dalam setahun (sesuai pertumbuhan pohon) dan juga dapat memproduksi jumlah bersih oksigen (*a net production of oxygen*). Jumlah produksi oksigen diperkirakan dari penyerapan karbon berdasarkan bobot atomnya sebagai berikut (Nowak et al, 2007)

$$\text{Pelepasan bersih O}_2 \text{ (kg/tahun)} = \text{penyerapan bersih C (kg/tahun)} \times 32/12$$

C. Kriteria Pemilihan Vegetasi

Menurut Peraturan Kementerian PU nomor 5 Tahun 2008 tentang pedoman penyediaan dan pemanfaatan ruang terbuka hijau di kawasan perkotaan, Taman kota merupakan lahan terbuka yang berfungsi sosial dan estetik sebagai sarana rekreatif edukasi atau kegiatan lain pada tingkat kota. RTH taman kota dimanfaatkan untuk melakukan berbagai macam kegiatan sosial oleh penduduk pada satu kota atau bagian wilayah kota. Taman ini berbentuk sebagai RTH (lapangan hijau) yang dilengkapi fasilitas rekreasi, taman bermain (anak/balita), taman bunga, taman khusus (lansia), fasilitas olahraga terbatas dan semua fasilitas tersebut terbuka untuk umum. Kriteria pemilihan vegetasi untuk taman dan taman kota sebagai berikut

- a) Tidak beracun, tidak berduri, dahan tidak mudah patah, perakaran tidak mengganggu pondasi
- b) Tajuk cukup rindang dan kompak, tetapi tidak terlalu gelap
- c) Ketinggian tanaman bervariasi, warna hijau dengan variasi warna seimbang
- d) Perawakan dan bentuk tajuk cukup indah
- e) Kecepatan tumbuh sedang
- f) Berupa habitat tanaman lokal dan tanaman budidaya
- g) Jenis tanaman tahunan atau musiman
- h) Jarak tanam setengah rapat sehingga menghasilkan keteduhan yang optimal
- i) Tahan terhadap hama penyakit
- j) Mampu menjerat dan menyerap cemaran udara
- k) Sedapat mungkin merupakan tanaman yang mengundang burung

Berikut pilihan vegetasi untuk dikembangkan di RTH dengan potensi sebagai reduktor polutan atau emisi.

Tabel 2. 9

Pilihan Vegetasi untuk dikembangkan di RTH sebagai Reduktor Polutan

| No. | Nama Lokal | Nama Latin | Jenis Perawakan |
|-----|----------------|--------------------------------|-----------------|
| 1. | Angsana | <i>Pithecarpus indicus</i> | Pohon Besar |
| 2. | Asem landi | <i>Pithecolobium dulce</i> | Perdu |
| 3. | Bambu Jepang | <i>Bambusa sp.</i> | Perdu |
| 4. | Bungur | <i>Lagerstromea loudonii</i> | Pohon Sedang |
| 5. | Damar | <i>Agathis alba</i> | Pohon Besar |
| 6. | Ganitri | <i>Elaeocarpus gaudisflora</i> | Pohon Sedang |
| 7. | Glodogan pohon | <i>Polythea sp.</i> | Pohon Kecil |
| 8. | Glodogan tiang | <i>Polythea longifolia</i> | Pohon Besar |
| 9. | Kembang merak | <i>Caesalpinia pulcherima</i> | Perdu |
| 10. | Kembang sepatu | <i>Hibiscusrosa sinensis</i> | Perdu |
| 11. | Kenari | <i>Canarium commune</i> | Pohon Besar |
| 12. | Ketapang | <i>Terminalia cattapa</i> | Pohon Besar |

| No. | Nama Lokal | Nama Latin | Jenis Perawakan |
|-----|-------------------------|---------------------------------|-----------------|
| 13. | Ki acret/ Sepatu Dea | <i>Spathodea companulata</i> | Pohon Besar |
| 14. | Kiara Payung | <i>Filicium decipiens</i> | Pohon Sedang |
| 15. | Kupu-kupu | <i>Bauhinia purpurea</i> | Pohon Kecil |
| 16. | Lantana | <i>Lantana camara</i> | Semak |
| 17. | Mahoni | <i>Switenia mahagoni</i> | Pohon Besar |
| 18. | Nusa Indah | <i>Musaenda sp.</i> | Perdu |
| 19. | Oleander | <i>Nerium oleander</i> | Perdu |
| 20. | Salam | <i>Eugenia polyantha</i> | Pohon Besar |
| 21. | Sansivera/ Lidah mertua | <i>Sansiviera trifasciata L</i> | Semak |
| 22. | Teh-tehan pangkas | <i>Acalypha sp.</i> | Perdu |

Sumber: Lampiran Permen PU No.5 (2008)

Teori pada sub bab 2.9 digunakan untuk mengetahui gambaran umum vegetasi di wilayah studi dan digunakan dalam analisis kemampuan daya serap. Tabel 2.5 dan Tabel 2.6 digunakan untuk menghitung daya serap tiap jenis pohon yang ada di wilayah studi. Apabila di wilayah studi terdapat jenis pohon yang tidak ada pada tabel tersebut maka daya serapnya dihitung dengan acuan pada Tabel 2.7. Tabel 2.7 juga digunakan sebagai acuan untuk menghitung daya serap dari rumput dengan satuan kg/ha/hari dan Tabel 2.8 digunakan untuk satuan ton/ha/tahun. Tabel 2.10 digunakan untuk menentukan jenis vegetasi atau pohon yang sesuai dijadikan rekomendasi pada penelitian ini.

2.10. Kawasan

Kawasan adalah ruang yang merupakan kesatuan geografis dengan segenap unsur terkait padanya yang batas dan sistemnya ditentukan berdasarkan aspek fungsional serta memiliki ciri tertentu/khusus. Kawasan merupakan daerah yang secara geografis dapat sangat luas atau terbatas misalnya kawasan hutan yang sangat luas dan kawasan perumahan yang terbatas (Rahardjo Adisasmita, 2010).

Kawasan adalah bentangan permukaan (alam) dengan batas-batas dan sistemnya ditentukan berdasarkan aspek fungsional. Kawasan wisata adalah bentangan permukaan yang dikunjungi atau didatangi banyak orang karena memiliki objek wisata yang menarik. Perjalanan kunjungan wisata adalah kegiatan meninggalkan rumah secara sendiri atau kelompok dengan tujuan mengunjungi objek wisata yang biasanya dikunjungi umum. Objek wisata adalah suatu tempat yang menjadi kunjungan wisatawan karena mempunyai sumber daya tarik tertentu misalnya alam atau buatan manusia. (Rahardjo Adisasmita, 2010).

Teori dalam sub bab ini digunakan untuk mengetahui gambaran umum wilayah studi yang dapat berupa suatu kawasan baik perbelanjaan atau wisata pusat kota.

2.11. Studi Terdahulu

Studi terdahulu merupakan kumpulan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan sebelumnya dengan tema atau topik yang masih berhubungan dalam penelitian ini dengan judul “Fungsi Reduksi Alun-alun Kota Batu Dalam Menyerap Emisi CO₂”. Metode dan tahap analisisnya dapat dijadikan referensi dalam melakukan penelitian ini. Daftar studi terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.10 dibawah ini.

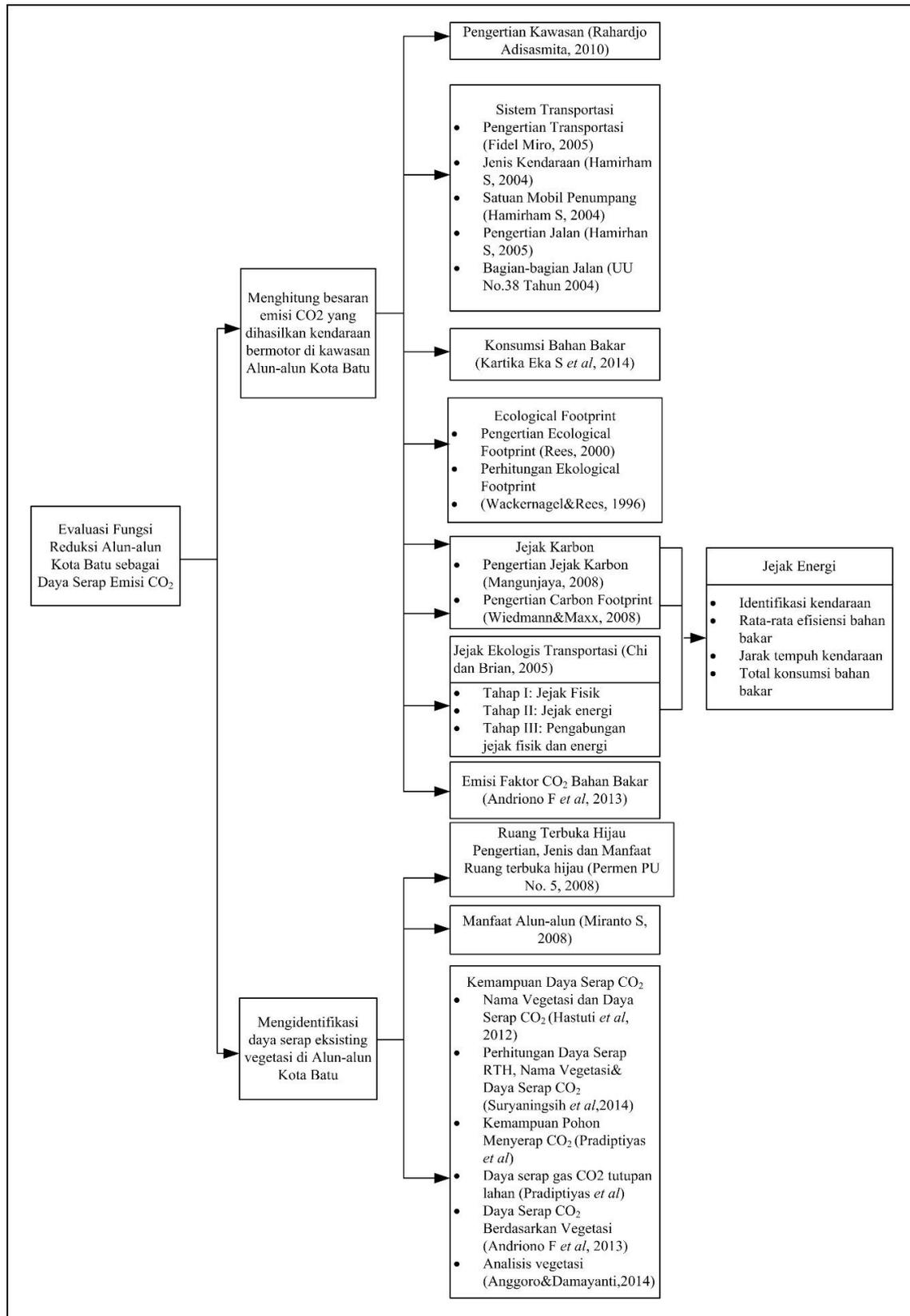
Tabel 2. 10

Peneliti Terdahulu

| No. | Judul | Tujuan | Variabel | Analisis yang Digunakan | Hasil Penelitian |
|-----|---|---|--|---|---|
| 1. | Studi Kontribusi Kegiatan Transportasi Terhadap Emisi Karbon di Surabaya Bagian Barat (Wima Perdana Kusuma et al) | <ul style="list-style-type: none"> Menentukan jumlah emisi karbon yang dihasilkan dari kegiatan transportasi di wilayah studi Pemetaan sumber emisi karbon di wilayah studi Menentukan daerah yang memiliki jumlah emisi terbesar di wilayah studi | <ul style="list-style-type: none"> Jumlah dan jenis kendaraan yang melewati ruas jalan Klasifikasi jalan | <ul style="list-style-type: none"> Konversi jumlah kendaraan. Perhitungan emisi rata-rata tiap jenis jalan. | <ul style="list-style-type: none"> Besar total kontribusi emisi karbon dari kegiatan transportasi di wilayah studi berdasarkan jumlah satuan mobil penumpang dan jenis kendaraan. Jenis kendaraan yang mempunyai kontribusi paling banyak dalam pengeluaran emisi karbon. Jalan yang memiliki jumlah rata-rata emisi terbesar. Pemetaan emisi karbon. |
| 2. | Carbon Footprint Tarikan Universitas Brawijaya Kota Malang (Kartika Eka Sari et al) | Identifikasi jejak ekologis CO ₂ di Universitas Brawijaya Malang | <ul style="list-style-type: none"> Panjang jalan Lebar jalan Volume lalu lintas Konsumsi bahan bakar Faktor konversi Faktor konstruksi dan perkerasan jalan Produktivitas hutan lokal | <ul style="list-style-type: none"> Analisis jejak ekologis fisik (panjang dan lebar jalan) Analisis jejak ekologis (rata-rata efisiensi bahan bakar, jarak yang ditempuh kendaraan, faktor konversi) Analisis jejak transportasi | <ul style="list-style-type: none"> Jejak ekologis fisik Jejak ekologis energi Jejak ekologis transportasi |
| 3. | Kajian Carbon Footprint Dari Kegiatan Industri di Kota Surabaya (Ricky Yusdianto Setiawan) | <ul style="list-style-type: none"> Menganalisis jumlah CO₂ dari kegiatan industri berdasarkan komoditi industri dan golongan industri Memetakan sumber CO₂ dari kegiatan industri berdasarkan nilai emisi per kawasan | <ul style="list-style-type: none"> Jumlah bahan bakar fosil yang digunakan Nilai <i>Net Calorific Volume</i> Carbon emission Factor Enetgi listrik yang dihasilkan dari pembangkit | Perhitungan <i>carbon footprint</i> (Jumlah emisi karbon) | <ul style="list-style-type: none"> Jumlah emisi CO₂ industri berdasarkan jenis komoditi dan golongan Pemetaan carbon footprint dan potensi emisi CO₂ yang paling besar dan kecil |

| No. | Judul | Tujuan | Variabel | Analisis yang Digunakan | Hasil Penelitian |
|-----|---|--|--|--|--|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> • Emisi faktor CO₂ konsumsi listrik • <i>Oxidation factor</i> • Nilai konversi massa karbon | | |
| 4. | Efektivitas Ruang Terbuka Hijau Dalam Mereduksi Gas Rumah Kaca (GRK) di Kawasan Perkotaan Boroko (Frankie Chiarly Rawung) | <ul style="list-style-type: none"> • Menghitung besaran emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas perkotaan • Menghitung gambaran daya serap RTH publik eksisting dalam mereduksi emisi CO₂ • Menghasilkan rencana kebutuhan berupa arahan pengembangan RTH publik yang sesuai dengan karakteristik kawasan. | <ul style="list-style-type: none"> • Jumlah penggunaan bahan bakar minyak, gas, dan energi listrik • Jumlah lintas hari rata-rata (LHR) • Faktor emisi GRK CO₂ pembakaran dari sumber tak bergerak dan bergerak • Nilai kalor bahan bakar Indonesia • Daya serap CO₂ berdasarkan jenis tutupan vegetasi | <ul style="list-style-type: none"> • Emisi GRK (kg/tahun) • Konsumsi Energi (tj) • Daya serap RTH eksisting • Analisis kebutuhan RTH | <ul style="list-style-type: none"> • Jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas perkotaan • Kemampuan RTH eksisting dalam mereduksi emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas perkotaan • Arahan pengembangan RTH pada wilayah penelitian |

2.12. Kerangka Teori



Gambar 2. 1 Kerangka Teori

“Halaman ini sengaja dikosongkan”