

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ecological Footprint

Jejak ekologis adalah analisis nilai kebutuhan manusia dalam ekosistem yang membandingkan kebutuhan manusia dengan kemampuan sumber daya serap yang merepresentasikan jumlah lahan produktif untuk menyerap limbah yang dikonsumsi manusia dalam suatu kota atau wilayah yang ditempatinya (Wiedmann, 2008). *Ecological footprint* adalah alat bantu untuk dapat kita pergunakan dalam mengukur penggunaan sumberdaya dan kemampuan menampung limbah dari populasi manusia dihubungkan dengan kemampuan lahan, biasanya dinyatakan dalam hektar. *ecological footprint* dapat digunakan sebagai ukuran prestasi kita dalam mendukung keberlanjutan bumi ini, dan menjadi indikator terbaik dan efisien dalam mendukung keberlanjutan kehidupan. Alat ukur ini menjadi penting dalam konteks untuk mengetahui apakah kegiatan konsumsi yang kita lakukan masih dalam batas daya dukung lingkungan atautkah sudah melewatinya, dengan kata lain masih dalam surplus atautkah sudah dalam defisit (penurunan kualitas) ekologi (Rees, 1994).

Istilah ini pertamakali dikemukakan oleh William Rees, seorang professor di University of British Columbia, Kanada. Analisis *ecological footprint* membandingkan kebutuhan manusia terhadap alam dengan kemampuan bergenerasi dan mencukupi kebutuhan manusia. Hal ini dilakukan dengan mengevaluasi lahan dan perairan produktif yang dibutuhkan untuk menghasilkan bahan yang konsumsi suatu populasi dan menyerap buangnya. Perhitungan ini seperti analisis siklus hidup dimana konsumsi energi, biomassa, bahan bangunan, air dan sumber daya lainnya dikonversi kedalam satuan luas lahan yang dinormalisasikan disebut '*globalhectare*' (gha). *Ecological footprint* perkapita merupakan cara dari membandingkan konsumsi dengan gaya hidup, dan membandingkan dengan kemampuan alam untuk menyediakan kebutuhan konsumsi tersebut (Wackernagel, 1996).

Sejalan dengan pendapat tersebut, Galli, et al; (2012) menyatakan bahwa jejak ekologis dan biokapasitas adalah nilai-nilai yang dinyatakan dalam satuan yang saling terpisah dari suatu daerah yang diperlukan untuk menyediakan (atau regenerasi) layanan ekosistem setiap tahun seperti: lahan pertanian untuk penyediaan makanan nabati dan produk

serat tanah penggembalaan dan lahan pertanian untuk produk hewan; lahan perikanan; hutan untuk kayu dan hasil hutan lainnya; tanah serapan untuk akomodasi penyerapan karbon dioksida (jejak karbon) dan wilayah terbangun (*built-up area*) untuk tempat tinggal.

Berdasarkan pengertian tersebut, analisis ini mengkaji seberapa besar suatu kawasan dapat menggunakan sumber daya yang disediakan secara lokal. Analisis ini dapat mendidik masyarakat mengenai daya dukung lingkungan dan konsumsi yang berlebihan dengan tujuan perubahan perilaku individu. *Ecological footprint* dapat digunakan untuk: berpendapat bahwa banyak gaya hidup masa kini ternyata tidak *sustainable*.

2.1.1 Perhitungan Footprint

Ecological footprint adalah suatu sistem pengukuran terhadap beban yang diberikan oleh populasi tertentu kepada alam. Hasil ini menunjukkan luas lahan yang dibutuhkan untuk menyangga suatu tingkat tertentu dari konsumsi sumber daya alam dan buangan limbah oleh populasi tersebut (Wackernagel, 1996).

Ecological footprint mengukur penggunaan sumberdaya alam dalam hubungan seberapa banyak lahan dan perairan produktif yang diperlukan untuk menyangga suatu tingkat konsumsi tertentu. *Demand* tersebut dapat dibandingkan terhadap luas lahan dan perairan yang tersedia sebagai *supply* atau *biocapacity* untuk mendapatkan suatu ukuran kemampuan daya dukung lingkungan. Jika *demand* melebihi *supply*, maka hal ini menunjukkan bahwa hasil pengukuran tingkat konsumsi tersebut tidaklah dapat disangga oleh lingkungan hidup (*not environmentally sustainable*) dalam jangka panjang atau juga sering disebut dengan *ecological deficit*. Menurut Wackemagel, 1996 dalam untuk menghitung *ecological footprint*, area dan perairan produktif dibagi kedalam kategori empat tipe dasar, yaitu:

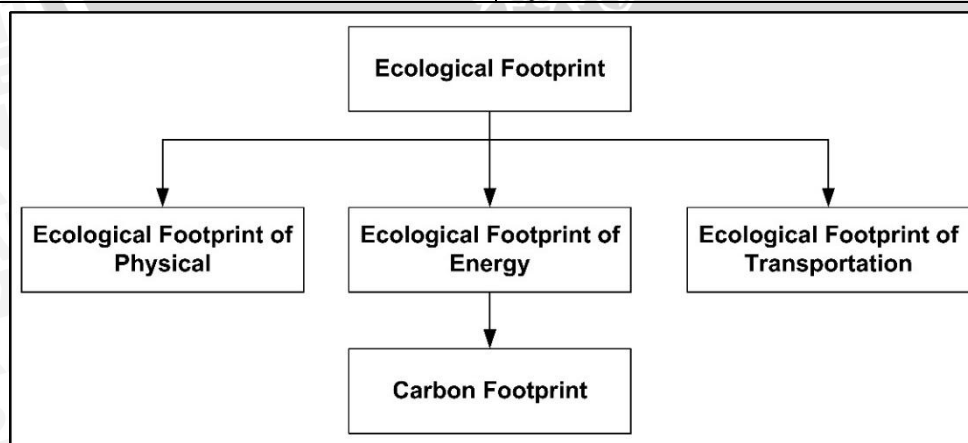
- a. Lahan Bioproduktif - lahan yang digunakan untuk memproduksi hasil pertanian, perkebunan, peternakan (penggembalaan), hutan, dan sebagainya. Fungsi lahan-lahan ini umumnya dihitung terpisah.
- b. Perairan Bioproduktif - perairan yang diambil ikan dan makanan lautnya.
- c. Lahan Energi - area hutan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

Untuk dapat membandingkan antara wilayah dengan kemampuan bio produktif, *ecological footprint* dinyatakan dalam *global hectares* (gha). Suatu *global hectare* ekuivalen

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 bahan bakar hayati secara berkelanjutan (Wackernagel, 1996). Berikut merupakan **Tabel 2.1** yaitu tabel keterkaitan dari *ecological footprint*, *carbon footprint* dan *ecological footprint of transportation* dan **Gambar 2.1** yaitu diagram keterkaitan dari *ecological footprint*, *carbon footprint* dan *ecological footprint of transportation*.

Tabel 2. 1 Keterkaitan *Ecological Footprint*, *Carbon Footprint* dan *Ecological Footprint of Transportation*

No	Keterkaitan	Penjelasan
1	<i>Ecological Footprint</i>	Alat bantu untuk dapat kita penggunaan dalam mengukur penggunaan sumberdaya dan kemampuan menampung limbah dari populasi manusia serta dihubungkan dengan kemampuan lahan yang dinyatakan dalam hktar
2	<i>Carbon Footprint</i>	Jumlah emisi gas rumah kaca yang diproduksi oleh suatu organisasi, peristiwa, produk atau individu yang lazim dinyatakan dalam satuan ton karbon atau ton karbon dioksida ekuivalen
3	<i>Ecological Footprint of Transportation</i>	Salah satu komponen dari jejak ekologis secara umum yaitu <i>carbon up take land</i> yang menggunakan perhitungan konsumsi bahan bakar fosil untuk menghitung kebutuhan lahan dalam menyerap emisi CO ₂ yang dihasilkan dari konsumsi bahan bakar tersebut dan dikonversikan ke dalam jumlah lahan hijau (hektar)



Gambar 2. 1 Diagram Keterkaitan *Ecological Footprint*, *Carbon Footprint* dan *Ecological Footprint of Transportation*

Sumber: Chi dan Brian, 2005

Pada penelitian ini jenis *ecological footprint* yang diteliti hanya berupa *footprint* pada kegiatan transportasi yaitu *carbon up take land* yang menggunakan perhitungan konsumsi bahan bakar fosil untuk menghitung kebutuhan lahan dalam menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan dari konsumsi bahan bakar tersebut.

2.1.2 Biokapasitas

Biokapasitas adalah kemampuan ekosistem untuk mendukung keanekaragaman hayati, memproduksi energi dan material biologi yang bermanfaat, menyerap dan mendaur ulang sampah yang dihasilkan dari kegiatan manusia termasuk emisi atau pancaran karbon (Golnar *et al.*, 2015). Biokapasitas erat hubungannya dengan *ecological footprint* karena dalam mendukung kegiatan yang ditimbulkan dari kegiatan manusia maka perlu adanya keseimbangan antara kemampuan daya dukung lingkungan dengan penggunaan sumber daya alam yang diukur menggunakan *ecological footprint*.

Biokapasitas juga merupakan nilai atau kemampuan dari lahan produktivitas biologis untuk menyediakan kemampuan dalam menopang kehidupan dari manusia. Biokapasitas adalah apa yang ditawarkan oleh permukaan bumi sehingga memiliki nilai yang berbeda-beda menurut wujud dan luasnya (Wackernagel *et al.*, 2005). Oleh karena itu jika nilai biokapasitas lebih kecil dibandingkan dengan nilai dari kebutuhan manusia dalam menopang kehidupannya, maka dapat dikatakan bahwa lahan yang ada bersifat tidak berkelanjutan atau biasa disebut *ecological deficit* sedangkan bila terjadi sebaliknya maka disebut *ecological surplus* (Wackernagel, 1996).

Pada penelitian ini biokapasitas atau kemampuan daya dukung lingkungan akan lebih ditekankan pada kemampuan luasan ruang terbuka hijau dalam menyerap emisi CO₂ yang berasal kegiatan transportasi tarikan objek wisata museum angkut Kota Batu. Akan dilakukan perhitungan terhadap kemampuan daya dukung lingkungan dan akan dibandingkan dengan kebutuhan ruang terbuka hijau dari kegiatan transportasi. Hasil dari perbandingan ini akan menjadi input untuk rekomendasi ruang terbuka hijau pada wilayah studi penelitian.

2.2 Ruang Terbuka Hijau

2.2.1 Fungsi Ruang Terbuka Hijau

Berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri No.1 tahun 2007 Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan, ruang terbuka hijau adalah ruang-ruang dalam kota atau wilayah yang lebih luas baik dalam bentuk area/kawasan maupun dalam bentuk area memanjang/jalur dimana di dalam penggunaannya lebih bersifat terbuka pada dasar

tanpa bangunan. Dalam ruang terbuka hijau pemanfaatannya lebih bersifat pengisian hijau tanaman seperti lahan pertanian, pertamanan perkebunan dan sebagainya. Sebenarnya tidak ada pengkhususan dalam pemilihan jenis tanaman yang sesuai pada suatu lokasi, namun demikian kondisi bio-geografi lingkungan secara alami telah menunjukkan habitat berbagai jenis jenis tanaman (keanekaragaman hayati *endemic/existing*) yang paling tepat sebagai acuan pemilihan tanaman untuk ruang terbuka hijau sesuai tapak masing-masing. Kemudian barulah pertimbangan berdasar pola pengalaman akan kesesuaian bentuk dan fungsi (*form follows function*).

Dalam Intruksi Menteri Dalam Negeri No.14/1998 tentang penataan ruang terbuka hijau di wilayah perkotaan terdapat kriteria jenis vegetasi yang disesuaikan dengan jenis peruntukan lahan. Namun perlu diingat bahwa pemilihan jenis tanaman pelindung bagi ruang terbuka hijau kota tentu akan berlainan antar berbagai kota di Indonesia karena sangat tergantung pada kondisi ekosistem setempat.

Menurut Permen PU Nomor 5 Tahun 2008 mengenai Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, fungsi utama (intrinsik) yaitu fungsi ekologis ruang terbuka hijau adalah :

- a. Memberi jaminan pengadaan ruang terbuka hijau menjadi bagian dari sistem sirkulasi udara (paru-paru kota),
- b. Pengatur iklim mikro agar sistem sirkulasi udara dan air secara alami dapat berlangsung lancar,
- c. Sebagai peneduh
- d. Produsen oksigen,
- e. Penyerap air hujan,
- f. Penyedia habitat satwa,
- g. Penyerap polutan media udara, air dan tanah, serta
- h. Penahan angin.

Fungsi ruang terbuka hijau pada lokasi penelitian ialah sebagai penyerap polutan media udara sehingga pada penelitian ini hanya membahas mengenai pengurangan dampak udara oleh luasan ruang terbuka hijau.

2.2.2 Pedoman Perencanaan Ruang Terbuka Hijau di Indonesia

Kajian yang dilakukan pada penelitian ini akan dilakukan mengacu pada Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan. Berdasarkan peraturan tersebut, Ruang Terbuka adalah ruang-ruang dalam kota atau wilayah yang lebih luas baik dalam bentuk area/kawasan maupun dalam

bentuk area memanjang jalur di mana dalam penggunaannya lebih bersifat terbuka yang pada dasarnya tanpa bangunan. Sedangkan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan yang selanjutnya disingkat RTHKP adalah bagian dari ruang terbuka suatu kawasan perkotaan yang diisi oleh tumbuhan dan tanaman guna mendukung manfaat ekologi, sosial, budaya, ekonomi dan estetika.

Jenis RTHKP yang dapat diterapkan meliputi taman kota, taman wisata alam, taman rekreasi, taman lingkungan perumahan dan permukiman, taman lingkungan perkantoran dan gedung komersial, taman hutan raya, hutan kota, hutan lindung, bentang alam seperti gunung, bukit, lereng dan lembah, cagar alam, kebun raya, kebun binatang, pemakaman umum, lapangan olahraga, lapangan upacara, parkir terbuka, lahan pertanian perkotaan, jalur di bawah tegangan tinggi (SUTT dan SUTET), sempadan sungai, pantai, bangunan, situ dan rawa, jalur pengaman jalan, median jalan, rel kereta api, pipa gas dan pedestrian, kawasan dan jalur hijau, daerah penyangga (*buffer zone*) lapangan udara, dan taman atap (*roof garden*).

Beberapa prinsip perencanaan Ruang Terbuka Hijau yang ditentukan dalam Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang adalah:

1. Ruang Terbuka Hijau sebagaimana dimaksud dalam Pasal 28 huruf a terdiri dari ruang terbuka hijau publik dan ruang terbuka hijau privat.
2. Proporsi ruang terbuka hijau pada wilayah kota paling sedikit 30 persen dari luas wilayah kota.
3. Proporsi ruang terbuka hijau publik pada wilayah kota paling sedikit 20 persen dari luas wilayah kota.
4. Distribusi ruang terbuka hijau publik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 29 ayat (1) dan ayat (3) disesuaikan dengan sebaran penduduk dan hirarki pelayanan dengan memperhatikan rencana struktur dan pola ruang.
5. Ruang terbuka hijau publik merupakan ruang terbuka hijau yang dimiliki dan dikelola oleh pemerintah daerah kota yang digunakan untuk kepentingan masyarakat secara umum. Yang termasuk ruang terbuka hijau publik, antara lain adalah taman kota, taman pemakaman umum, dan taman kotasepanjang jalan, sungai, dan pantai. Yang termasuk ruang terbuka hijau privat antara lain, kebun atau halaman rumah/gedung milik masyarakat/swasta yang ditanami tumbuhan.

Pedoman perencanaan ruang terbuka hijau pada penelitian ini digunakan untuk menganalisis jenis ruang terbuka hijau yang ada di lokasi penelitian dan mengetahui proporsi ruang terbuka hijau yang ada sesuai dengan pedoman yang dipakai.

2.2.3 Pedoman Penyediaan Ruang Terbuka Hijau Privat di Kawasan Perkotaan

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05/PRT/M/2008 Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, Koefisien Daerah Hijau (KDH) adalah angka persentase perbandingan antara luas seluruh ruang terbuka di luar bangunan gedung yang diperuntukkan bagi pertamanan/penghijauan dan luas tanah perpetakan/daerah perencanaan yang dikuasai sesuai rencana tata ruang dan rencana tata bangunan dan lingkungan. Adapun ketentuan dalam menentukan luasan KDH adalah sebagai berikut:

1. Ruang Terbuka Hijau Pekarangan

Pekarangan adalah lahan diluar bangunan, yang berfungsi untuk berbagai aktifitas. Luas pekarangan disesuaikan dengan ketentuan koefisien dasar bangunan (KDB) di kawasan perkotaan. Untuk memudahkan didalam pengklasifikasian pekarangan maka di tentukan katagori pekarangan seperti berikut ini.

a) Pekarangan Rumah Besar

- Kategori yang termasuk rumah besar adalah rumah dengan luasan lantai di atas 500 m².
- Ruang terbuka hijau minimum yang disarankan adalah luasan lahan kavling dikurangi koefisien dasar bangunan (KDB).
- Jumlah pohon pelindung yang harus disediakan setidaknya-tidaknya 3 (tiga) pohon pelindung ditambah dengan perdu dan semak, serta penutup tanah dan atau rumput.

b) Pekarangan Rumah Sedang

- Kategori yang termasuk rumah sedang adalah rumah dengan luasan lantai antara 120 m² sampai dengan 500 m².
- Ruang terbuka hijau minimum yang disarankan adalah luasan lahan kavling dikurangi koefisien dasar bangunan (KDB).
- Jumlah pohon pelindung yang harus disediakan setidaknya-tidaknya 2 (dua) pohon pelindung ditambah dengan tanaman semak dan perdu, serta penutup tanah dan atau rumput.

c) Pekarangan Rumah Kecil

- Kategori yang termasuk rumah kecil adalah rumah dengan luasan lantai di bawah 120 m².
- Ruang terbuka hijau minimum yang disarankan adalah luasan lahan kavling dikurangi koefisien dasar bangunan (KDB).

- Jumlah pohon pelindung yang harus disediakan setidaknya-tidaknya 1 (satu) pohon pelindung ditambah tanaman semak dan perdu, serta penutup tanah dan atau rumput.

2. Halaman Perkantoran, Pertokoan dan Tempat Usaha

Ruang terbuka hijau (RTH) halaman perkantoran, pertokoan dan tempat usaha umumnya berupa jalur trotoar dan area parkir terbuka. Penyediaan ruang terbuka hijau (RTH) pada kawasan ini adalah sebagai berikut:

- Beberapa lokasi dengan tingkat koefisien dasar bangunan (KDB) 70% - 90% perlu menambahkan tanaman dalam pot atau taman atap bangunan (*roof garden*).
- Persyaratan penanaman pohon pada kawasan ini, berlaku seperti persyaratan pada ruang terbuka hijau pekarangan rumah, ditanam pada area diluar koefisien dasar bangunan (KDB) yang telah ditentukan.

Pedoman penyediaan ruang terbuka hijau privat di kawasan perkotaan pada penelitian ini digunakan untuk menganalisis luasan ruang terbuka hijau privat yang ada pada wilayah studi penelitian dan untuk menganalisis tingkat kesesuaian dari luasan ruang terbuka hijau privat pada wilayah studi penelitian.

2.2.4 Tinjauan Kebijakan Ruang Terbuka Hijau Kota Batu

Kebijakan penyediaan dan pemanfaatan ruang terbuka hijau di Kota Batu adalah untuk keseimbangan ekosistem perkotaan yang meliputi unsur lingkungan sosial dan budaya. Penyediaan dan pemanfaatan ruang terbuka hijau sebagai upaya menjaga iklim mikro, nilai estetika, menciptakan keseimbangan dan keserasian lingkungan fisik kota.

Sesuai dengan kondisi Kota Batu, maka rencana ruang terbuka hijau di Kota Batu adalah sebagai berikut

1. Untuk jalur hijau yang ada di jalan-jalan utama Kota Batu difungsikan sebagai ruang terbuka hijau yang mempunyai fungsi utama sebagai paru-paru kota, sebagai resapan air, dan sebagai estetika kota. Sehingga keberadaanya perlu dimanfaatkan secara maksimal, seperti dengan penanaman bunga, pepohonan yang mempunyai nilai seni dan lain-lain.
2. Untuk kawasan konservasi yang ada di bantaran sungai, dimanfaatkan sebagai ruang terbuka hijau secara maksimal, yang berfungsi menahan erosi dan resapan air.
3. Untuk lapangan olah raga diarahkan penyebarannya ke tiap BWK, selain mempertahankan yang sudah ada dan dihindari untuk peralihan fungsi sebagai kawasan terbangun, dan hanya difungsikan untuk ruang terbuka hijau, baik berupa

taman, tempat olah raga, maupun sebagai daerah resapan air. Sedangkan keberadaan stadion tetap dipertahankan.

4. Selain berupa taman dan lapangan olah raga, keberadaan makam juga difungsikan sebagai ruang terbuka hijau untuk resapan air.
5. Perlu dikembangkan taman-taman kota, baik yang sifatnya pasif maupun aktif.
6. Perlu adanya usaha-usaha pengembangan dan pelestarian hutan yang sudah ada.
7. Pengembangan lapangan olah raga yang bersifat terbuka, terutama pada pusat-pusat lingkungan yang belum ada.
8. Pengendalian terhadap kawasan konservasi sungai, dari perubahan fungsi kawasan.

Adapun ketentuan dalam menentukan luasan KDH berdasarkan laporan garis sempadan bangunan Kecamatan Batu tahun 2014 adalah sebagai berikut:

1. Permukiman

Untuk permukiman di jalan utama dengan KDH rata-rata 5% dari luas kavling yang ada dan untuk permukiman di jalan lingkungan kampung dengan KDH rata-rata 10%.

2. Perdagangan dan Jasa Komersial

Perdagangan yang membentuk kawasan pertokoan di jalan utama cenderung tidak memiliki KDH, KDH yang ada di kawasan pertokoan hanya ada di jalur hijau koridor jalan. Namun perdagangan di jalan lingkungan area perkampungan KDH rata-rata 5-10%. Untuk jasa komersial seperti bank, hotel dan lain sebagainya memiliki KDH 10-20%.

3. Perkantoran

Bangunan perkantoran di BWK I Kota Batu memiliki KDH 10-20% dari luas kavling bangunan.

4. Fasilitas Kesehatan

Untuk fasilitas kesehatan memiliki KDH 10-20% dari luas kavling bangunan.

5. Fasilitas Peribadatan

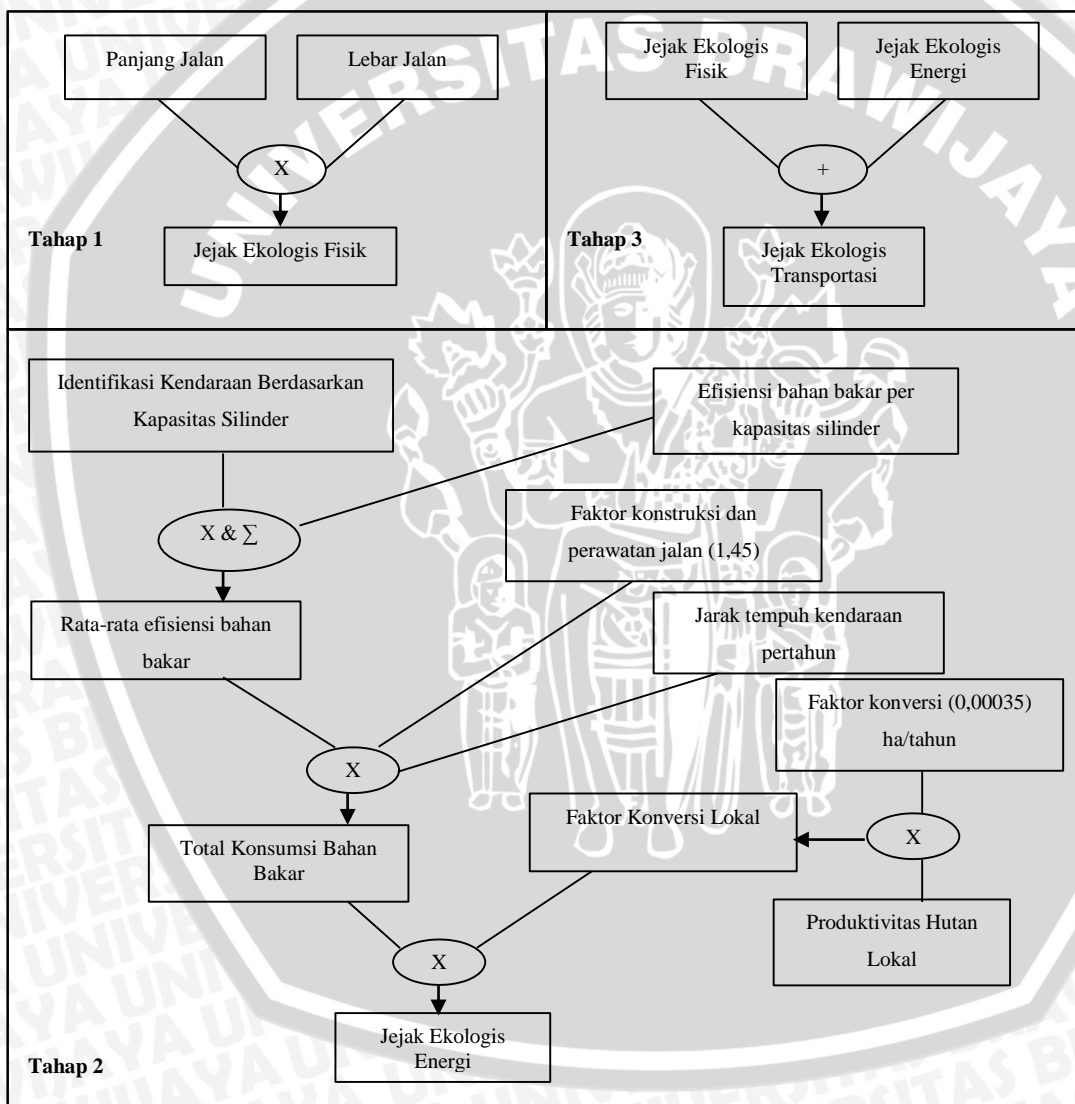
Untuk fasilitas peribadatan seperti Masjid, Gereja dan musholla memiliki KDH 10-20% dari luas kavling bangunan.

Pedoman dan kebijakan yang terkait dengan perencanaan ruang terbuka hijau dapat digunakan sebagai masukan dalam menyusun rekomendasi ruang terbuka hijau yang ada pada wilayah studi penelitian ini.

2.3 Tinjauan Analisis

2.3.1 Analisis Jejak Ekologis Transportasi

Jejak transportasi merupakan bagian dari analisa jejak ekologis. Jejak ekologis transportasi mereduksi salah satu komponen dari jejak ekologis secara umum yaitu *carbon up take land* yang menggunakan perhitungan konsumsi bahan bakar fosil untuk menghitung kebutuhan lahan dalam menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan dari konsumsi bahan bakar tersebut. Emisi tersebut akan dikonversikan ke dalam jumlah lahan hijau (hektar) melalui tiga tahap (Chi dan Brian, 2005). Berikut **Gambar 2.2** yang merupakan skema perhitungan jejak ekologis transportasi.



Gambar 2. 2 Skema Perhitungan Jejak Ekologis Transportasi

Sumber: Chi dan Brian, 2005

A. Jejak Ekologis Fisik

Analisis jejak fisik digunakan untuk menghitung luasan tiap ruas ruas jalan yang merupakan langkah pertama dalam metodologi jejak ekologis transportasi.

Perhitungan jejak ekologis fisik dengan menggunakan luas jalan yang dilalui oleh kendaraan bermotor yaitu dengan mengalikan panjang dan lebar jalan. Berikut merupakan persamaan (2-1) yaitu perhitungan jejak ekologis fisik.

$$A = L \times W \dots \dots \dots (2-1)$$

keterangan:

A = Luas jalan (meter) W = Lebar jalan (meter)

L = Panjang jalan (meter)

B. Jejak Ekologis Energi

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui total konsumsi bahan bakar dan jumlah lahan hijau yang dibutuhkan untuk menyerap CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Jejak Energi merupakan perhitungan jumlah lahan yang dibutuhkan menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan melalui pembangunan, pemeliharaan, dan pengoperasian kinerja jalan. Perhitungan Jejak Energi adalah 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 efisiensi bahan bakar kendaraan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Wada, 1994) diperkirakan bahwa satu hektar hutan dapat menyerap 1,8 ton karbon yang setara dengan 100 giga joule konsumsi bahan bakar fosil. Dalam penelitian (Chi dan Brian, 2005) juga menunjukkan bahwa satu liter bensin menghasilkan sekitar 0,033 giga joules (Statistik Kanada et al., 1996) dan satu liter solar memproduksi sekitar 0,039 gigajoules (Girouard et al., 1999) atau 0,036 gigajoules (Skatteudvalg, 1999). Berdasarkan pendekatan tersebut, (Chi dan Brian, 2005) menggunakan 0,035 gigajoules per liter untuk bensin dan solar. Oleh karena itu, jejak ekologis energi untuk satu liter bensin atau solar mungkin diperkirakan dengan persamaan (2-2) berikut.

$$\frac{1 \times 0,035 GJ/L}{100 GJ/ha/tahun} = 0,00035 \text{ ha/L/tahun} \dots \dots \dots (2-2)$$

keterangan:

L = Konsumsi bahan bakar (liter)

GJ = Energi (gigajoule)

Atas dasar persamaan ini, selama satu tahun, rata-rata 0,00035 hektar lahan hutan diperlukan untuk menyerap 1 liter karbon dioksida yang dipancarkan dari pembakaran (Chi dan Brian, 2005). Dalam penelitian ini nilai 0,00035 ha/L/tahun

digunakan untuk menentukan nilai dari faktor konversi lokal. Adapun persamaan (2-3) yaitu perhitungan jejak ekologis energi adalah sebagai berikut.

$$JEE = \Sigma C \times c \dots \dots \dots (2-3)$$

keterangan:

JEE = Jejak ekologis energi (hektar/tahun)

ΣC = Total konsumsi bahan bakar kendaraan (liter/tahun)

c = Faktor konversi lokal (hektar/liter/tahun)

C. Efisiensi Bahan Bakar Kendaraan

Rata rata efisiensi bahan bakar diperoleh dari rata rata efisiensi bahan bakar dari setiap jenis kendaraan per kapasitas silinder kendaraan mulai dari yang terkecil yaitu 100 cc dari jenis kendaraan beroda 2 seperti sepeda motor, hingga 4800 cc dari kendaraan berat seperti bus dan kontainer. Jika konsumsi bahan bakar dinyatakan dalam liter/kilometer maka efisiensi bahan bakar dinyatakan dalam 1/kilometer yang berarti jumlah liter konsumsi bahan bakar yang digunakan sebuah kendaraan dalam menempuh perjalanan per kilometer

Pengklasifikasian konsumsi bahan bakar dilakukan berdasarkan Isi silinder kendaraan berdasarkan perhitungan volume kendaraan pada jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas baik pada hari kerja maupun pada akhir pekan sedangkan konsumsi bahan bakar untuk tiap Silinder kendaraan tersebut berdasarkan penilitan Soni S. Wirawan *et al*, 2008 dimana konsumsi bahan bakar tersebut akan dinyatakan dalam bentuk liter per kilometer yang nantinya akan digunakan dalam analisis jejak ekologis energi. Berikut **Tabel 2.2** yaitu tabel efisiensi konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor.

Tabel 2. 2 Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Bermotor

No	Jenis Kendaraan		Konsumsi Energi Spesifik (km/lt)	Efisiensi Bahan Bakar (lt/km)	
1	Sepeda Motor	Bensin	37,59	0,03	
		Solar	8,48	0,12	
2	Mobil Pribadi	Solar	8,8	0,11	
		Bensin	9,19	0,11	
	Penumpang Umum	Solar	16	0,06	
		Bensin	8,81	0,11	
3	Bus	Bus Kecil	8,81	0,11	
		Bus Sedang	Solar	8,45	0,12
		Bus Besar	Solar	5,92	0,17
4	Truk	Bensin	12,33	0,08	
		Truk Kecil	Solar	9,4	0,11
		Truk Sedang	Solar	6,6	0,15
		Truk Besar	Solar	6,32	0,16

Sumber: Soni S. Wirawan *et al*, 2008

Adapun persamaan (2-4) yang bisa digunakan dalam menentukan rata-rata efisiensi bahan bakar kendaraan adalah sebagai berikut.

$$X_{ef} = \Sigma e_{fi} / N_i \dots \dots \dots (2-4)$$

keterangan:

X_{ef} = Rata-rata efisiensi bahan bakar tiap jenis kendaraan (liter/km)

Σe_{fi} = Total efisiensi bahan bakar kendaraan per kapasitas silinder kendaraan (liter/km)

N_i = Jumlah jenis kapasitas silinder tiap jenis kendaraan

D. Konstruksi dan Perawatan Jalan

Selain 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).

E. Jarak Tempuh Kendaraan

Langkah selanjutnya dalam perhitungan jejak ekologis energi adalah dengan menghitung panjang perjalanan kendaraan selama satu tahun. Panjang perjalanan kendaraan dihitung dari jumlah volume kendaraan pada jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas pada hari kerja maupun akhir pekan berdasarkan hasil survei primer dikalikan dengan panjang jalan dan jumlah hari dalam satu tahun yaitu 365 hari. Sebelum memperoleh jarak tempuh kendaraan selama satu tahun, diperlukan perhitungan untuk mengetahui jarak tempuh kendaraan per hari dikarenakan jumlah hari untuk *weekday* dan *weekend* dalam satu tahun tidaklah sama sehingga diperlukan perhitungan rata-rata jarak tempuh kendaraan yang dapat mewakili *weekday* maupun *weekend*. Adapun persamaan (2-5) untuk menghitung jarak tempuh kendaraan per tahun adalah sebagai berikut.

$$S = L \times P \times 365 \dots \dots \dots (2-5)$$

keterangan:

S = Jarak tempuh kendaraan dalam satu tahun (km/tahun)

L = Panjang jalan (meter)

P = Jumlah kendaraan (unit)

F. Total Konsumsi Bahan Bakar

Perhitungan total konsumsi bahan bakar kendaraan selama satu tahun perjalanan diperoleh dengan mengalikan efisiensi bahan bakar tiap jenis kendaraan dengan jarak tempuh kendaraan selama satu tahun yang akan menghasilkan jumlah liter konsumsi bahan bakar selama satu tahun. Adapun persamaan (2-6) untuk menghitung total konsumsi bahan bakar kendaraan adalah sebagai berikut.

$$\Sigma C = S \times X_{ef} \dots \dots \dots (2-6)$$

keterangan:

ΣC = Total konsumsi bahan bakar kendaraan (liter/tahun)

S = Jarak tempuh kendaraan dalam satu tahun (km/tahun)

X_{ef} = Rata-rata efisiensi bahan bakar kendaraan tiap jenis kendaraan (liter/km)

G. Faktor Konversi

Faktor konversi emisi diperoleh berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wada, 1994 satu hektar hutan dapat menyerap 1,8 ton karbon yang setara dengan 100 *gigajoule* konsumsi bahan bakar fosil. Penelitian juga menunjukkan bahwa satu liter bensin dapat menghasilkan 0,033 *gigajoule* energi dan satu liter solar memproduksi 0,036 *gigajoule*. Berdasarkan pendekatan tersebut, maka diperoleh 0,035 *gigajoule* per liter untuk bensin dan solar. Oleh karena itu, jejak energi untuk satu liter bensin dan solar diperkirakan sebesar 0,000035 ha/tahun. Hal tersebut berarti selama satu tahun, rata-rata 0,00035 hektar lahan hutan yang diperlukan untuk menyerap CO₂ yang dikeluarkan dari pembakaran satu liter bahan bakar. Menurut Wackernagel dan Rees, secara tidak langsung jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan dari konstruksi dan perawatan jaringan jalan ekuivalen dengan 45% dari total bahan bakar yang dikonsumsi yang setara dengan 1,45. Jadi faktor konversi untuk jejak ekologis transportasi adalah 0,00045675 ha/L/tahun (Chi dan Brian, 2005).

H. Produktivitas Hutan Lokal

Langkah terakhir dalam menghitung jejak energi adalah mengalikan dengan produktivitas hutan lokal yang dapat menyerap emisi CO₂. Penyerapan emisi CO₂ oleh hutan dipengaruhi oleh jenis pohon, kerapatan, dan usia tanaman. Menurut Chi dan Brian, bahwa satu hektar hutan dapat menyerap 2,0 ton karbon lebih dari 1,8 ton per hektar. Oleh karena itu, diasumsikan bahwa 0,9 hektar lahan hutan akan menyerap karbondioksida yang setara dengan 100 *gigajoules* konsumsi bahan bakar fosil. Jejak satu liter bensin/solar kemudian menjadi:

$$0,00035 \text{ ha/L/tahun} \times 1,45 \times 90 \% = 0,00045675 \text{ ha/L/tahun} \dots \dots \dots (2-7)$$

Dalam penelitian ini nilai 0,00045675 ha/L/tahun menjadi nilai dari faktor konversi lokal. Jadi, faktor konversi terakhir dari total jejak ekologis energi adalah 0,00045675 ha/L/tahun.

Pada penelitian ini, konsep jejak transportasi dibatasi sampai menentukan luasan ruang terbuka hijau yang dibutuhkan untuk menyerap emisi CO₂ dari kegiatan transportasi kendaraan yang menuju objek wisata museum angkut sehingga hanya menggunakan tahap 2 saja dalam menentukan luasan ruang terbuka hijaunya. Hasil luasan ruang terbuka hijau nantinya akan menjadi masukan dalam menyusun rekomendasi ruang terbuka hijau pada penelitian ini. Penentuan nilai biokapasitas pada penelitian ini juga sesuai dengan hasil dari tahap 2 yaitu perhitungan nilai jejak ekologis energi.

2.4 Transportasi

Transportasi dapat diartikan sebagai usaha yang memindahkan, menggerakkan, mengangkut, atau mengalihkan suatu objek dari satu tempat ke tempat lain, dimana di tempat lain objek tersebut lebih bermanfaat atau dapat berguna untuk tujuan-tujuan tertentu. (Miro, 2005) Dalam pengertian lain transportasi diartikan sebagai usaha pemindahan atau pergerakan dari suatu lokasi ke lokasi yang lainnya dengan menggunakan suatu alat tertentu. Dengan demikian maka transportasi memiliki dimensi seperti lokasi (asal dan tujuan), alat (teknologi) dan keperluan tertentu (Miro, 2005). Sistem transportasi selalu berhubungan dengan kedua dimensi tersebut, jika salah satu dari ketiga dimensi tersebut tidak ada maka bukanlah termasuk transportasi.

Sistem transportasi merupakan suatu satuan dari elemen-elemen yang saling mendukung dalam pengadaan transportasi. Elemen-elemen transportasi tersebut adalah (Morlok, 1991) :

- Manusia dan barang (yang diangkut)
- Kendaraan dan peti kemas (alat angkut)
- Jalan (tempat alat angkut bergerak)
- Terminal
- Sistem pengoperasian

Pada penelitian ini transportasi merupakan sektor yang menjadi objek penelitian. Sektor transportasi pada penelitian ini akan dihubungkan dengan emisi CO₂ yang dihasilkan dari tarikan daerah tujuan wisata museum angkut dan akan dianalisis kebutuhan ruang terbuka hijaunya.

2.4.1 Tarikan Pergerakan

Tarikan pergerakan adalah jumlah pergerakan yang tertarik ke suatu tata guna lahan atau zona tarikan pergerakan (Tamin, Perencanaan dan Permodelan Transportasi, 2000). Pergerakan lalu lintas merupakan fungsi tata guna lahan yang menghasilkan arus lalu lintas. Hasil dari perhitungan tarikan lalu lintas berupa jumlah kendaraan, orang atau angkutan barang per satuan waktu.

Bangkitan dan tarikan lalu lintas tergantung pada dua aspek tata guna lahan :

- a) Jenis tata guna lahan (jenis penggunaan lahan)
- b) Jumlah aktivitas dan intensitas pada tata guna lahan tersebut.

Jenis tata guna lahan yang berbeda (pemukiman, pendidikan, dan komersial) mempunyai ciri bangkitan lalu lintas yang berbeda, yaitu :

- a) Jumlah arus lalu lintas
- b) Jenis lalu lintas (pejalan kaki, truk atau mobil)
- c) Lalu lintas pada waktu tertentu (kantor menghasilkan lalu lintas pada pagi dan sore, pertokoan menghasilkan arus lalu lintas sepanjang hari)

Pada penelitian ini tarikan pergerakan yang dijadikan wilayah studi penelitian adalah salah satu objek wisata yang ada di Kota Batu yaitu museum angkut. Pada penelitian ini museum angkut menjadi sumber tarikan yang besar bagi wisatawan yang ada sehingga akan dihitung dan dianalisis nilai biokapasitas yang dibutuhkan untuk menyerap emisi yang ditimbulkan dari kegiatan transportasi kendaraannya.

2.4.2 Pengaruh Guna Lahan Terhadap Tarikan Pergerakan

Sebuah kota memiliki berbagai macam aktivitas di dalamnya, seperti bekerja, sekolah dan berbelanja. Aktivitas-aktivitas tersebut tidak terkumpul dalam suatu kawasan sehingga diperlukan pergerakan untuk melakukan berbagai aktivitas tersebut. Pergerakan tersebut dapat berupa pergerakan kendaraan, orang, ataupun barang yang menggunakan sistem jaringan transportasi. Jenis tata guna lahan yang berbeda-beda ini juga mempunyai ciri bangkitan lalu lintas yang berbeda. Hal ini dapat dilihat dari segi (Tamin, 2000:41)

1. Jumlah arus lalu lintas
2. Jenis lalu lintas
3. Lalu lintas pada waktu tertentu

Perubahan guna lahan akan berimplikasi pada perubahan tarikan /bangkitan pergerakan yang juga akan berakibat pada perubahan kebutuhan sarana dan prasarana lalu lintas. Perubahan pada sistem aktivitas akan membangkitkan pergerakan baru yang membebani sistem jaringan dan sistem pergeralan. Bila tambahan tersebut sampai pada batas

kondisi tertentu dan tidak ditanggapi dengan benar akan menimbulkan gangguan pergerakan. Tarikan/bangkitan ditentukan oleh luas lantai bangunan, guna lahan, sekolah dan daya Tarik tempat rekreasi.

Penelitian ini sangat berkaitan erat dengan sektor transportasi. Ini dikarenakan dalam penelitian biokapasitas kegiatan transportasi tarikan objek daya tarik wisata museum angkut Kota Batu akan menjadikan kegiatan dari transportasi itu sendiri menjadi objek penelitian yang akan dicari dan dihitung nilai jejak ekologis transportasinya. Jadi kegiatan transportasi kendaraan yang masuk menuju objek wisata museum angkut akan dihitung kebutuhan luasan ruang terbukanya untuk pemenuhan luasan lahan hijau dalam menyerap emisi CO₂ hasil pembakaran bahan bakar kendaraan.

2.5 Sarana dan Parasarana Lalu Lintas

2.5.1 Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap, dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api dan jalan kabel (UU No. 38 tahun 2004 tentang Jalan). Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, jalan khusus adalah jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri. Bagian-bagian jalan meliputi ruang manfaat jalan, ruang milik jalan, dan ruang pengawasan jalan :

- Ruang manfaat jalan meliputi badan jalan, saluran tepi jalan, dan ambang pengamanannya.
- Ruang milik jalan meliputi ruang manfaat jalan dan sejalar tanah tertentu diluar ruang manfaat jalan.
- Ruang pengawasan jalan merupakan ruang tertentu diluar ruang milik jalan yang ada dibawah pengawasan penyelenggara jalan.

Klasifikasi jalan menurut fungsinya:

Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, menurut fungsinya dikelompokkan kedalam jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan.

- a. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.

- b. Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c. Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
- d. Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

Klasifikasi jalan menurut statusnya:

Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan kedalam jalan nasional, jalan propinsi, jalan kabupaten, jalan kota, dan jalan desa.

- a. Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota propinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
- b. Jalan propinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota propinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis propinsi.
- c. Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk pada jalan nasional dan propinsi yang menghubungkan ibukota kabupaten dan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, dengan pusat kegiatan lokal.
- d. Jalan kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada dalam kota.
- e. Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman dalam desa, serta jalan lingkungan.

Pada penelitian ini jalan merupakan salah satu elemen yang penting dalam menentukan luasan ruang terbuka hijau. Adanya teori ini adalah untuk membantu peneliti dalam mengidentifikasi jenis dan kelas jalan dari lokasi studi.

2.6 Pariwisata

Secara umum pariwisata merupakan suatu perjalanan yang dilakukan seseorang untuk sementara waktu yang diselenggarakan dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan meninggalkan tempat semula dan dengan suatu perencanaan atau bukan maksud untuk

mencari nafkah di tempat yang dikunjunginya, tetapi semata-mata untuk menikmati kegiatan pertamayaan atau rekreasi untuk memenuhi keinginan yang beraneka ragam.

Menurut Kodhyat (1998) pariwisata adalah perjalanan dari suatu tempat ketempat lain, bersifat sementara, dilakukan perorangan atau kelompok, sebagai usaha mencari keseimbangan atau keserasian dan kebahagiaan dengan lingkungan dalam dimensi sosial, budaya, alam dan ilmu. Sedangkan Gamal (2002), pariwisata didefinisikan sebagai bentuk suatu proses kepergian sementara dari seorang, lebih menuju ketempat lain diluar tempat tinggalnya. Dorongan kepergiannya adalah karena berbagai kepentingan baik karena kepentingan ekonomi, sosial, budaya, politik, agama, kesehatan maupun kepentingan lain. Selanjutnya Burkart dan Medlik (1987) menjelaskan pariwisata sebagai suatu trasformasi orang untuk sementara dan dalam waktu jangka pendek ketujuan-tujuan di luar tempat di mana mereka biasanya hidup dan bekerja, dan kegiatan-kegiatan mereka selama tinggal di tempat-tempat tujuan itu.

Pada penelitian ini yang dijadikan sebagai lokasi penyumbang tarikan pergerakan kendaraan transportasi adalah objek wisata museum angkut Kota Batu. Oleh karena itu objek wisata museum angkut ini akan dihitung nilai jejak ekologisnya dari kendaraan yang masuk menuju lokasi wisata ini.

2.7 Pencemaran Udara Akibat Kendaraan Bermotor

Pencemaran Lingkungan atau polusi adalah proses masuknya polutan ke dalam suatu lingkungan sehingga dapat menurunkan kualitas lingkungan tersebut. Menurut Undang-undang Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 4 tahun 1982, pencemaran lingkungan atau polusi adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Menurut UU No. 32 tahun 2009, pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan.

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI nomor 1407 tahun 2002 tentang Pedoman Pengendalian Dampak Pencemaran Udara, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara oleh kegiatan

manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan atau mempengaruhi kesehatan manusia.

Menurut Peraturan Pemerintah No.41/1999, Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi dan atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Sumber pencemar udara dapat bersifat alami maupun antropogenik (aktivitas manusia). Menurut peraturan pemerintah No.41/1999, sumber pencemar terdiri atas 5 kelompok, yaitu :

1. Sumber bergerak: sumber emisi yang bergerak atau tidak tetap pada suatu tempat yang berasal dari kendaraan bermotor.
2. Sumber bergerak spesifik: serupa dengan sumber bergerak namun berasal dari kereta api, pesawat terbang, kapal laut dan kendaraan berat lainnya.
3. Sumber tidak bergerak: sumber emisi yang tetap pada suatu tempat.
4. Sumber tidak bergerak spesifik: serupa dengan sumber tidak bergerak namun berasal dari kebakaran hutan dan pembakaran sampah.
5. Sumber gangguan: sumber pencemar yang menggunakan media udara atau padat untuk penyebarannya. Sumber ini terdiri dari kebisingan, getaran, kebauan dan gangguan lain.

Udara merupakan faktor yang penting dalam kehidupan, namun dengan meningkatnya pemakaian kendaraan bermotor, kualitas udara telah mengalami perubahan. Udara yang dulunya segar, kini kering dan kotor. Perubahan lingkungan udara pada umumnya disebabkan pencemaran udara, yaitu masuknya zat pencemar (berbentuk gas atau partikel kecil/aerosol) ke dalam udara (Moestikahadi,2001)

Jenis sumber pencemaran udara yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sumber emisi bergerak yang berasal dari kendaraan bermotor yang melintasi jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas yang menuju objek wisata museum angkut Kota Batu.

2.8 Studi Terdahulu

Dalam penelitian ini peneliti juga mengacu pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan yang berhubungan dengan Biokapasitas Ruang Terbuka Hijau Tarikan Objek Daya Tarik Wisata Musuem Angkut Kota Batu yang nantinya metode maupun tahapan analisisnya dapat dijadikan refrensi dalam melakukan penelitian ini. Berikut merupakan **Tabel 2.3** yaitu tabel studi terdahulu.

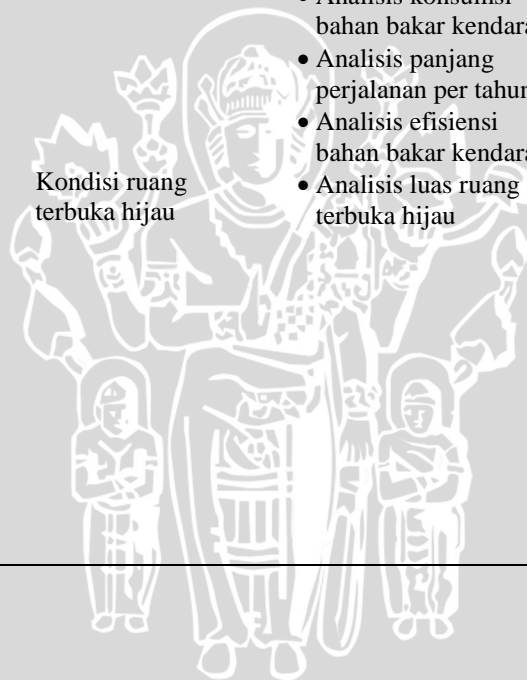
Tabel 2. 3 Studi Terdahulu

No	Judul	Tujuan	Variabel	Metode Analisis	Output	Kontribusi Terhadap Penelitian
1	Assessing The Ecological Footprint for The University of Redlands Oleh: Jason Venetoulis, 2001	Menilai jejak ekologis untuk Universitas Redlands	Air Limbah Padat Energi Transportasi	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis hydroprint • Analisis wasteprint • Analisis energyprint • Analisis UR's ecological footprint 	<ul style="list-style-type: none"> • Nilai hydroprint • Nilai wasteprint • Nilai energyprint • Nilai UR's ecological footprint 	Peneliti menggunakan teori terkait jejak ekologis energi dari penelitian ini.
2	Carbon Footprint Tarikan Universitas Brawijaya Kota Malang Oleh: Kartika Eka Sari, Christina Meidiana, Ismu Rini Dwi Ari, Mustika Anggraeni, 2014	Mengetahui jejak ekologis transportasi tarikan Universitas Brawijaya Kota Malang	Jejak ekologis fisik Jejak ekologis energi Jejak ekologis transportasi	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis luas jalan • Analisis volume kendaraan • Analisis panjang perjalanan per tahun • Analisis efisiensi bahan bakar • Analisis jejak ekologis fisik • Analisis jejak ekologis energi 	<ul style="list-style-type: none"> • Jejak ekologis fisik Universitas Brawijaya • Jejak ekologis energi Universitas Brawijaya • Jejak ekologis transportasi Universitas Brawijaya 	Peneliti menggunakan teori terkait jejak ekologis dari penelitian ini.
3	Estimating The Ecological Footprint of Vehicles In The City of Athens Oleh: A. Zamba and K. Hadjibiros, 2007	Memperkirakan jejak ekologis dari kendaraan bermotor di Kota Athena	Jejak ekologis fisik Jejak ekologis energi Jejak ekologis transportasi	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis luas jalan • Analisis volume kendaraan • Analisis panjang perjalanan per tahun • Analisis efisiensi bahan bakar • Analisis jejak ekologis fisik • Analisis jejak ekologis energi 	<ul style="list-style-type: none"> • Jejak ekologis fisik Kota Athena • Jejak ekologis energi Kota Athena • Jejak ekologis transportasi Kota Athena 	Peneliti menggunakan teori terkait jejak ekologis dari penelitian ini.

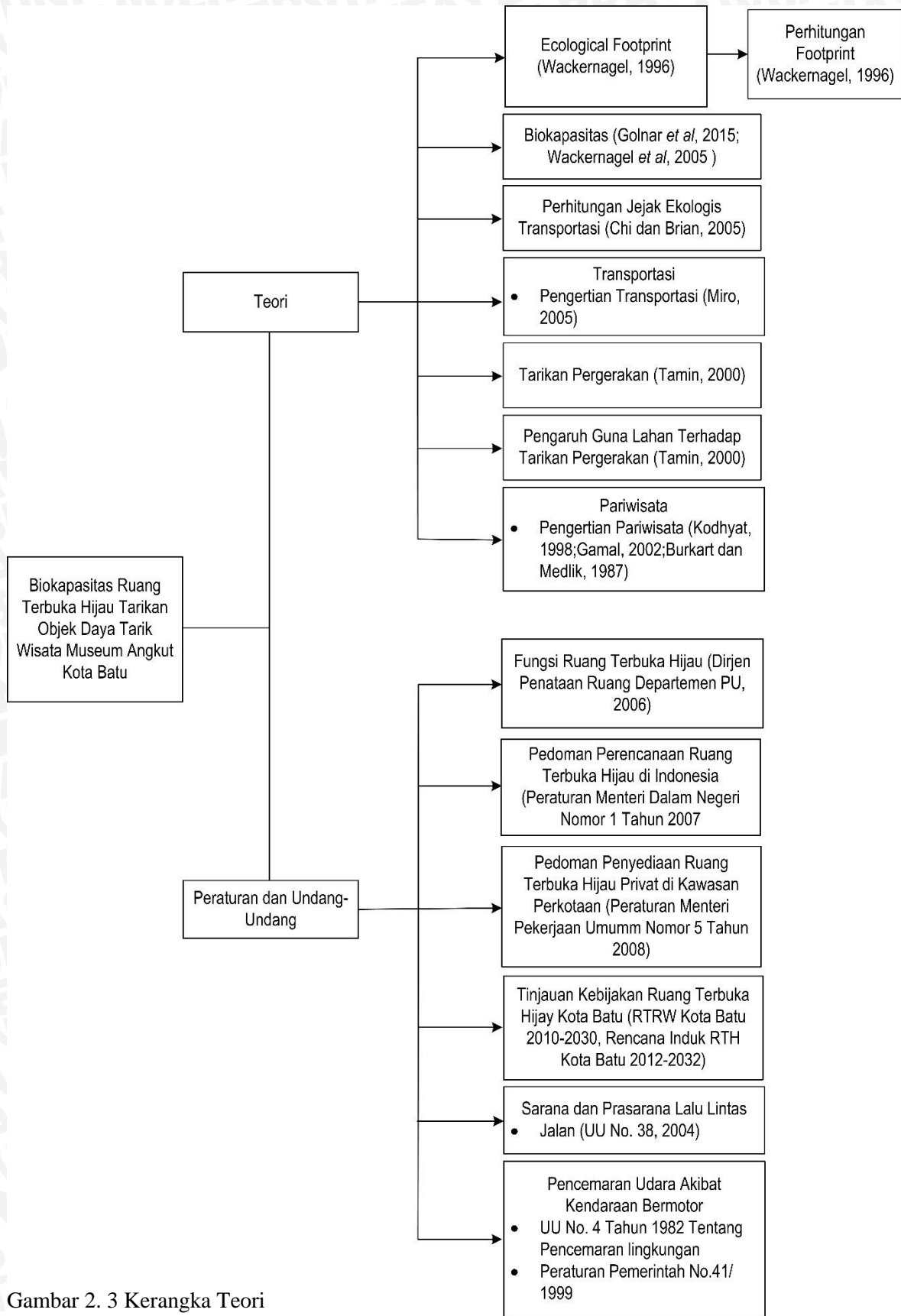
No	Judul	Tujuan	Variabel	Metode Analisis	Output	Kontribusi Terhadap Penelitian
4	Estimating The Ecological Footprint of Transportation In The City of Isphahan (Iran) Oleh: Kamran Shayesteh, Kobra Melhosseini Darani, and Alireza Ildoromi, 2014	Memperkirakan jejak ekologis transportasi di Kota Isphahan (Iran)	Jejak ekologis fisik Jejak ekologis energi Jejak ekologis transportasi	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis luas jalan • Analisis volume kendaraan • Analisis panjang perjalanan per tahun • Analisis efisiensi bahan bakar • Analisis jejak ekologis fisik • Analisis jejak ekologis energi 	<ul style="list-style-type: none"> • Jejak ekologis fisik Kota Isphahan (Iran) • Jejak ekologis energi Kota Isphahan (Iran) • Jejak ekologis transportasi Kota Isphahan (Iran) 	Peneliti menggunakan teori terkait jejak ekologis dari penelitian ini.
5	Kajian Jejak Ekologis (Ecological Footprint) di Zona Industri Genuk, Kota Semarang Oleh: Sudanti, Sudharto P. Hadi, Sutikno, Purwanto, 2013	Menghitung nilai jejak ekologis di zona industri genuk, Kota Semarang	Jejak ekologis Biokapasitas	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis luas wilayah • Analisis energi, sumberdaya dan limbah • Analisis luas lahan tiap kategori lahan • Analisis yield faktor • Equivalence faktor 	<ul style="list-style-type: none"> • Jejak ekologis di zona industri genuk, Kota Semarang • Nilai biokapasitas di zona industri genuk, Kota Semarang 	Peneliti menggunakan teori terkait jejak ekologis dari penelitian ini.
6	Kompensasi Emisi CO ₂ Kendaraan Bermotor dengan RTH pada Ruas Jalan Borobudur Berbasis Konsep Jejak Ekologis Oleh: Silvia Rusdiana Dian Novarina, Agus Dwi Wicaksono, Mustika Anggraeni, 2011	Menentukan kompensasi emisi CO ₂ dari kendaraan bermotor pada ruas jalan Borobudur	Jejak ekologis fisik Jejak ekologis energi Jejak ekologis transportasi Ruang terbuka hijau	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis luas jalan • Analisis volume kendaraan • Analisis panjang perjalanan per tahun • Analisis efisiensi bahan bakar • Analisis jejak ekologis fisik • Analisis jejak ekologis energi • Analisis kebutuhan vegetasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Jejak ekologis fisik jalan Borobudur • Jejak ekologis energi jalan Borobudur • Jejak ekologis transportasi jalan Borobudur • Kebutuhan vegetasi jalan Borobudur dalam menyerap emisi CO₂ 	Peneliti menggunakan teori terkait jejak ekologis dari penelitian ini.
7	Some Aspects of Tehran's Ecological Footprint	Menghitung jejak ekologis dari Tehran	Kebutuhan makanan	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis jejak ekologis di area makanan 	<ul style="list-style-type: none"> • Jejak ekologis di area makanan Tehran 	Peneliti menggunakan teori

No	Judul	Tujuan	Variabel	Metode Analisis	Output	Kontribusi Terhadap Penelitian
	Oleh: Simin Tavallai, 2009		Konsumsi barang dan jasa per kapita Konsumsi kebutuhan rumah	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis jejak ekologis konsumsi barang dan jasa er kapita • Analisis jejak ekologis di area permukiman 	<ul style="list-style-type: none"> • Jejak ekologis konsumsi barang dan jasa per kapita Tehran • Jejak ekologis di area permukiman Tehran • Total jejak ekologis Tehran 	terkait jejak ekologis dari penelitian ini.
8	Studi Jejak Ekologis Transportasi dari Penggunaan Kendaraan Bermotor oleh Wisatawan Museum Pos Indonsia dan Kebun Binatang Bandung terhadap Ruang Terbuka Hijau di Kota Bandung Oleh: Amelia Novie Astuti, Arief Rosyidie, 2014	Menghitung besaran emisi CO ₂ yang dihasilkan dari penggunaan kendaraan bermotor	Jejak ekologis fisik Jejak karbon	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis luas jalan • Analisis emisi kendaraan 	<ul style="list-style-type: none"> • Jejak ekologis fisik pengguna kendaraan bermotor oleh wisatawan • Jejak karbon pengguna kendaraan bermotor oleh wisatawan 	Peneliti menggunakan teori terkait jejak ekologis dari penelitian ini.
9	Sustainable Transport Planning: Estimating The Ecological Footprint of Vehicle Travel in Future Years Oleh: Guangqing Chi and Stone Jr, 2005	Memperkirakan jejak ekologis dari kendaraan bermotor di masa yang akan datang	Jejak ekologis fisik Jejak ekologis energi Zona penyangga Perkiraan jejak ekologis transportasi	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis luas jalan • Analisis volume kendaraan • Analisis panjang perjalanan per tahun • Analisis efisiensi bahan bakar • Anaisis produktivitas hutan lokal • Analisis buffer zona penyangga • Analisis regresi linier 	<ul style="list-style-type: none"> • Jejak ekologis fisik • Jejak ekologis energi • Pemetaan jejak ekologis transportasi • Proyeksi jejak ekologis transportasi 	Peneliti menggunakan teori terkait jejak ekologis dari penelitian ini.
10	Transportation Sustainability of Dhaka: A Measure of Ecological Footprint and Means for Sustainable Transportation System	Mengukur jejak ekologis untuk menjadikan sistem transportasi yang	Jejak ekologis fisik Jejak ekologis energi	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis luas jalan • Analisis volume kendaraan • Analisis panjang perjalanan per tahun 	<ul style="list-style-type: none"> • Jejak ekologis fisik Kota Dhaka • Jejak ekologis energi Kota Dhaka 	Peneliti menggunakan teori terkait jejak ekologis dari penelitian ini.

No	Judul	Tujuan	Variabel	Metode Analisis	Output	Kontribusi Terhadap Penelitian
	Oleh: S.M. Labib, Hossain Mohiuddin and Shahadat Hossain Shakil, 2013	berkelanjutan di Kota Dhaka	Jejak ekologis transportasi	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis efisiensi bahan bakar • Analisis jejak ekologis fisik • Analisis jejak ekologis energi 	<ul style="list-style-type: none"> • Jejak ekologis transportasi Kota Dhaka 	
11	Biokapasitas Ruang Terbuka Hijau Tarikan Objek Daya Tarik Wisata Museum Angkut Kota Batu Oleh: Dimas Arya Putra, Kartika Eka Sari, Mustika Anggraeni, 2016	Menghitung jejak ekologis energi dan menghitung luasan ruang terbuka hijau dari tarikan objek wisata museum angkut Kota Batu	Jejak ekologis energi Kondisi ruang terbuka hijau	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis volume kendaraan • Analisis konsumsi bahan bakar kendaraan • Analisis panjang perjalanan per tahun • Analisis efisiensi bahan bakar kendaraan • Analisis luas ruang terbuka hijau 	<p>Adapun persamaan dengan penelitian terdahulu adalah:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penelitian ini menggunakan teori jejak ekologis yang sama <p>Adapun perbedaan dengan penelitian terdahulu adalah:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fokus penelitian ini adalah pada tahap kedua yaitu menghitung jejak ekologis energi • Pada penelitian ini dilakukan perhitungan terhadap kebutuhan luasan ruang terbuka dari kegiatan transportasi 	-



2.9 Kerangka Teori



Gambar 2. 3 Kerangka Teori

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

