

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Definisi Operasional

Definisi operasional di dalam sebuah penelitian bertujuan untuk menghindari kesalahan pemahaman dalam menafsirkan istilah yang berkaitan dengan judul atau kajian penelitian ini.

- **Biokapasitas Ruang Terbuka Hijau** adalah perhitungan daya dukung kemampuan luasan ruang terbuka hijau yang dihasilkan secara langsung dari kegiatan transportasi yang berasal dari setiap liter konsumsi bahan bakar kendaraan yang melewati jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas Kota Batu.
- **Tarikan Objek Daya Tarik Wisata** adalah usaha atau kemampuan suatu objek wisata dalam menarik dan mendatangkan wisatawan dalam jumlah banyak untuk mengunjungi sebuah objek wisata.
- **Museum Angkut Kota Batu** adalah salah satu sarana pariwisata yang berada di Kota Batu dengan klasifikasi A dan merupakan objek wisata unggulan yang akan dikunjungi oleh banyak wisatawan.

Berdasarkan definisi dari kata biokapasitas ruang terbuka hijau, tarikan objek daya tarik wisata dan museum angkut Kota Batu dapat disimpulkan bahwa penelitian biokapasitas ruang terbuka hijau tarikan objek daya tarik wisata museum angkut Kota Batu merupakan besaran perhitungan daya dukung kemampuan luasan ruang terbuka yang dihasilkan secara langsung dari kegiatan transportasi yang berasal dari tiap liter konsumsi bahan bakar kendaraan yang melewati jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas menuju objek wisata yang dapat menarik dan mendatangkan wisatawan dalam jumlah banyak yaitu objek wisata museum angkut Kota Batu.

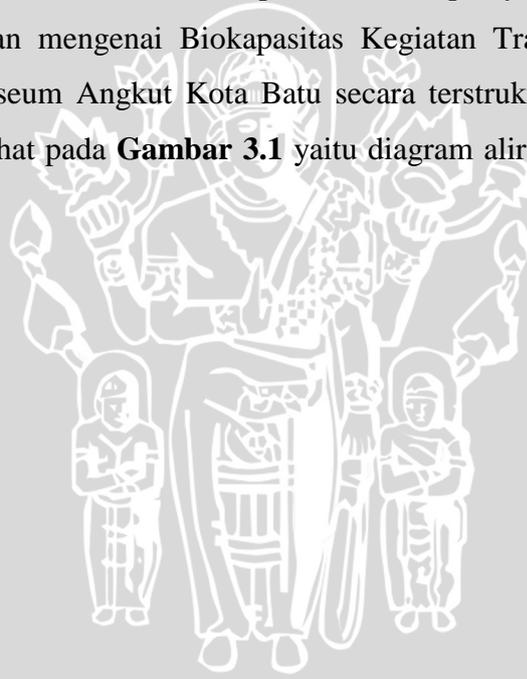
3.2 Jenis Penelitian

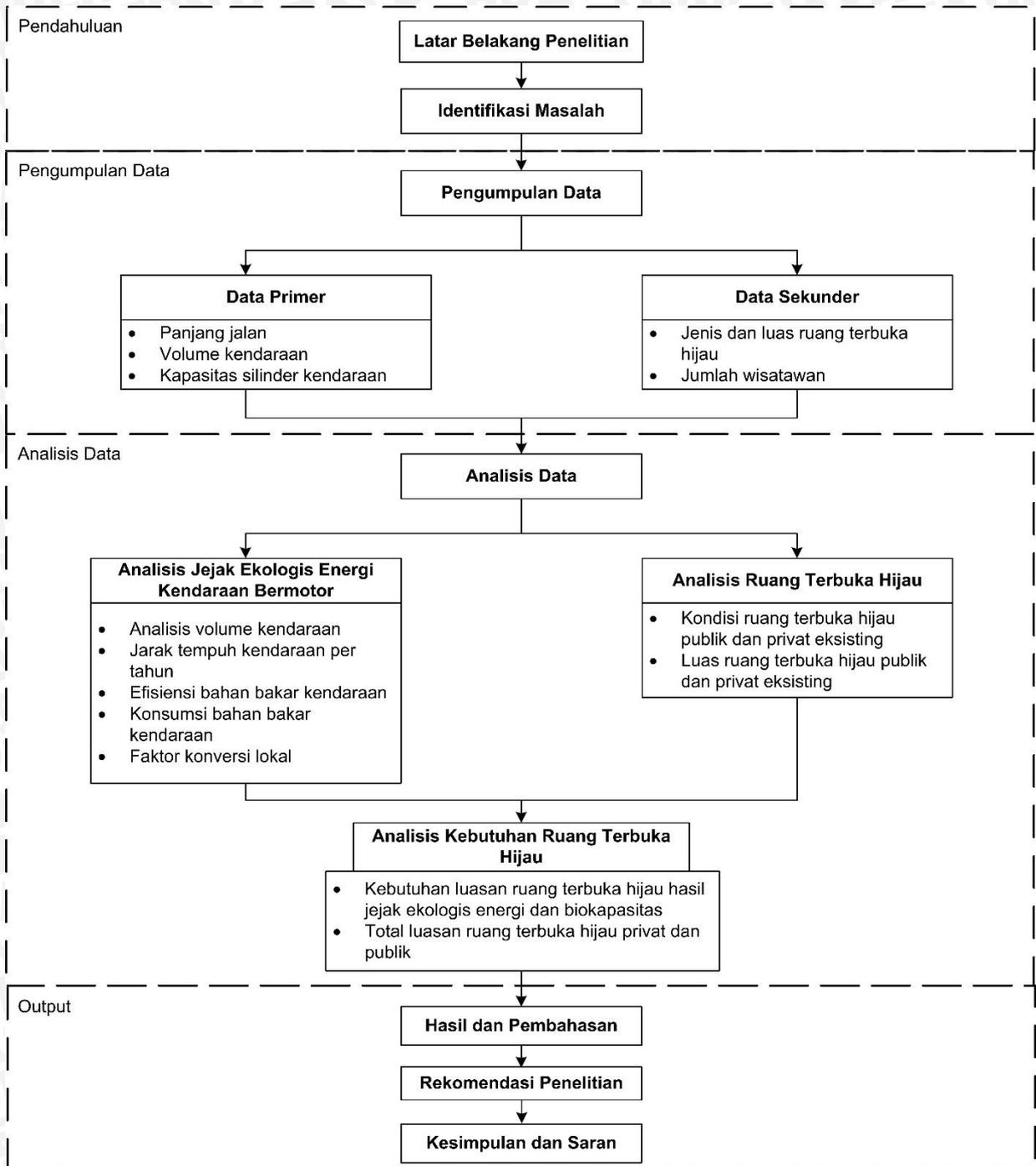
Penelitian mengenai Biokapasitas Ruang Terbuka Hijau Tarikan Objek Daya Tarik Wisata Museum Angkut Kota Batu termasuk jenis penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk penelitian terhadap populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrument

penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Metode ini disebut sebagai metode ilmiah /scientific karena telah memenuhi kaidah–kaidah ilmiah yaitu konkrit/empiris, objektif, terukur, rasional, dan sistematis. Metode ini disebut metode kuantitatif karena data penelitian berupa angka dan analisis yang berupa data statistik (Sugiyono, 2011). Penelitian ini bersifat kuantitatif dikarenakan adanya perhitungan jejak ekologis energi yang melibatkan tahapan perhitungan yaitu efisiensi bahan bakar kendaraan, jarak tempuh kendaraan, total konsumsi kendaraan dan faktor konversi. Dalam penelitian ini alat analisis utama yang digunakan adalah analisis jejak ekologis energi dan analisis kebutuhan ruang terbuka hijau.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian adalah diagram yang mampu menjelaskan kerangka pengerjaan dari penelitian yang dilakukan dan mempermudah tahapan yang akan dilakukan dalam menyelesaikan penelitian mengenai Biokapasitas Kegiatan Transportasi Tarikan Objek Daya Tarik Wisata Museum Angkut Kota Batu secara terstruktur dan sistematis. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 3.1** yaitu diagram alir penelitian sebagai berikut.





Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang digunakan dalam penelitian Biokapasitas Kegiatan Transportasi Tarikan Objek Daya Tarik Wisata Museum Angkut Kota Batu adalah jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas. Jalan Sultan Agung merupakan ruas jalan dengan kelas kolektor primer dan jalan Abdul Ghani Atas merupakan ruas jalan dengan kelas jalan lokal sekunder (data RTRW Kota Batu tahun 2010-2030). Kedua ruas jalan ini menjadi inlet atau rute masuk bagi wisatawan menuju lokasi objek wisata museum angkut. Jalan Sultan Agung memiliki median jalan berupa taman kota yaitu taman kota jalan Sultan Agung dan hutan kota yaitu hutan kota bondas sebagai ruang terbuka hijau publik sedangkan pada jalan Abdul Ghani Atas tidak terdapat ruang terbuka hijau publik.

3.5 Variabel Penelitian

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

Tujuan penelitian, ini adalah menghitung jejak ekologis energi tarikan objek wisata museum angkut Kota Batu dan menghitung kebutuhan luasan ruang terbuka hijau tarikan objek wisata museum angkut Kota Batu. Berdasarkan teori dan beberapa studi terdahulu yang pernah dilakukan maka ditetapkan variabel yang akan diteliti dalam penelitian ini yang dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian

Tujuan Penelitian	Variabel	Sub Variabel	Sumber Pustaka	Dasar Pertimbangan
Menghitung jejak ekologis energi tarikan objek wisata museum angkut Kota Batu	<ul style="list-style-type: none"> Jarak tempuh kendaraan per tahun Rata-rata efisiensi bahan bakar 	<ul style="list-style-type: none"> Volume kendaraan Panjang jalan Jumlah hari dalam satu tahun Konsumsi energi spesifik kendaraan 	<ul style="list-style-type: none"> Wackernagel, 1996 Chi dan Brian, 2005 Soni S. Wirawan, <i>et al.</i>, 2008 	<ul style="list-style-type: none"> Variabel dalam mengidentifikasi jejak ekologis energi digunakan untuk menghitung kebutuhan luasan ruang terbuka hijau oleh kegiatan transportasi tarikan objek wisata museum angkut.

Tujuan Penelitian	Variabel	Sub Variabel	Sumber Pustaka	Dasar Pertimbangan
Menghitung kemampuan luasan ruang terbuka hijau tarikan objek wisata museum angkut Kota Batu	<ul style="list-style-type: none"> Kondisi ruang terbuka hijau 	<ul style="list-style-type: none"> Luas ruang terbuka hijau 	<ul style="list-style-type: none"> Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 5 tahun 2008 Dirjen Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum, 2006 	<ul style="list-style-type: none"> Variabel dalam mengidentifikasi kebutuhan luasan ruang terbuka hijau digunakan untuk menentukan luas eksisting ruang terbuka hijau dalam menghitung kebutuhan total kebutuhan ruang terbuka hijau.

3.6 Metode Pengumpulan Data

Sebuah penelitian memerlukan data dan informasi yang pastinya harus berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Jenis data yang digunakan dapat berupa data primer maupun data sekunder tergantung kepada kebutuhan dan analisis yang akan digunakan. Dalam penelitian Biokapasitas Kegiatan Transportasi Tarikan Objek Daya Tarik Wisata Museum Angkut Kota Batu, data diperoleh dengan menggunakan kedua jenis data yaitu data primer dan sekunder. Berdasarkan sumbernya, jenis data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

a. Data primer

Data primer berisi informasi yang langsung dikumpulkan dari sumber informasi dan peneliti disini bertindak sebagai pengumpul data data yang diperlukan. Dalam penelitian Biokapasitas Kegiatan Transportasi Tarikan Objek Daya Tarik Wisata Museum Angkut Kota Batu beberapa data yang termasuk kedalam jenis data primer adalah panjang dan lebar jalan, volume kendaraan, jumlah kendaraan berdasarkan kapasitas silinder kendaraan, serta identifikasi mengenai ruang terbuka hijau di ruas jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas.

b. Data Sekunder

Data sekunder berisi segala informasi terkait dengan jejak ekologis transportasi yang dikumpulkan oleh peneliti dari berbagai sumber diantaranya adalah referensi atau studi literatur dan data dari instansi terkait yang berhubungan dengan penelitian.

3.6.1 Survei Primer

Survei primer adalah metode pengumpulan data melalui pengamatan secara langsung kondisi yang ada di lapangan. Survei primer dapat berupa observasi atau pengamatan langsung di lapangan ataupun wawancara kepada responden yang telah

ditentukan sebelumnya. Kegiatan survei primer dilakukan untuk memperoleh data eksisting yang selanjutnya akan dicocokkan dengan data sekunder yang telah diperoleh. Berikut merupakan kegiatan survei primer yang akan dilakukan dalam penelitian Biokapasitas Kegiatan Transportasi Tarikan Objek Daya Tarik Wisata Museum Angkut Kota Batu.

A. Survei volume kendaraan

Survei ini dilakukan untuk mendapatkan data dan informasi mengenai jumlah kendaraan yang melewati ruas jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas. Pengamatan dilakukan pada saat *weekday* dan *weekend*. Lama pengamatan dilakukan selama jam operasi museum angkut yaitu dari jam 11.00 – jam 20.00 atau selama 9 jam. Pengamatan dilakukan pada hari rabu yang mewakili *weekday* dikarenakan jumlah kendaraan yang menuju museum angkut Kota Batu paling besar dibandingkan dengan hari Senin, Selasa, Kamis maupun Jum'at dan pada hari Minggu yang mewakili *weekend* dikarenakan pada hari Minggu jumlah wisatawan yang menuju museum angkut Kota Batu paling besar dibandingkan pada hari Sabtu. Jumlah kendaraan yang masuk menuju museum angkut dapat dilihat pada **Tabel 3.2**. Untuk perhitungan LHR kendaraan yang di survei antara lain:

- Kendaraan ringan (LV) merupakan kendaraan bermotor dua as beroda dengan jarak as 2,0 – 3,0 termasuk mobil penumpang, pickup, dan truk kecil.
- Kendaraan berat (HV) merupakan kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,5 m biasanya roda lebih dari 4 termasuk bus, truk 2 as, truk 3 as, truk kombinasi.
- Sepeda motor (MC) merupakan kendaraan bermotor beroda dua.
- Kendaraan tak bermotor merupakan kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan termasuk sepeda, becak, dan kereta kuda.

Dari keempat jenis kendaraan yang di survei saat LHR akan diklasifikasikan lagi berdasarkan kapasitas silinder kendaraan atau satuan volume silinder pada sebuah mesin kendaraan kecuali kendaraan tak bermotor seperti sepeda, becak dan kereta kuda. Berikut merupakan **Tabel 3.2** yaitu tabel perhitungan kendaraan masuk museum angkut hari Senin sampai hari Minggu.

Tabel 3. 2 Perhitungan Kendaraan Masuk Museum Angkut Hari Senin sampai Hari Minggu

No	Hari	Jumlah Kendaraan yang Masuk
1	Senin	605
2	Selasa	552
3	Rabu	685

No	Hari	Jumlah Kendaraan yang Masuk
4	Kamis	548
5	Jum'at	561
6	Sabtu	824
7	Minggu	1024

Sumber: Survei Primer, 2015

B. Survei kapasitas silinder kendaraan

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

Tahapan awal yang dilakukan untuk mengetahui konsumsi bahan bakar kendaraan adalah dengan mengklasifikasikan kapasitas silinder kendaraan bermotor (CC) yang masuk objek wisata museum angkut melalui jalan Sultan Agung dan Abdul Ghani Atas. Identifikasi kapasitas silinder kendaraan dapat diketahui dari merk kendaraan tersebut, kendaraan dengan jenis yang sama belum tentu memiliki kapasitas silinder yang sama. Oleh karena itu identifikasi dilakukan berdasarkan merk kendaraan untuk mengetahui kapasitas silinder dari kendaraan tersebut. Survei primer kapasitas silinder kendaraan dilakukan pada titik pengamatan yang sama dengan survei volume kendaraan dan pada jam jam puncak (*peak hour*) sesuai dengan hasil survei volume kendaraan.

C. Survei geometri jalan

Survei geometri jalan dilakukan untuk mengetahui panjang dan lebar jalan dari kedua ruas jalan yang menjadi inlet atau rute masuk menuju objek wisata museum angkut Kota Batu yaitu jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas.

D. Survei Ruang Terbuka Hijau

Survei ruang terbuka hijau digunakan untuk melihat langsung kondisi wilayah perencanaan yang bertujuan untuk mendapatkan data – data yang langsung antara lain luas ruang terbuka hijau eksisting pada ruas jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas.

E. Titik Survei Pengamatan Kendaraan

Pada kawasan lokasi penelitian terdapat dua koridor jalan yaitu jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas yang menjadi inlet atau rute utama menuju objek wisata museum angkut Kota Batu. Oleh karena itu diperlukan dua titik pengamatan untuk menghitung jumlah kendaraan yang masuk menuju lokasi penelitian. Titik 1 merupakan titik pengamatan untuk menghitung kendaraan yang masuk melalui jalan Sultan Agung.

Titik 1 dipilih sebagai titik pengamatan karena pada titik ini kendaraan yang datang dari arah jalan Sultan Agung dapat diamati dan dihitung dengan baik. Berikut merupakan **Gambar 3.2** yaitu titik pengamatan dari kendaraan yang masuk dari jalan Sultan Agung.



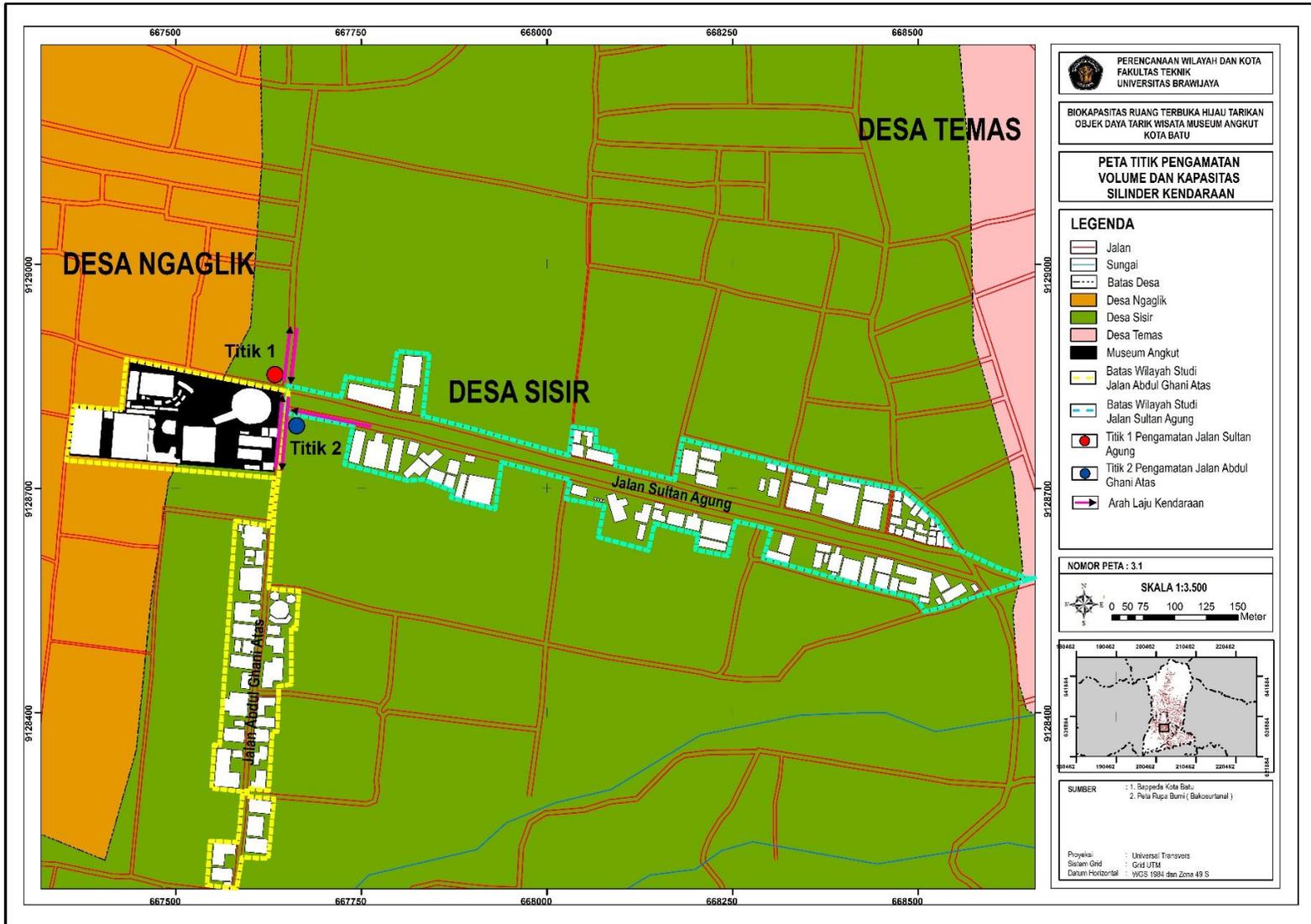
Gambar 3. 2 Titik Pengamatan Kendaraan Masuk Museum Angkut Melalui Jalan Sultan Agung

Titik 2 merupakan titik pengamatan untuk menghitung kendaraan yang masuk melalui jalan Abdul Ghani Atas. Titik 2 dipilih sebagai titik pengamatan karena pada titik ini kendaraan yang datang dari arah jalan Abdul Ghani Atas dapat diamati dan dihitung dengan baik. Berikut merupakan **Gambar 3.3** yaitu titik pengamatan dari kendaraan yang masuk dari jalan Abdul Ghani Atas.



Gambar 3. 3 Titik Pengamatan Kendaraan Masuk Museum Angkut Melalui Jalan Abdul Ghani Atas

Berikut merupakan **Gambar 3.4** yaitu peta titik pengamatan volume dan kapasitas silinder kendaraan menuju objek daya tarik wisata museum angkut Kota Batu melewati ruas jalan Sultan Agung (titik 1) dan jalan Abdul Ghani Atas (titik 2).



Gambar 3. 4 Peta Titik Pengamatan Volume dan Kapasitas Silinder Kendaraan

3.6.2 Survei Sekunder

Survei sekunder adalah survei yang dilakukan dengan cara mengumpulkan informasi atau data terkait dengan penelitian yang bersumber dari literatur maupun dokumen-dokumen yang terkait dengan penelitian Biokapasitas Ruang Terbuka Hijau Tarikan Objek Daya Tarik Wisata Museum Angkut Kota Batu. Berdasarkan sumber datanya, data yang akan diambil pada saat survei sekunder antara lain :

- A. Sudi Literatur, mengetahui teori –teori dan penelitian terdahulu dengan tema serupa yaitu tentang Biokapasitas Ruang Terbuka Hijau Tarikan Objek Daya Tarik Wisata Museum Angkut Kota Batu.
- B. Data Instansi terkait, yaitu dengan mengumpulkan informasi dari instansi-instansi terkait seperti Bappeda Kota Batu, Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Batu serta Dinas Pariwisata dan Kebudayaan.

Secara lebih jelas mengenai perolehan data dari instansi terkait dapat dilihat pada

Tabel 3.3 dibawah ini.

Tabel 3. 3 Data Sekunder Instansi Terkait

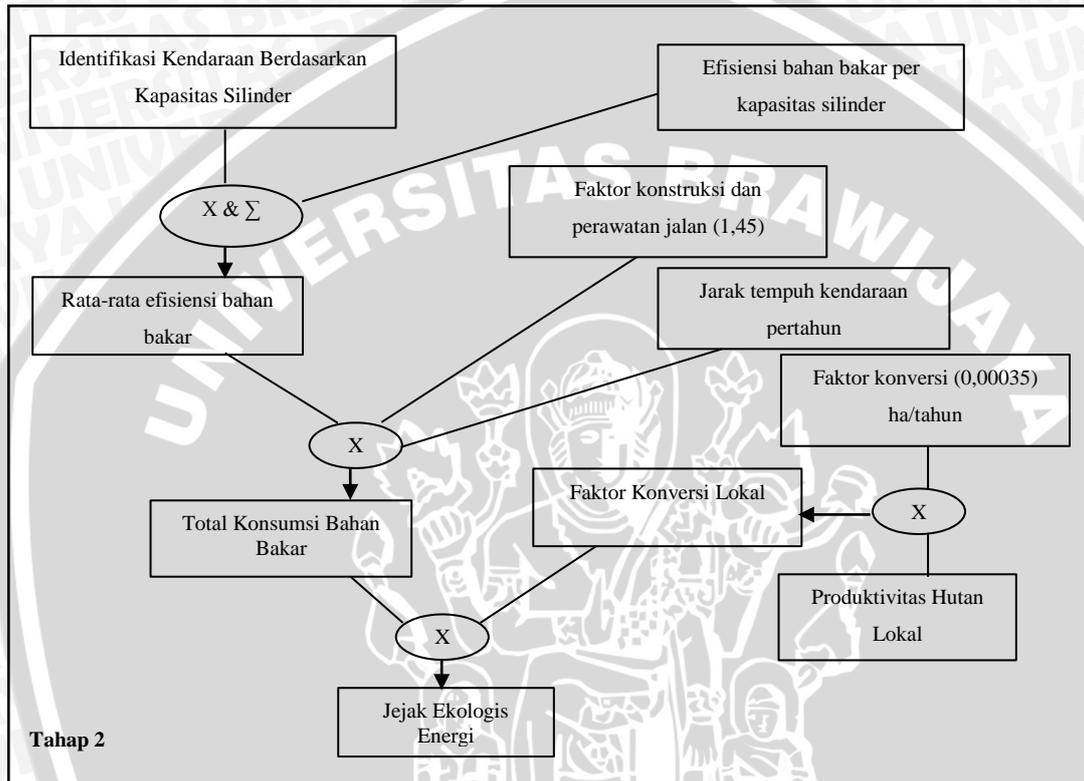
No	Jenis Data	Dokumen	Instansi
1	<ul style="list-style-type: none"> • Gambaran umum administrasi Kota Batu • Penggunaan lahan Kota Batu • Kependudukan Kota Batu • Peta administrasi Kota Batu • Peta guna lahan Kota Batu • Peta hirarki jalan Kota Batu • Peta sebaran ruang terbuka hijau Kota Bau 	<ul style="list-style-type: none"> • RTRW Kota Batu Tahun 2010-2030 • Kota Batu dalam Angka Tahun 2011-2015 • Statistik Daerah Kota Batu Tahun 2015 	Bappeda Kota Batu
2	<ul style="list-style-type: none"> • Luas ruang terbuka hijau Kota Malang • Jenis ruang terbuka hijau Kota Batu • Gambaran umum ruang terbuka hijau Kota Batu 	<ul style="list-style-type: none"> • Rencana Induk Ruang Terbuka Hijau Kota Batu 2012-2032 	Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Batu
3	<ul style="list-style-type: none"> • Data wisatawan yang berkunjung di Kota Batu • Total objek wisata Kota Batu • Gambaran umum pariwisata Kota Batu 	<ul style="list-style-type: none"> • Rencana Induk Pariwisata Kota Batu 2014-2029 	Dinas Pariwisata dan Kebudayaan

3.7 Metode Analisis

Metode analisis digunakan untuk mengolah data – data yang diperoleh dari hasil survei baik primer maupun sekunder guna mewujudkan tujuan dan sasaran yang ingin dicapai. Analisis digunakan juga untuk membantu dalam memberikan pilihan terbaik dari kondisi nyata yang ada. Selain itu, analisis juga akan memberikan pemahaman yang luas akan suatu konsep yang akan dijalankan.

3.7.1 Analisis Jejak Ekologis Energi

Analisis jejak ekologis energi merupakan analisis yang digunakan untuk menghitung jejak ekologis energi yang diartikan sebagai luasan lahan hijau yang dibutuhkan untuk mendukung kegiatan transportasi dan menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan oleh per liter konsumsi kendaraan bermotor pada ruas jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 3.5** sebagai berikut.



Gambar 3. 5 Skema Perhitungan Jejak Ekologis Energi
Sumber: Chi dan Brian, 2005

Pada penelitian ini, tahapan yang dipakai hanya dibatasi pada hasil dari jejak ekologis energi pada tahap kedua. Dari nilai jejak ekologis energi akan dihasilkan luasan kebutuhan ruang terbuka hijau untuk menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor menuju objek wisata museum angkut Kota Batu.

A. Analisis 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. Perhitungan jejak ekologis energi merupakan tahap kedua yaitu mengalikan total jarak yang ditempuh kendaraan bermotor (km) per tahun dengan jumlah konsumsi bahan bakar (liter/km) dan faktor konversi yang digunakan untuk menghitung jumlah lahan hijau total dibutuhkan untuk menyerap emisi CO₂ dari satu liter penggunaan

bahan bakar fosil serta memperhitungkan penggunaan energi dalam melakukan konstruksi dan perawatan jaringan jalan. Untuk mengetahui panjang perjalanan yang ditempuh kendaraan bermotor (km) per tahun yaitu volume lalu lintas yang diperoleh dari lalu lintas harian rata-rata dikalikan dengan panjang jalan dan jumlah hari dalam setahun. Setelah perkiraan tersebut diperoleh, panjang perjalanan yang ditempuh kendaraan dikalikan dengan rata-rata faktor efisiensi bahan bakar untuk menghasilkan perkiraan total konsumsi bahan bakar emisi CO₂.

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 (3-1) berikut.

$$\frac{1 \times 0,035 GJ/L}{100 GJ/ha/tahun} = 0,00035 \text{ ha/L/tahun} \dots \dots \dots (3-1)$$

dengan :

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 (3-2) yaitu perhitungan jejak ekologis energi adalah sebagai berikut.

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

keterangan:

JEE = Jejak ekologis energi (hektar/tahun)

Σ*c* = Total konsumsi bahan bakar kendaraan (liter/tahun)

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

1. 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 Penelitian 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 merupakan **Tabel 3.4** yaitu tabel efisiensi konsumsi bahan bakar kendaraan.

Tabel 3. 4 Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Bermotor

No	Jenis Kendaraan		Efisiensi Bahan Bakar (lt/km)
1	Sepeda Motor	Bensin	0,03
2	Mobil Pribadi	Bensin	0,12
		Solar	0,11
	Penumpang Umum	Bensin	0,11
		Solar	0,06
3	Bus	Bus Kecil	Bensin 0,11
		Bus Sedang	Solar 0,12
		Bus Besar	Solar 0,17
4	Truk	Truk Kecil	Bensin 0,08
			Solar 0,11
		Truk Sedang	Solar 0,15
		Truk Besar	Solar 0,16

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

Adapun persamaan (3-3) yang bisa digunakan dalam menentukan rata-rata efisiensi bahan bakar kendaraan adalah sebagai berikut.

$$X_{ef} = \Sigma ef_i / N_i \dots \dots \dots (3-3)$$

keterangan:

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

Σef_i = Total efisiensi bahan bakar kendaraan per kapasitas silinder kendaraan (liter/km)

N_i = Jumlah jenis kapasitas silinder tiap jenis kendaraan

2. 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). Akan tetapi dalam penelitian ini nilai dari konstruksi dan perawatan jalan dianggap 1 (satu) dengan asumsi bahwa fokus perhitungan luasan ruang terbuka hijau hanya pada emisi yang dikeluarkan dari kendaraan bermotor yang menuju objek wisata museum angkut tanpa memperhitungkan nilai dari konstruksi dan perawatan jalan.

3. 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 (3-4) untuk menghitung jarak tempuh kendaraan per tahun adalah sebagai berikut.

$$S = L \times P \times 365 \dots \dots \dots (3-4)$$

keterangan:

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

L = Panjang jalan (meter)

P = Jumlah kendaraan (unit)

4. 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 (3-5) untuk menghitung total konsumsi bahan bakar kendaraan adalah sebagai berikut.

$$\Sigma C = S \times X_{ef} \dots \dots \dots (3-5)$$

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)

5. 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 dua 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 karbondioksida 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).

6. 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:

$$0,00035 \text{ ha/L/tahun} \times 1,45 \times 90 \% = 0,00045675 \text{ ha/L/tahun} \dots \dots \dots (3-6)$$

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

3.7.2 Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau

Analisis kebutuhan ruang terbuka hijau bertujuan untuk mengetahui kebutuhan ruang terbuka hijau jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas berdasarkan hasil jejak ekologis transportasi tarikan objek wisata museum angkut. Kebutuhan ruang terbuka hijau yang dimaksud ialah kebutuhan ruang terbuka hijau yang dapat menyerap emisi CO₂ hasil dari kegiatan transportasi. Kebutuhan tersebut dapat diketahui dengan cara membandingkan kemampuan ruang terbuka hijau eksisting dalam penyerapan CO₂ dengan

besaran emisi CO₂ yang dihasilkan dari jejak ekologis transportasi sehingga nantinya akan diketahui apakah ruang terbuka hijau pada jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas telah mampu mendukung kegiatan transportasi tarikan objek wisata museum angkut dengan cara menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan dari kegiatan transportasi di jalan tersebut.

Analisis kebutuhan ruang terbuka hijau dalam penelitian ini hanya bertujuan untuk mengetahui kebutuhan ruang terbuka hijau yang dibutuhkan untuk menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan dari kegiatan transportasi tarikan objek wisata museum angkut Kota Batu. Jalan Sultan Agung memiliki potensi berupa taman kota jalan Sultan Agung dan hutan kota bondas yang berpotensi untuk menyerap emisi CO₂ hasil kegiatan transportasi di kedua ruas jalan tersebut. Setelah melakukan analisis tersebut diharapkan nantinya akan dapat menghasilkan total kebutuhan luasan ruang terbuka hijau agar dapat menyerap dan mengurangi emisi CO₂ yang dihasilkan dari kegiatan transportasi tarikan objek wisata museum angkut Kota Batu.

Perhitungan luasan ruang terbuka hijau akan dilakukan dengan menghitung luas eksisting ruang terbuka hijau publik dan ruang terbuka hijau privat yang ada di ruas jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas. Dalam menghitung luasan ruang terbuka hijau privat yang ada di kedua ruas jalan akan digunakan standar yang ada sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05/PRT/M/2008 Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan dan laporan garis sempadan bangunan di Kecamatan Batu tahun 2014. Perhitungan luasan ruang terbuka hijau privat ini akan dihitung dengan mencari luas KDH (koefisien daerah hijau) pada masing-masing bangunan yang ada pada kedua ruas jalan tersebut. Akan dilakukan penghitungan luasan koefisien daerah hijau pada masing-masing bangunan dan akan dikaji tingkat kesesuaian luasan koefisien daerah hijaunya berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05/PRT/M/2008 Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan dan laporan garis sempadan bangunan di Kecamatan Batu tahun 2014. Berikut merupakan ketentuan luasan koefisien daerah hijau berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05/PRT/M/2008 Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan.

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.

Berikut merupakan ketentuan luasan koefisien daerah hijau berdasarkan laporan garis sempadan bangunan di Kecamatan Batu tahun 2014.

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.

3.8 Asumsi Penelitian

A. Perhitungan Jejak Ekologis Energi

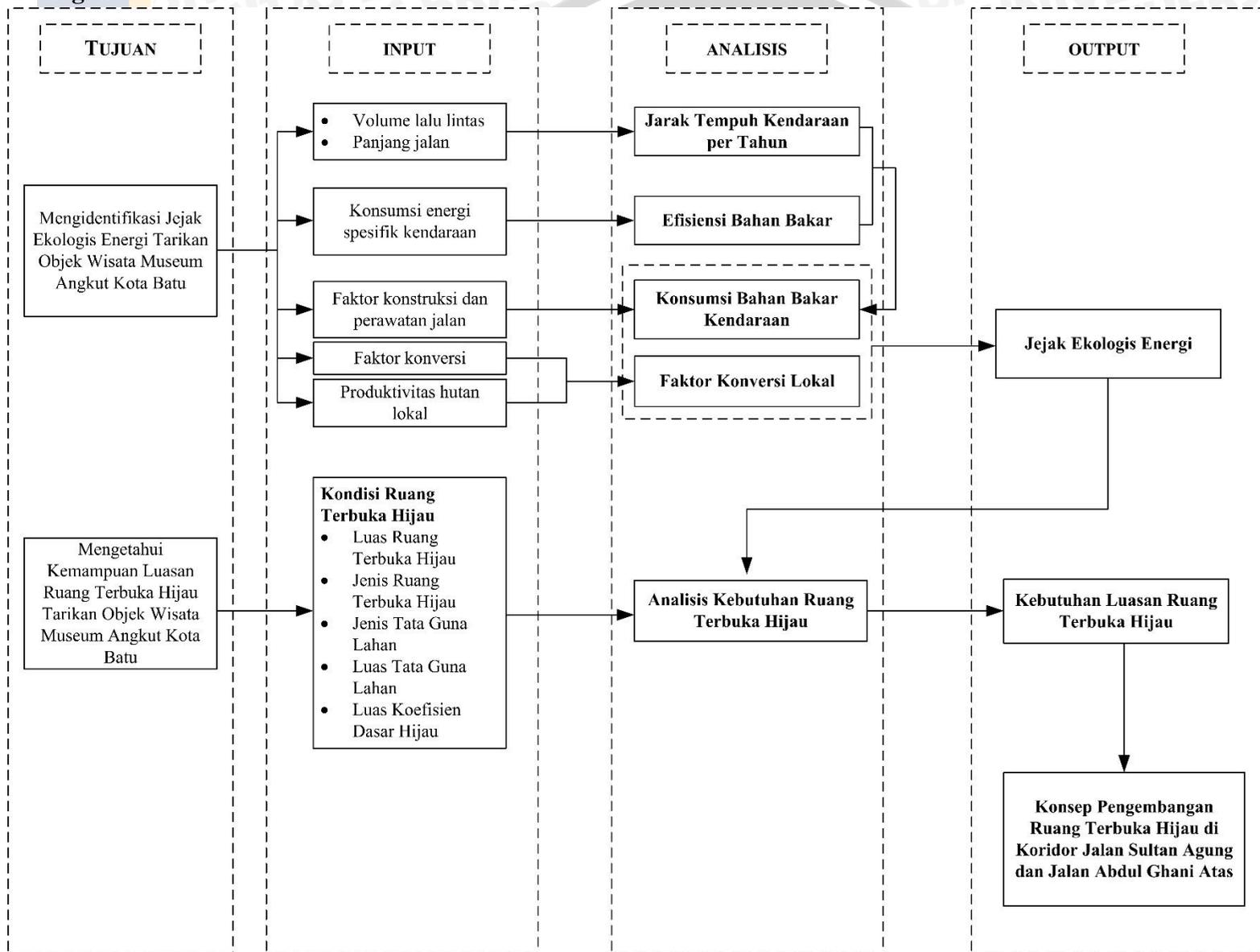
1. Klasifikasi kendaraan bermotor pada perhitungan luasan ruang terbuka hijau untuk menyerap emisi CO₂ disesuaikan dengan jenis konsumsi energi spesifik yang digunakan untuk mempermudah proses analisis data.
2. Perhitungan biokapasitas pada penelitian ini menggunakan tahapan yang kedua saja dari proses analisis jejak ekologis transportasi (Chi dan Brian, 2005). Jadi yang digunakan dalam menentukan nilai biokapasitas atau daya dukung ruang terbuka hijau untuk menyerap emisi CO₂ adalah tahap dua yaitu mencari nilai jejak ekologis energi.

3. Nilai dari konstruksi dan perawatan jalan yaitu 1,45 (Chi dan Brian, 2005) akan diasumsikan menjadi 1 (satu). Nilai dari konstruksi dan perawatan jalan dianggap 1 (satu) karena fokus perhitungan hanya mencari biokapasitas atau daya dukung ruang terbuka hijau dalam menyerap emisi CO₂ dari kendaraan yang masuk menuju museum angkut tanpa memperhitungkan nilai konstruksi dan perawatan jalan.
4. Dalam menentukan nilai jarak tempuh kendaraan per tahun diasumsikan bahwa semua kendaraan yang masuk menuju museum angkut baik dari Jalan Sultan Agung maupun Jalan Abdul Ghani Atas dihitung perjalanannya dari masing-masing ujung koridor jalan. Jadi diambil nilai maksimal dari panjang jalan pada masing-masing koridor.

B. Perhitungan Kemampuan Luasan Ruang Terbuka Hijau

1. Perhitungan kemampuan luasan ruang terbuka hijau pada penelitian ini adalah dengan melakukan perhitungan terhadap luasan ruang terbuka hijau publik dan ruang terbuka hijau privat yang ada di koridor Jalan Sultan Agung dan Jalan Abdul Ghani Atas.
2. Hasil perhitungan kemampuan luasan ruang terbuka hijau akan dibandingkan dengan nilai jejak ekologis energi yang menjadi nilai biokapasitas dari kegiatan transportasi menuju objek wisata museum angkut Kota Batu.

3.9 Kerangka Analisis



3.10 Desain Survei

No.	Tujuan	Variabel	Sub Variabel	Data	Sumber data	Metode Survei	Metode Analisis	Output
1.	Menghitung jejak ekologis energi tarikan objek wisata museum angkut Kota Batu	Jarak tempuh kendaraan per tahun Rata-rata efisiensi bahan bakar	<ul style="list-style-type: none"> • Volume kendaraan • Panjang jalan • Jumlah hari dalam satu tahun • Konsumsi energi spesifik kendaraan 	<ul style="list-style-type: none"> • Panjang tiap ruas jalan • Jumlah kendaraan tiap kapasitas silinder • Komposisi kapasitas silinder kendaraan 	<ul style="list-style-type: none"> • Observasi lapangan • Studi literature jurnal (Chi dan Brian, 2005) • Studi literature (Soni S. Wirawan, <i>et al</i>, 2008) 	<ul style="list-style-type: none"> • Survei primer • Survei sekunder 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis jejak ekologis energi 	Jejak ekologis energi tarikan objek wisata museum angkut Kota Batu
2.	Menghitung kemampuan luasan ruang terbuka hijau tarikan objek wisata museum angkut Kota Batu	Kondisi ruang terbuka hijau	<ul style="list-style-type: none"> • Luas ruang terbuka hijau 	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis ruang terbuka hijau • Luas ruang terbuka publik • Luas ruang terbuka privat 	<ul style="list-style-type: none"> • Observasi Lapangan • RTRW Kota Batu tahun 2010-2030 • Rencana Induk RTH Kota Batu tahun 2012-2032 	<ul style="list-style-type: none"> • Survei primer • Survei sekunder 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau 	Kemampuan luasan ruang terbuka hijau tarikan objek wisata museum angkut Kota Batu

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

