

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Isu Lingkungan Hidup

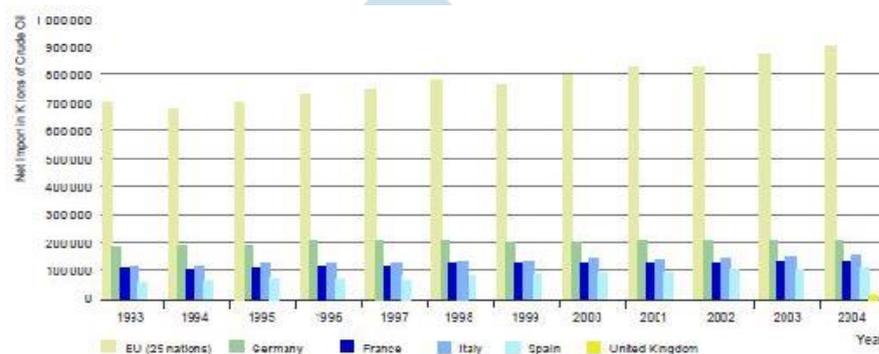
Lingkungan hidup didefinisikan oleh Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1982 sebagai kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi kelangsungan perikehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain (Isral, 2008, p.7).

Isu mengenai lingkungan mulai muncul dalam beberapa dekade belakangan ini. Kesadaran manusia akan lingkungan yang telah rusak membuat isu tentang lingkungan ini mencuat. Isu yang paling penting dalam lingkungan adalah mengenai terjadinya pemanasan global. Pemanasan global disebabkan bertambahnya jumlah CO₂ di atmosfer yang menyebabkan energi panas yang seharusnya dilepas ke luar atmosfer bumi dipantulkan kembali ke permukaan bumi dan menyebabkan meningkatnya suhu permukaan bumi.

Fenomena *global warming* yang disebabkan oleh efek gas rumah kaca menjadi topik yang banyak dibahas dalam berbagai forum ilmiah. Salah satu indikator bahwa bumi tengah mengalami perubahan adalah tingginya konsentrasi karbondioksida (CO₂) di udara yang bersifat menghalangi pelepasan panas dari bumi.

Kwanda (2003) mengemukakan, konsumsi energi yang besar dengan pertumbuhan 2% per tahun sampai tahun 2020 akan menghasilkan emisi global CO₂ dan gas rumah kaca lainnya naik menjadi dua kali lipat dari tahun 1965-1998 yang berdampak pada perubahan iklim dunia. Hal senada juga diungkapkan oleh Salim (2010) yang menyatakan, bila cara-cara pembangunan tetap dilakukan seperti biasanya tanpa perubahan, maka pada tahun 2050 diperkirakan konsentrasi CO₂ akan mencapai 500 *part per million* (ppm) atau menjadi dua kali lipat konsentrasinya bila dibandingkan sebelum revolusi industri. Secara global, Indonesia berada di urutan ke lima dalam menghasilkan emisi gas rumah kaca atau sekitar 4,63% (*World Resources Institute*, 2005).

Selain pemasanan global, isu lingkungan yang sedang menjadi fokus saat ini adalah konsumsi energi. Dari diagram dibawah ini dapat dilihat bahwa impor energi dari tahun ke tahun terus meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi energi dari tahun ke tahun pun terus meningkat.



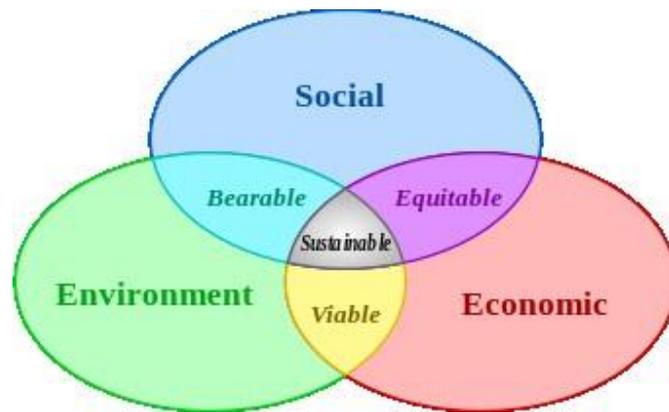
Gambar 2. 1
Diagram Impor Energi dari Tahun 1993 – 2004

Sumber : Prof. Dr. Michael Bauer, Peter Mösle, dan Dr. Michael Schwarz. (2007). *Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture* (p.11)

2.2 Pembangunan Berkelanjutan

Pembangunan berkelanjutan merupakan upaya untuk memenuhi kebutuhan dasar semua manusia dan berkembang menjadi kesempatan untuk memuaskan aspirasi manusia untuk kehidupan yang lebih baik. Hal-hal yang mendukung sifat berkelanjutan dapat digambarkan menjadi tiga pilar, yaitu aspek sosial (dikenal sebagai kebutuhan standar manusia), aspek lingkungan (dikenal sebagai ekologi atau bumi), dan aspek ekonomi (dikenal sebagai uang atau keuntungan).

Menurut Wheeler dan Beatley (2004) dalam Lawalata (2013), terdapat tiga pilar yang mendukung sifat berkelanjutan, yang saling berinteraksi satu sama lain, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2. Kebutuhan manusia disebut berkelanjutan jika kebutuhan standar bisa didapatkan dalam waktu yang panjang. Kebutuhan standar yang dimaksud meliputi udara, air, dan sumber daya alam lainnya. Dengan demikian lingkungan dapat memberi kebutuhan dasar manusia sebagai makhluk sosial (*bearable*). Kebutuhan dasar manusia terhadap ekonomi disebut berkelanjutan jika memiliki kesamaan kesempatan (*equitable*) untuk mendapat pemenuhan kebutuhan. Sedangkan kebutuhan kegiatan ekonomi yang berkelanjutan tidak lepas dari ketersediaan lingkungan, seperti udara, air, tanaman, hewan dalam waktu yang lama (*viabel*).



Gambar 2. 2
Pilar Pendukung Keberlanjutan (Bockish, 2012) dalam Lawalata (2013)

Transportasi yang memberikan pengaruh terhadap lingkungan meliputi konstruksi infrastruktur transportasi, perjalanan, perakitan perlengkapan transportasi, pemeliharaan infrastruktur, dan fasilitas lain pendukung kendaraan. Jika ditelusuri pengaruh transportasi terhadap lingkungan sangat bervariasi pada berbagai aspek lingkungan dan tergantung pada jenis kegiatan transportasi tersebut (EPA, 1999 dalam Lawalata, 2013). Rata-rata pengaruh transportasi seperti polusi udara, gas rumah kaca, dan emisi suatu perjalanan pernah dihitung. Namun pengaruh lainnya, seperti perubahan habitat, kualitas air, pengaruh pabrik yang memproduksi kendaraan, pemeliharaan fasilitas, belum pernah pula ditelusuri.

Transportasi berkelanjutan menurut *Organisation for Economic Cooperation and Development* (OECD) adalah transportasi yang tidak membahayakan kesehatan publik atau ekosistem dan memenuhi kebutuhan mobilitas. Transportasi berkelanjutan harus konsisten dengan penggunaan sumber daya alam yang terbarukan di bawah kecepatan perkembangannya dan penggunaan

non-sumber daya alam yang bukan terbarukan di bawah rata-rata perkembangan yang dapat diganti.

Dari beberapa definisi transportasi berkelanjutan tersebut terlihat bahwa transportasi berkelanjutan harus memenuhi aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan. Sistem transportasi yang berkelanjutan merupakan pemenuhan kebutuhan dasar akses individu dan manusia agar selamat dan konsisten mempertimbangkan kesehatan manusia dan ekosistem, dan kesetaraan antar generasi. Sistem transportasi tersebut harus terjangkau, beroperasi dengan efisien, memberikan pilihan-pilihan moda transportasi, dan mendukung perekonomian. Pembatasan emisi dan buangan antara kemampuan planet untuk menyerapnya, meminimumkan konsumsi sumber daya alam tidak terbarukan, membatasi penggunaan sumber daya alam tidak terbarukan pada tingkat berkelanjutan, penggunaan kembali komponen, dan meminimumkan lahan yang menghasilkan kebisingan. Jalan berkelanjutan sebagai bagian dari transportasi haruslah memiliki konsep dasar seperti yang dimiliki transportasi berkelanjutan. Hal ini terlihat dari beberapa konsep yang disusun oleh instansi pemerintah dan instansi swasta di Amerika serta instansi pemerintah di Australia.

2.3 Pembangunan Jalan Berkelanjutan

Pembangunan berkelanjutan didasarkan pada perhatian terhadap aktivitas manusia yang mempengaruhi lingkungan sehingga meningkatkan biaya ekonomi, sosial, dan ekologi. Terdapat pula pengaruh, seperti polusi udara dan efek menahun limbah pabrik, dan perubahan sumber daya alam, seperti air dan

perikanan, serta permasalahan perubahan lingkungan. Hal ini disadari dan menjadi perhatian berbagai negara.

Greenberg (2008) dalam Lawalat (2013), menyatakan bahwa pergerakan, ekologi, dan komunitas adalah aspek penting dalam perancangan jalan yang berkelanjutan. Hal ini dinyatakan dalam beberapa contoh perancangan sampai dengan pelaksanaan jalan. Pergerakan yang dimaksud adalah pergerakan pengguna jalan dan barang menggunakan semua moda dan seluruh tujuan maupun tipe perjalanan. Penurunan polusi yang berasal dari kendaraan merupakan harapan perancangan jalan yang berkelanjutan. Hal ini didapat dengan perancangan moda dan penurunan panjang perjalanan. Ekologi yang dimaksud adalah alam di area ruang manfaat jalan beserta ekologi yang ada di dalamnya, termasuk pengaliran air, udara yang dipengaruhi emisi kendaraan, dan nilai lansekap jalan. Jalan yang berkelanjutan melindungi dan menambah sumber daya alam beserta proses yang ada di dalamnya. Komunitas yang dimaksud adalah sosial, ekonomi, kesehatan masyarakat, budaya, dan estetika. Prinsip yang digunakan pada aspek komunitas adalah solusi sensitif (*context sensitive solutions*). Dengan demikian jalan berkelanjutan menunjukkan adanya keterlibatan masyarakat dan pola pengembangan suatu wilayah atau kota.

Mulmi (2009) dalam Lawalata (2013) menyatakan bahwa pendekatan konstruksi jalan berkelanjutan merupakan pendekatan yang terbaik, khususnya di situasi medan pegunungan, seperti yang terdapat di Nepal-India. Penerapan konsep yang berfokus pada aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi tersebut

memberikan penghematan biaya sekitar 65% terhadap total biaya konstruksi. Konsep jalan berkelanjutan, yang disebut pula sebagai jalan hijau, menggunakan material lokal dan menggunakan partisipasi masyarakat lokal di setiap tahap proyek.

Green roads (2011) sebagai lembaga penilai jalan berkelanjutan menyatakan bahwa Jalan Hijau adalah proyek jalan yang dirancang dan dilaksanakan ke tingkat keberlanjutan yang lebih tinggi dari proyek jalan biasa. Tingkat keberlanjutan yang dikembangkan oleh *Greenroads* merupakan berbagai kegiatan dari perencanaan, perancangan jalan, konstruksi, dan pemeliharaan. Kriteria sebagai jalan hijau dibagi menjadi persyaratan utama dan praktek berkelanjutan yang dapat dilakukan secara sukarela. Persyaratan utama Jalan Hijau adalah pemilihan kegiatan terkait lingkungan dan ekonomi, partisipasi masyarakat, perancangan jangka panjang untuk kinerja lingkungan, perencanaan konstruksi, perencanaan jenis monitoring dan pemeliharaan. Sedangkan praktek-praktek berkelanjutan secara sukarela dibagi menjadi 5 kelompok, yaitu lingkungan dan keairan, akses dan kesetimbangan, kegiatan pelaksanaan konstruksi, material dan sumber daya alam, dan teknologi perkerasan.

VicRoads (2011) dalam Lawalata (2013) telah mengembangkan alat penilai aspek-aspek keberlanjutan proyek jalan. Pengembangan ini dimaksudkan untuk mendukung sistem transportasi yang lebih berkelanjutan dalam rencana strategi VicRoads tahun 2010-2012. Transportasi berkelanjutan yang dimaksud adalah kemampuan memenuhi kebutuhan sosial (*society*) untuk bergerak sebas-

bebasnya, mendapat akses, berkomunikasi, melakukan perdagangan (*trade*), dan menciptakan hubungan tanpa mempersulit kebutuhan manusia atau ekologi hari ini atau di masa mendatang. Kriteria yang menjadi fokus adalah kebutuhan pengurangan emisi dan keberlanjutan jalan dalam jangka waktu yang lama.

Federal Highway Administration (2012) dalam Lawalata (2013), sebagai lembaga pemerintah di Amerika, mendasarkan pembangunan transportasi yang berkelanjutan pada definisi pembangunan berkelanjutan yang disusun oleh *Brundtland Commission of United Nations* tahun 1987. Disebutkan bahwa maksud pembangunan transportasi berkelanjutan adalah membantu pengambil keputusan membuat kebijakan sehingga keseimbangan antara lingkungan, ekonomi, dan sosial sehingga ada manfaat untuk pengguna jalan saat ini dan di masa datang. Pendekatan yang dilakukan adalah mobilitas dan aksesibilitas, pergerakan orang dan barang (tidak hanya kendaraan), penyediaan moda transportasi seperti keselamatan dan kenyamanan rute berjalan, bersepeda, dan menggunakan angkutan publik (transit).

Dengan demikian pendapat bahwa pembangunan berkelanjutan merupakan konsep multidimensi dapat diterima. Pada penerapan pembangunan berkelanjutan diperlukan masukan dari berbagai disiplin ilmu (Hall, 2006 dalam Lawalata,2013). Selain itu, dibutuhkan pula perencanaan yang komprehensif dan terintegrasi sehingga ada pengaruh pada ekonomi, sosial, dan lingkungan (Litman dan Greenberg dalam Lawalata,2013).

Tabel 2.1 menunjukkan ringkasan prinsip-prinsip pembangunan jalan berkelanjutan yang dikelompokkan pada aspek-aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Terlihat bahwa beberapa literatur menganut beberapa prinsip yang sama dan ada pula prinsip yang tidak dianutnya. Literatur yang paling lengkap adalah *Greenroads*, *INVEST*, dan *I-LAST* karena ketiga literatur tersebut adalah pedoman yang khusus mengarahkan pembangunan jalan berkelanjutan sedangkan literatur lainnya adalah praktek yang pernah dilakukan dalam mewujudkan jalan berkelanjutan.

Tabel 2.1
Rincian Prinsip Pembangunan Jalan Berkelanjutan

Prinsip	Bryce (2008)	Greenberg (2008)	Mulmi (2009)	Greenroads (2011)	INVEST (2011)	I-LAST (2010)	Indonesia (2010)
Sosial							
1. Kesetaraan akses pengguna jalan	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓
2. Kriteria bebas lainnya/inovasi	-	-	-	✓	✓	✓	✓
3. Perubahan perilaku dan <i>peningkatan kemampuan</i>	-	-	✓	✓	✓	-	-
4. Melindungi dan mengembangkan Budaya dan sejarah	-	✓	-	✓	✓	✓	✓
5. Partisipasi masyarakat	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6. Perlindungan kesehatan (keselamatan, kebisingan)	-	✓	-	✓	✓	✓	✓
7. Audit keselamatan jalan	-	-	-	✓	-	-	✓
Ekonomi							
1. Desain jalan (geometrik)	-	-	✓	-	-	✓	✓
2. Penggunaan teknologi perkerasan	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓
3. Menjaga kualitas pekerjaan	-	-	-	✓	✓	✓	✓
4. Penghematan transportasi material & pegawai, air pada saat pelaksanaan	-	-	✓	✓	✓	-	-
5. Penghematan energi (hemat bahan bakar fosil, menggunakan solar/energi lainnya)	✓	-	-	✓	✓	✓	-
6. Penghematan material (<i>reuse, recycle, material lokal</i>)	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓
7. Analisis biaya banjir	-	✓	-	✓	✓	✓	-
8. Penyedia jasa memiliki sertifikat ISO manajemen mutu dan manajemen lingkungan	-	-	-	✓	-	-	-
9. Analisis biaya perkerasan jalan	-	-	-	✓	-	-	-
10. Kriteria bebas lainnya/inovasi	-	-	-	✓	✓	-	-
Lingkungan							
1. Perlindungan lingkungan dan ekosistem (hewan)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
2. Perlindungan udara	-	-	-	✓	✓	✓	-
3. Pengaturan cahaya	-	-	-	✓	✓	✓	-
4. Pengaturan keairan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
5. Pengaturan energi	✓	-	-	-	-	-	-
6. Pengurangan material	-	-	✓	✓	✓	✓	✓
7. Penghijauan	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8. Pengaturan permukaan kedap air	-	-	-	✓	✓	✓	-
9. Kriteria bebas lainnya/inovasi	-	-	-	✓	✓	✓	-

Sumber : Lawalata 2013

2.4 Pengertian Green Construction

Pembangunan proyek konstruksi selalu terkait dengan lingkungan dimana proyek tersebut akan dibangun, tentu perlu memperhatikan berbagai faktor agar aktivitas pembangunan tidak merusak lingkungan/tidak melampaui daya dukung lingkungannya. Daya dukung lingkungan hidup menurut Undang-Undang No 23 Tahun 1997, adalah kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia dan makhluk hidup lain.

Khanna (1999), mengelompokkan daya dukung lingkungan hidup menjadi dua komponen, yaitu: (a) kapasitas penyediaan (*supportive capacity*) dan (b) kapasitas tampung limbah (*assimilative capacity*). Kedua hal tersebut diatas sejalan dengan konsep *sustainable construction* yaitu penghematan bahan dan pengurangan limbah (gambar 2.3).

Aspek pertama dalam *sustainable construction* adalah penghematan bahan yang digunakan dalam pembangunan. Frick dan Suskiyanto (2007) menyatakan bahwa penggunaan sumberdaya tak terbarukan, proses pengolahan bahan mentah menjadi bahan siap pakai, eksploitasi dari konsumsi yang berlebihan, dan masalah transportasi adalah kontributor dampak lingkungan.

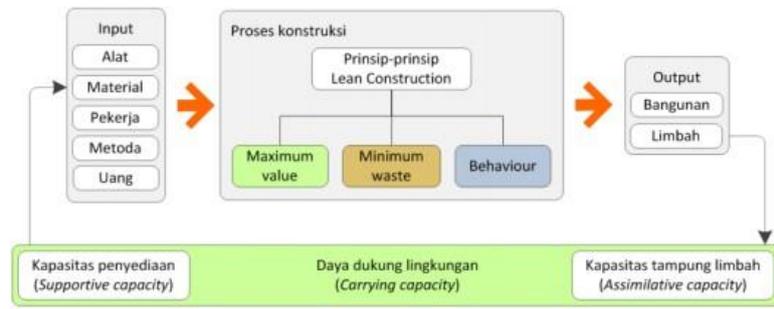
Aspek kedua dalam *sustainable construction* adalah pengurangan limbah. Craven *et al.* (1994) menyatakan bahwa kegiatan konstruksi menghasilkan limbah sebesar \pm 20-30% dari keseluruhan limbah di Australia. Rogoff dan Williams (1994) menyatakan bahwa 29% limbah padat di Amerika Serikat berasal dari limbah konstruksi. Ferguson *et al.* (1995) menyatakan lebih dari 50% dari seluruh

limbah di *United Kingdom* berasal dari limbah konstruksi. Poon (1997) mencatat bahwa sebagian besar limbah padat berasal dari limbah konstruksi, dalam studinya ditemukan bahwa puing konstruksi dari pembongkaran merupakan porsi terbesar dari seluruh limbah padat di Hongkong. Oladiran (2008) menuliskan bahwa salah satu penyebab timbulnya limbah konstruksi adalah penggunaan sumberdaya alam melebihi dari apa yang diperlukan untuk proses konstruksi. Limbah yang dihasilkan oleh aktivitas konstruksi seperti tersebut diatas dapat menurunkan kualitas lingkungan, seperti yang dinyatakan oleh Hendrickson dan Horvath (2000) bahwa konstruksi berpengaruh secara signifikan terhadap lingkungan, oleh karena itu perlu dilakukan minimalisasi pengaruhnya terhadap lingkungan. Sedangkan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan seperti yang dinyatakan oleh Christini *et al.* (2004) bahwa implementasi manajemen lingkungan yang didasarkan pada komitmen dan tujuan yang jelas merupakan faktor kunci untuk mencapai keberhasilan dalam mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan yang bersumber dari kegiatan konstruksi. Untuk mengelola limbah yang dihasilkan diperlukan inovasi proses konstruksi dan manajemen pengelolaan limbah yang sesuai dengan karakter proyek konstruksi. Salah satu konsep yang mampu mengakomodasi hal tersebut adalah dengan menerapkan *green construction*.

USEPA (2010) mendefinisikan *green construction* merupakan praktik membangun dengan menerapkan proses yang memperhatikan lingkungan dan efisiensi sumber daya sepanjang siklus hidup bangunan dari tapak untuk perencanaan, konstruksi, operasi, pemeliharaan, renovasi, dan dekonstruksi.

Defenisi *Green construction* menurut Glavinich (2008) dalam Jef Franklyn (2012) adalah suatu kegiatan perencanaan dan pelaksanaan proses konstruksi yang didasarkan pada dokumen kontrak untuk meminalkan dampak negatif proses konstruksi terhadap lingkungan agar terjadi keseimbangan antara kemampuan lingkungan dan kebutuhan hidup manusia untuk generasi sekarang dan mendatang. Kontraktor harus berperan proaktif peduli terhadap lingkungan, selalu meningkatkan efisiensi dalam proses konstruksi, konservasi energi, efisiensi pemanfaatan air, dan sumberdaya lainnya selama masa konstruksi serta minimasi dan mengelola limbah konstruksi secara baik. Glavinich (2008) menyatakan bahwa konsep *green construction* mencakup hal-hal sebagai berikut: perencanaan dan penjadwalan proyek konstruksi, konservasi material, tepat guna lahan, manajemen limbah konstruksi, penyimpanan dan perlindungan material, kesehatan lingkungan kerja, menciptakan lingkungan kerja yang ramah lingkungan, pemilihan dan operasional peralatan konstruksi, dokumentasi.

Green construction adalah suatu perencanaan dan pelaksanaan proses konstruksi untuk meminimalkan dampak negatif proses konstruksi terhadap lingkungan agar terjadi keseimbangan antara kemampuan lingkungan dan kebutuhan hidup manusia untuk generasi sekarang dan mendatang (Ervianto W.I., 2012) sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 2.3.



Sumber: Ervianto, W.I., (2012)

Gambar 2.3
Konsep Green Construction

Kibert (2008) (dikutip dalam Ervianto 2012) menyatakan bahwa konsep *green construction* mencakup hal-hal sebagai berikut: rencana perlindungan lokasi pekerjaan, program kesehatan dan keselamatan kerja, pengelolaan limbah pembangunan atau bongkaran, pelatihan bagi subkontraktor, reduksi jejak ekologis proses konstruksi, penanganan dan instalasi material, kualitas udara. Selanjutnya yang dimaksud dengan definisi *green construction* adalah Suatu perencanaan dan pelaksanaan proses konstruksi untuk meminimalkan dampak negatif proses konstruksi terhadap lingkungan agar terjadi keseimbangan antara kemampuan lingkungan dan kebutuhan hidup manusia untuk generasi sekarang dan mendatang (Ervianto, W.I., 2012).

Manfaat *green construction* mencakup dua hal yaitu manfaat lingkungan dan manfaat ekonomi (Trend konstruksi, Edisi Desember, 2010):

- a. Manfaat pertama adalah penghematan energi, konsumsi energi di sektor konstruksi tergolong tinggi sehingga perlu diupayakan menekan konsumsi energi.
- b. Manfaat kedua adalah penghematan air, pekerjaan konstruksi membutuhkan sumber daya air yang cukup besar, apabila dalam proses konstruksi tidak

dikelola dengan baik/ceroboh maka akan berdampak pada inefisiensi dan bencana lingkungan. Oleh karena itu sudah saatnya diperlukan standar efisiensi air dalam pekerjaan konstruksi.

- c. Manfaat ketiga adalah pengendalian buangan limbah padat, cair, dan gas. Minimalisasi jumlah buangan yang dihasilkan dari proses konstruksi dan proses *recycle* harus dilakukan guna mengurangi dampak terhadap lingkungan. Tiga hal yang dilakukan adalah *reduce*, *reuse*, dan *recycle*.

Pada lingkup lokal, upaya penerapan *green construction* sudah dilakukan, antara lain oleh kontraktor nasional P.T. Pembangunan Perumahan (PP). Instrumen yang digunakan untuk menilai *green construction* disebut dengan *Green Contractor Assessment Sheet* yang mencakup hal-hal sebagai berikut: (a) tepat guna lahan, (b) efisiensi dan konservasi energi, (c) konservasi air, (d) manajemen lingkungan proyek konstruksi, (e) sumber dan siklus material, (f) kesehatan dan kenyamanan di dalam lokasi proyek konstruksi.

Berdasarkan pustaka tersebut diatas maka faktor *green construction* dapat disintesakan menjadi 16 faktor, yaitu: (1) Perencanaan dan penjadwalan proyek konstruksi; (2) Sumber dan siklus material; (3) Rencana perlindungan lokasi pekerjaan; (4) Manajemen limbah konstruksi; (5) Penyimpanan dan perlindungan material; (6) Kesehatan lingkungan kerja tahap konstruksi; (7) Program kesehatan dan keselamatan kerja; (8) Pemilihan dan operasional peralatan konstruksi; (9) Dokumentasi; (10) Pelatihan bagi subkontraktor; (11) Pengurangan jejak ekologis tahap konstruksi; (12) Kualitas udara tahap konstruksi; (13) Konservasi air; (14)

Tepat guna lahan; (15) Efisiensi dan konservasi energi; (16) Manajemen lingkungan proyek konstruksi.

2.5 Definisi Jalan dan Bagian-Bagiannya

2.5.1 Definisi Jalan

Berdasarkan UU RI No 22 Tahun 2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan yang diundangkan setelah UU No 38 mendefinisikan jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi Lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel. Dalam Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan (1992), jalan adalah seluruh jalur lalu-lintas (perkerasan), median, pemisah luar dan bahu jalan.

2.5.2 Bagian-Bagian Jalan

Bagian-bagian jalan (Gambar 2.3) menurut Peraturan Pemerintah nomor 34 tahun 2006 tentang jalan meliputi:

1. Ruang manfaat jalan, dan ruang pengawasan jalan. Ruang manfaat jalan meliputi badan jalan, saluran tepi jalan, dan ambang pengamanannya. Ruang manfaat jalan hanya diperuntukkan bagi median, perkerasan jalan, jalur pemisah, bahu jalan, saluran tepi jalan, trotoar, lereng, ambang pengaman, timbunan dan galian, gorong-gorong, perlengkapan jalan, dan bangunan pelengkap lainnya. Dalam rangka menunjang pelayanan lalu-lintas dan

angkutan jalan serta pengamanan konstruksi jalan, badan jalan dilengkapi dengan ruang bebas. Ruang bebas dibatasi oleh lebar, tinggi, dan kedalaman tertentu. Lebar ruang bebas sesuai dengan lebar badan jalan. Tinggi ruang bebas bagi jalan arteri dan jalan kolektor paling rendah 5 (lima) meter. Kedalaman ruang bebas bagi jalan arteri dan jalan kolektor paling rendah 1,5 (satu koma lima) meter dari permukaan jalan.

2. Ruang milik jalan merupakan ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, kedalaman, dan tinggi tertentu. Ruang milik jalan terdiri dari ruang manfaat jalan dan sejalur tanah yang dapat dimanfaatkan sebagai ruang terbuka hijau, berfungsi sebagai lansekap jalan tertentu di luar manfaat ruang jalan. Ruang milik jalan diperuntukkan bagi ruang manfaat jalan, pelebaran jalan, dan penambahan jalur lalu lintas di masa akan datang serta kebutuhan ruangan untuk pengamanan jalan.

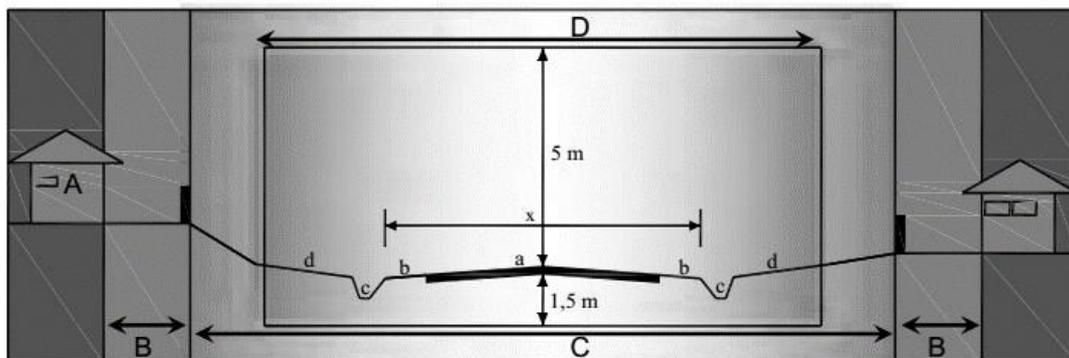
Ruang milik jalan paling sedikit memiliki lebar sebagai berikut:

- a. Jalan bebas hambatan, 30 (tiga puluh) meter
 - b. Jalan raya, 25 (dua puluh lima) meter
 - c. Jalan sedang, 15 (lima belas) meter
 - d. Jalan kecil, 11 (sebelas) meter
3. Ruang pengawasan jalan merupakan ruang tertentu di luar ruang milik jalan yang penggunaannya ada di bawah pengawasan penyelenggara jalan. Ruang pengawasan jalan diperuntukkan bagi pandangan bebas pengemudi dan pengamanan konstruksi jalan serta pengamanan fungsi jalan. Lebar ruang pengawasan jalan di tentukan dari tepi badan jalan paling sedikit dengan

ukuran sebagai berikut:

- a. Jalan arteri primer, 15 (lima belas) meter;
- b. Jalan kolektor primer, 10 (sepuluh) meter
- c. Jalan lokal primer, 7 (tujuh) meter
- d. Jalan lingkungan primer, 5 (lima) meter
- e. Jalan arteri sekunder, 15 (lima belas) meter
- f. Jalan kolektor sekunder, 5 (lima) meter
- g. Jalan lokal sekunder, 3 (tiga) meter
- h. Jalan lingkungan sekunder, 2 (dua) meter;
- i. Jembatan, 100 (seratus) meter ke arah hilir dan hulu.

BAGIAN – BAGIAN JALAN



Catatan :

A = Bangunan di luar Ruwasja	C = Ruang Milik Jalan (Rumija)
B = Ruang Pengawasan Jalan (Ruwasja)	D = Ruang Manfaat Jalan (Rumaja)

a = jalur lalu lintas
 b = bahu jalan
 c = saluran tepi
 d = ambang pengaman
 $x = b+a+b = \text{badan jalan}$

Gambar 2. 4

Bagian-Bagian Jalan (Sumber : UU No. 38 Tahun 2004)

2.5.3 Jalan Perkotaan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, jalan perkotaan merupakan segmen jalan yang mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruh jalan, minimum pada satu sisi jalan, apakah berupa perkembangan lahan atau bukan. Termasuk jalan di atau dekat pusat perkotaan dengan penduduk lebih dari 100.000, maupun jalan di daerah perkotaan dengan penduduk kurang dari 100.000 dengan perkembangan samping jalan yang permanen dan menerus.

Dalam standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan (1992), Daerah perkotaan (*urban area*) adalah daerah mantap disuatu kota, daerah terbesar yang sudah berkembang di sekitar kota besar serta daerah yang diharapkan akan berkembang dalam waktu 10-20 tahun mendatang yang merupakan daerah perumahan, industri, perdagangan atau proyek-proyek pembangunan non pertanian lainnya. Menurut UU No. 22 tahun 1999 tentang Pemerintah Daerah, kawasan perkotaan adalah kawasan yang mempunyai kegiatan utama bukan pertanian dengan susunan fungsi kawasan sebagai tempat permukiman perkotaan, pemusatan dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial dan kegiatan ekonomi.

Karakteristik jalan perkotaan akan mempengaruhi kapasitas dan kinerja jalan tersebut. Karakteristik jalan tersebut terdiri atas beberapa hal, yaitu:

1. Geometrik Jalan

- a. Tipe Jalan menentukan jumlah lajur dan arah pada segmen jalan dan berbagai tipe jalan akan menunjukkan kinerja berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu, misalnya :
- 2-lajur 1-arah (2/1)
 - 2-lajur 2-arah tak-terbagi (2/2 UD)
 - 4-lajur 2-arah tak-terbagi (4/2 UD)
 - 4-lajur 2-arah terbagi (4/2 D)
 - 6-lajur 2-arah terbagi (6/2 D)
- b. Jalur lalu lintas adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukan untuk lalu lintas kendaraan, kecepatan arus beban dan kapasitas meningkat dengan penambahan lebar jalur lalu lintas.
- c. Kereb adalah batas antara jalur lalu lintas dan trotoar yang berpengaruh terhadap dampak hambatan samping pada kapasitas dan kecepatan.
- d. Bahu lebar dan kondisi permukaannya mempengaruhi penggunaan bahu, berupa penambahan kapasitas dan kecepatan pada arus tertentu, akibat penambahan lebar bahu terutama karena hambatan yang disebabkan kejadian sisi lain.
- e. Median adalah pembatas jalan yang membagi lajur dan jalur jalan. Median yang direncanakan dengan baik akan meningkatkan kapasitas.
- f. Alinyemen jalan adalah lengkung horizontal dengan jari-jari kecil mengurangi kecepatan arus bebas.

2. Komposisi arus lalu lintas dan pemisah arah, volume lalu lintas dipengaruhi komposisi arus lalu lintas, setiap kendaraan yang ada harus dikonversikan menjadi suatu kendaraan standart.
3. Pengaturan lalu lintas, batas kecepatan jarang diberlakukan didaerah perkotaan Indonesia, karenanya hanya sedikit kegiatan samping berpengaruh pada kecepatan arus bebas.
4. Hambatan Samping, banyaknya kegiatan hambatan samping jalan sering menimbulkan konflik, hingga menghambat arus lalu lintas. Misalnya, angkutan umum dan kendaraan berhenti, kendaraan lambat (becak, sepeda, dan lain-lain), kendaraan masuk dan keluar dari lahan samping jalan
5. Perilaku pengemudi dan populasi kendaraan, manusia sebagai pengemudi kendaraan merupakan bagian dari arus lalu lintas yaitu pemakai jalan. Faktor psikologis, fisik pengemudi sangat berpengaruh dalam menghadapi situasi arus lalu lintas yang dihadapi.

2.5.4 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan berdasarkan fungsi antara lain:

- a. Jalan Arteri

Jalan arteri sebagaimana dimaksud pada UU No. 38 Tahun 2004 pasal 8 ayat 2, jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan umum dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.

Menurut PP No. 34 tahun 2006 Jalan Arteri terdiri dari:

1. Jalan arteri primer yaitu jalan yang menghubungkan secara efisien

antar pusat kegiatan nasional atau antar pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. Jalan arteri primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 (enam puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 11 (sebelas) meter.

2. Jalan arteri sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder ke satu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua. Jalan arteri sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 30 (tiga puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 11 (sebelas) meter.

b. Jalan Kolektor

Jalan kolektor sebagaimana dimaksud pada UU No. 38 Tahun 2004 pasal 8 ayat 3 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.

Menurut PP No. 34 tahun 2006 jalan kolektor terdiri dari:

1. Jalan kolektor primer merupakan jalan yang menghubungkan secara efisien antar pusat kegiatan wilayah atau menghubungkan antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. Jalan kolektor primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 (empat puluh) kilometer per jam dengan lebar badan

jalan paling sedikit 9 (sembilan) meter.

2. Jalan kolektor sekunder merupakan jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. Jalan kolektor sekunder didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 (dua puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 9 (sembilan) meter.

Spesifikasi jalan kolektor sekunder pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2
Spesifikasi Jalan Kolektor Sekunder

No.	Spesifikasi	Keterangan	Satuan
1	Fungsi jalan	Kolektor Sekunder**	
2	Kelas Jalan	III A**	
3	MST	8**	ton
4	Kecepatan rencana	20*-50**	Km/jam
5	Kendaraan rencana	Panjang maks 18** Lebar maks 2,5**	m
6	Lebar lajur disarankan	3,5***	m
7	Lebar lajur minimum (tanpa trotoar)	2,75***	m
8	Lebar bahu jalan disarankan (tanpa trotoar)	2,5**	m
9	Lebar bahu jalan minimum (dengan trotoar)	2,0**	m
10	Lebar bahu jalan disarankan (dengan trotoar)	0,5**	m
11	Lebar bahu jalan minimum (dengan trotoar)	0,25**	m
12	Lebar median jalan	1,5**	m
13	Lebar trotoar	Min 1,5**	m

Sumber: *) PP No.34 Tahun 2006, **) RSNI T- 14-2004, ***)Permen PU No.19/PRT/M/2011, ***) Kepdirjen Bina Marga No. 76/KPTS/Db/1999)

2.5.5 Tahapan Kegiatan Jalan

Pembangunan jalan adalah kegiatan pemrograman dan penganggaran, perencanaan teknis, pengadaan tanah, pelaksanaan konstruksi, serta pengoperasian dan pemeliharaan jalan. Suatu jalan memiliki tahapan-tahapan kegiatan (PP No.34 Tahun 2006), yaitu:

a. Tahap Pemrograman dan Penganggaran

Pemrograman penanganan jaringan jalan merupakan penyusunan rencana kegiatan penanganan ruas jalan yang menjadi tanggung jawab penyelenggara jalan. Pemrograman penanganan jaringan jalan mencakup penetapan rencana tingkat kinerja yang akan dicapai serta perkiraan biaya yang diperlukan.

b. Tahap Perencanaan Teknis

Dalam membangun ruas jalan baru maupun peningkatan yang diperlukan sehubungan dengan penambahan kapasitas jalan raya memerlukan suatu perencanaan ataupun perancangan yang efektif agar diperoleh hasil yang terbaik dan ekonomis tetapi memenuhi unsur keselamatan penggunaan jalan dan tidak mengganggu ekosistem. (Hendarsin, 2000). Perencanaan teknis merupakan kegiatan penyusunan dokumen rencana teknis yang berisi gambaran produk yang ingin diwujudkan, harus dilakukan secara optimal dengan memperhatikan aspek lingkungan hidup.

c. Tahap Pengadaan Tanah

d. Tahap Pelaksanaan Konstruksi

Tahap pelaksanaan konstruksi jalan merupakan kegiatan fisik penanganan jalan untuk memenuhi kebutuhan transportasi jalan. Berdasarkan UU No. 32 tahun 2009 dan PP No.27 tahun 2012 setiap kegiatan pembangunan jalan wajib memiliki AMDAL atau UKL/UPL dan izin lingkungan. AMDAL adalah kajian mengenai dampak dari suatu kegiatan pada lingkungan hidup. Izin lingkungan adalah izin yang diberikan kepada setiap orang yang melakukan

usaha/kegiatan yang telah melengkapi AMDAL atau UKL-UPL dalam rangka perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Selain itu, kontraktor wajib melaksanakan sistem manajemen lingkungan. Sistem manajemen lingkungan adalah suatu sistem yang digunakan oleh perusahaan untuk mengelola lingkungan dan meminimalisir dampak terhadap lingkungan sekitar. Tahapan pekerjaan konstruksi jalan antara lain:

- Mobilisasi dan Demobilisasi;
- Pekerjaan Persiapan;
- Penyiapan Tanah Dasar, Bahu dan Drainase;
- Pekerjaan Lapis Pondasi dan Pondasi Bawah;
- Pekerjaan Lapis Permukaan (Lapis Penutup dan Perkerasan)

e. Tahap Pengoperasian

Tahap pengoperasian jalan merupakan kegiatan penggunaan jalan untuk melayani lalu lintas jalan harus dilengkapi dengan perlengkapan jalan untuk menjamin keselamatan penggunaan jalan.

f. Tahap pemeliharaan

Pemeliharaan jalan meliputi pemeliharaan rutin, berkala dan rehabilitasi, antara lain:

1. Pemeliharaan Rutin

Merupakan kegiatan merawat serta memperbaiki kerusakan-kerusakan yang terjadi pada ruas-ruas jalan dengan kondisi pelayanan baik, pemeliharaan rutin hanya diberikan terhadap lapisan permukaan yang sifatnya untuk meningkatkan kualitas berkendara tanpa meningkatkan

kekuatan struktural, pemeliharaan ini dilakukan setiap tahun dan mencakup pekerjaan, antara lain: penambahan lubang (*Patching*) dengan terlebih dahulu melakukan pekerjaan persiapan yang meliputi pembersihan, pemotongan lubang dan pembersihan drainase.

2. Pemeliharaan Berkala

Merupakan kegiatan yang dilakukan setiap lima tahun dan mencakup pekerjaan, antara lain: pelapisan ulang (*overlaying*), pemarkaan (*marking*), perbaikan dan pembangunan fasilitas drainase.

3. Tahap Rehabilitasi (Rekonstruksi)

Perbaikan konstruksional yang biasanya dilakukan setiap akhir umur rencana dan mencakup pekerjaan, antara lain: pekerjaan galian dan timbunan, penyiapan tanah dasar (*subgrade*), pekerjaan struktur perkerasan (lapis pondasi, lapis permukaan), pembangunan fasilitas drainase dan pemarkaan (*marking*).

2.6 Isu Strategis Jalan Hijau Indonesia

Jalan merupakan salah satu infrastruktur yang berperan penting di setiap negara dalam mendukung pertumbuhan ekonomi. Berdasarkan data dalam rentang tahun 1987 sampai dengan 2011 penambahan panjang jalan di Indonesia rata-rata per tahun untuk jalan nasional adalah 11.313,3 km, jalan provinsi 1.082,3 km, dan jalan kabupaten/kota adalah 94.445,5 km. Data tersebut tidak termasuk jalan yang berada di wilayah Daerah Khusus Ibukota Jakarta dalam rentang tahun 1987-1992, dan tidak termasuk dalam wilayah Timor Timur sejak tahun 1999.

Dengan pertumbuhan panjang jalan yang terus mengalami peningkatan tentu akan berakibat pada berkurangnya ketersediaan sumberdaya alam sebagai pembentuk struktur jalan, meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan oleh proses konstruksi, meningkatnya emisi yang ditimbulkan pada tahap pembangunan maupun operasional, berkurangnya lahan produktif akibat pengalihan lahan akibat pembangunan jalan, dan berbagai dampak lain terkait dengan lingkungan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Berdasarkan hal-hal tersebut diatas maka perlu dikembangkan proses konstruksi yang mampu mereduksi pemakaian sumber daya alam dan meminimalisasi terjadinya limbah yang dihasilkan melalui konsep jalan hijau. Manfaat jalan hijau setidaknya mencakup hal-hal sebagai berikut:

1. Manfaat bagi lingkungan (ekosentris) adalah mengurangi penggunaan material, bahan bakar fosil, air, polusi udara, emisi gas rumah kaca, polusi air, limbah padat, dan mampu memulihkan/membentuk habitat.
2. Manfaat bagi manusia (antroposentris) adalah meningkatkan akses, mobilitas, kesehatan dan keselamatan manusia, ekonomi lokal, kesadaran, estetika, dan mereduksi biaya daur hidup (Greenroads, 2012).

Secara global sektor konstruksi mengkonsumsi 50% sumber daya alam, 40% energy, dan 16% air (Widjanarko 2009). Penggunaan sumber daya tak terbarukan, proses pengolahan bahan mentah menjadi bahan siap pakai, eksploitasi dari konsumsi yang berlebihan, dan masalah transportasi adalah kontributor dampak lingkungan.

Kegiatan transportasi yang memberikan pengaruh terhadap lingkungan antara lain konstruksi infrastruktur transportasi, perjalanan, perakitan perlengkapan transportasi, pemeliharaan infrastruktur, dan pendukung kendaraan lainnya. Jika ditelusuri pengaruh transportasi terhadap lingkungan sangat bervariasi pada berbagai aspek lingkungan dan bergantung pada jenis kegiatan transportasi tersebut (EPA, 1999). Pembangunan jalan berkelanjutan, sebagai bagian transportasi, harus membatasi pengaruh negative terhadap lingkungan.

Pembangunan infrastruktur jalan berdampak terhadap lingkungan yang diukur dengan besarnya emisi yang ditimbulkan sejak pembukaan lahan, pengambilan material, transportasi material, proses konstruksi hingga saat operasional. Namun demikian aktivitas pembangunannya tidak dapat dihentikan begitu saja tetapi perlu direformulasi untuk menurunkan dampaknya terhadap lingkungan. Indonesia sebagai bagian dari masyarakat internasional harus berkontribusi terhadap permasalahan lingkungan yang ditandai dengan naiknya emisi gas rumah kaca. Sebagai negara berkembang tentu masih membutuhkan berbagai jenis infrastruktur namun dibutuhkan cara membangun yang ramah terhadap lingkungan. Oleh karena itu dibutuhkan panduan mengenai cara membangun yang seminimal mungkin menimbulkan dampak lingkungan.

Dalam Konferensi Tingkat Tinggi ke-13 tentang Perubahan Iklim Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) yang diselenggarakan di Bali pada bulan Desember 2007, Indonesia sepakat untuk menurunkan konsentrasi CO₂ di udara sebesar 26% sampai dengan 41% di akhir tahun 2020 dan disepakati tentang “peta

jalur hijau” dengan pola pembangunan abad ke-21 yang berkadar rendah karbon (Peraturan Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2011).

Indonesia sebagai negara yang sedang berkembang dan sedang membangun, telah memiliki cetak biru bagi sektor konstruksi sebagai *grand design* dan *grand strategy* yang disebut dengan Konstruksi Indonesia 2030. Salah satu agenda yang diusulkan adalah melakukan promosi *sustainable construction* untuk penghematan bahan dan pengurangan limbah (bahan sisa) serta kemudahan pemeliharaan bangunan pasca konstruksi (LPJKN, 2007).

Terkait dengan pengaruh aspek perubahan iklim dalam pembangunan infrastruktur bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat telah disusun pula Rencana Strategis (Renstra) Kementerian Pekerjaan Umum 2010-2014, yang menyebutkan bahwa prioritas pembangunan infrastruktur pekerjaan umum adalah pencapaian yang berkelanjutan dan pelestarian fungsi lingkungan hidup. Kemudian dibentuk Rencana Aksi Nasional Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim (RAN MAPI) Kementerian Pekerjaan Umum berupa dokumen program kerja bidang pekerjaan umum dan penataan ruang dalam rangka mitigasi dan adaptasi terhadap dampak perubahan iklim. RAN MAPI memiliki strategis mitigasi dan adaptasi dalam perencanaannya. Strategi mitigasi meliputi:

1. Mengembangkan konsep jaringan transportasi jalan yang ramah lingkungan dan tanggap perubahan iklim.
2. Mengurangi kemacetan pada kawasan perkotaan (sekali-gus mengurangi emisi kendaraan bermotor).

3. Mengembangkan dan mendorong penggunaan teknologi konstruksi dan material yang lebih ramah lingkungan dan tanggap perubahan iklim.

Tabel 2.3
Strategi Mitigasi RAN MAPI Kementerian Pekerjaan Umum Sub Bidang Jalan/Jembatan

Strategi Mitigasi	Sasaran (2012-2014)	Sasaran (2015-2020)
1. Mengembangkan konsep jaringan transportasi jalan yang ramah lingkungan dan tanggap perubahan iklim	<ul style="list-style-type: none"> • Peningkatan kepatuhan seluruh siklus proyek jalan terhadap peraturan lingkungan yang berlaku. • Tersusunnya konsep dan terlaksananya pilot akomodasi moda transportasi non-motorized pada seluruh sistem jaringan jalan dengan memperhatikan keterpaduan antarmoda. • Penghijauan pada ruang milik dan ruang pengawasan jalan nasional secara efisien dengan memperhatikan kaidah-kaidah keselamatan dan ketahanan struktur. • Menyiapkan konsep dan pilot jaringan jalan ramah lingkungan dengan fokus pada keharmonisan dengan rencana tata ruang, standar geometri jalan, dan fasilitas lain, untuk mempromosikan penghematan energi dan ramah lingkungan 	<ul style="list-style-type: none"> • Tercapainya kepatuhan seluruh siklus proyek jalan terhadap peraturan lingkungan yang berlaku secara konsisten • Akomodasi secara optimal moda transportasi non-motorized pada seluruh sistem jaringan jalan nasional dan daerah dengan memperhatikan keterpaduan antar moda. • Penghijauan pada ruang milik dan ruang pengawasan jalan nasional dan daerah dengan memperhatikan kaidah-kaidah keselamatan dan ketahanan struktur • Membangun model - model infrastruktur dan pendukung infrastruktur moda ramah lingkungan sebagai

Strategi Mitigasi	Sasaran (2012-2014)	Sasaran (2015-2020)
		<p>upaya memberikan dorongan untuk pembangunan jalan ramah lingkungan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengembangkan metode konservasi emisi GRK dengan memanfaatkan RUMIJA dan RUWASJA • Memastikan jaringan jalan yang merupakan bagian tidak terpisah dari rencana tata ruang serta standar geometri jalan untuk mempromosikan penghematan energi dan ramah lingkungan.
<p>2. Mengurangi kemacetan pada kawasan perkotaan (sekali­gus mengurangi emisi kendaraan bermotor ke atmosfer)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pembangunan jalan dan jembatan baru, fly over, underpass, dan terowongan untuk mengurangi kemacetan jalan perkotaan. • Kajian metodologi dan evaluasi serta tata cara pengukuran MRV (<i>measurement, reporting, verification</i>) pengurangan emisi bidang jalan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pembangunan jalan dan jembatan baru, fly over, underpass, dan terowongan untuk mengurangi kemacetan jalan perkotaan • Pengkinian kajian metodologi dan evaluasi serta tata cara pengukuran MRV (<i>Measurement, Reporting, Verification</i>) pengurangan emisi bidang jalan.
<p>3. Mengembangkan dan mendorong penggunaan teknologi konstruksi dan material jalan yang lebih ramah lingkungan dan tanggap perubahan iklim.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pengembangan spesifikasi perkerasan dan struktur jalan menggunakan teknologi daurulang dan limbah • Teridentifikasinya bahan bakar alternatif untuk pekerjaan konstruksi untuk pekerjaan konstruksi jalan • Tersedianya spesifikasi perkerasan dengan metode campuran hangat dan dingin 	

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2012

2.7 Green Road / Jalan Berkelanjutan

Jalan berkelanjutan merupakan bagian dari infrastruktur yang berkelanjutan. Pendekatan definisi infrastruktur berkelanjutan di Indonesia menurut Peraturan Menteri Pekerjaan umum dan Perumahan Rakyat No. 5/PRT/M/2015 tentang Pedoman Umum Implementasi Konstruksi Berkelanjutan pada Penyelenggaraan Infrastruktur adalah infrastruktur bidang pekerjaan umum dan permukiman yang diselenggarakan dengan menggunakan pendekatan konstruksi berkelanjutan. Konstruksi berkelanjutan adalah sebuah pendekatan dalam melaksanakan rangkaian kegiatan yang diperlukan untuk menciptakan suatu fasilitas fisik yang memenuhi tujuan ekonomi, sosial dan lingkungan pada saat ini dan pada masa yang akan datang, serta memenuhi prinsip berkelanjutan.

Prinsip berkelanjutan tersebut mencakup aspek ekonomi, sosial dan lingkungan. Pelaksanaan kegiatan penyelenggaraan infrastruktur dapat mengubah kondisi dan fungsi lingkungan hidup, baik alam maupun kehidupan sosial, yang dalam siklus hidupnya yaitu diawali tahap pemrograman, perencanaan teknis, pelaksanaan konstruksi, operasional, pemeliharaan hingga pembongkaran akan mengkonsumsi banyak sumberdaya dan memberikan dampak kepada lingkungan hidup sekitarnya. Dampak lingkungan hidup adalah pengaruh perubahan pada lingkungan hidup yang diakibatkan oleh suatu usaha dan/atau kegiatan (UU No.32 tahun 2009).

Jalan berkelanjutan adalah suatu konsep pelaksanaan/penerapan konstruksi berkelanjutan bidang prasarana Jalan yang memuat prinsip berkelanjutan dan berbasiskan keseimbangan aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial.

Definisi *green roads* adalah kegiatan penyelenggaraan jalan yang menerapkan prinsip lingkungan dimulai dari tahap pembiayaan, perencanaan, desain, konstruksi, dan pemeliharaan jalan. serta penanganan dampak perubahan iklim. Sedangkan prinsip lingkungan adalah prinsip yang mengedepankan dan memperhatikan unsur pelestarian lingkungan seperti pemanfaatan secara efektif dan efisien sumber daya air dan energi, pengurangan limbah dan polusi, dan pensinergisan lingkungan alami dan buatan.

Persyaratan utama Jalan Hijau adalah pemilihan kegiatan terkait lingkungan dan ekonomi, partisipasi masyarakat, perancangan jangka panjang untuk kinerja lingkungan, perencanaan konstruksi, perencanaan jenis monitoring dan pemeliharaan. Sedangkan praktek-praktek berkelanjutan secara sukarela dibagi menjadi 5 kelompok, yaitu lingkungan dan keairan, akses dan kesetimbangan, kegiatan pelaksanaan konstruksi, material dan sumber daya alam, dan teknologi perkerasan (Greece Maria,2013).

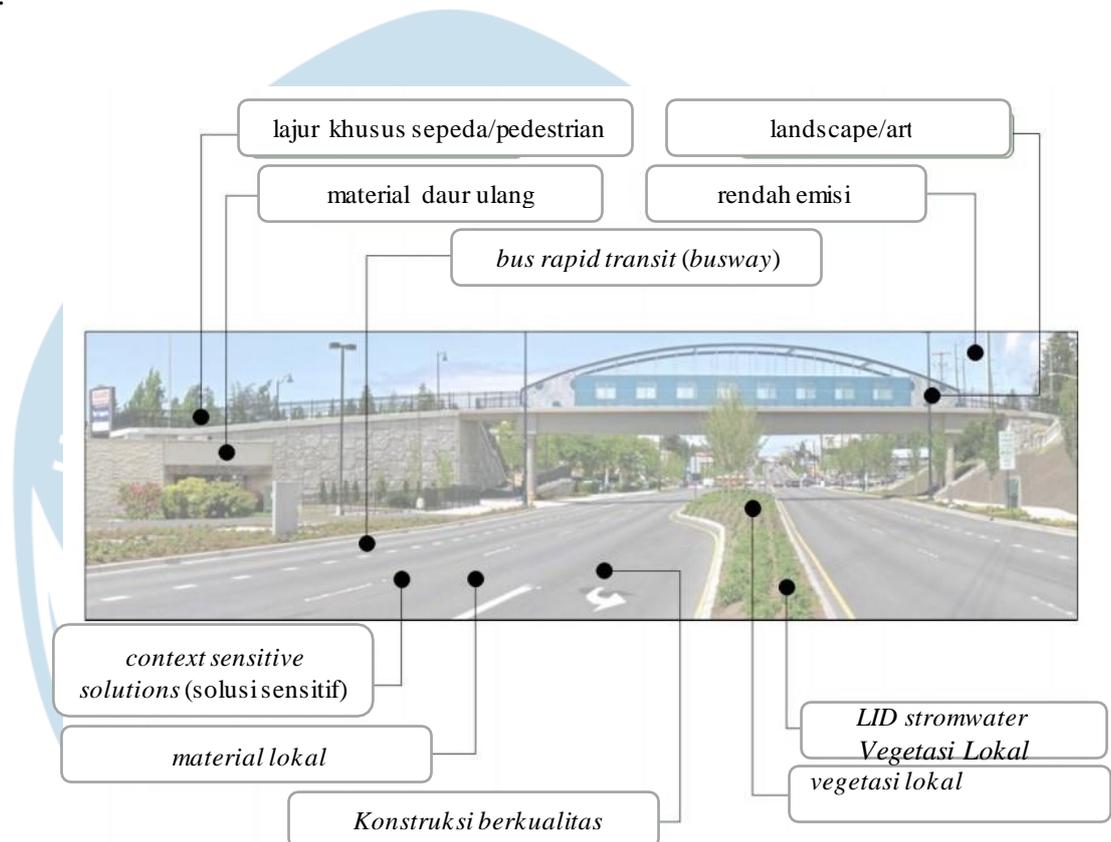
Manfaat dalam *Green roads* ini mencakup: manfaat bagi lingkungan (ekosentris) adalah mengurangi penggunaan material, bahan bakar fosil, air, polusi udara, emisi gas rumah kaca, polusi air, limbah padat, dan mampu memulihkan/membentuk habitat. Manfaat bagi manusia (antroposentris) adalah

meningkatkan akses, mobilitas, kesehatan dan keselamatan manusia, ekonomi lokal, kesadaran, estetika, dan mereduksi biaya daur hidup (Ervianto,2013).

Dalam pembangunan *green roads* dikenal beberapa prinsip penting, yaitu meminimalkan pemanfaatan energi dan air, mengurangi penggunaan sumber daya alam tak terbarukan, desain dan material yang meminimalkan dampak lingkungan akibat pembangunan dan pengoperasian jalan (polusi udara, suara, getaran, dan limbah), serta lansekap jalan membaaur dengan lingkungan sekitar. Mengoptimalkan wilayah di sekitar jalan sebagai daerah tangkapan dan resapan air merupakan salahsatu kriteria *green roads*. Selain itu, memanfaatkan materi daur ulang untuk meminimalkan bahan buangan, dan mereduksi energi dalam pembuatan jalan juga menjadi kriteria *green roads*.

Greenroads (2011) sebagai lembaga penilai jalan berkelanjutan menyatakan bahwa *Green road* adalah proyek jalan yang dirancang dan dilaksanakan ke tingkat keberlanjutan yang lebih tinggi dari proyek jalan biasa. Tingkat keberlanjutan yang dikembangkan oleh *Greenroads* merupakan berbagai kegiatan dari perencanaan, perancangan jalan, konstruksi, dan pemeliharaan. Kriteria sebagai *Green road* dibagi menjadi persyaratan utama dan praktek berkelanjutan yang dapat dilakukan secara sukarela. Persyaratan utama *Green road* adalah pemilihan kegiatan terkait lingkungan dan ekonomi, partisipasi masyarakat, perancangan jangka panjang untuk kinerja lingkungan, perencanaan konstruksi, perencanaan jenis monitoring dan pemeliharaan. Sedangkan praktek-praktek berkelanjutan secara sukarela dibagi menjadi 5 (lima) kelompok, yaitu

lingkungan dan keairan, akses dan kesetimbangan, kegiatan pelaksanaan konstruksi, material dan sumber daya alam, dan teknologi perkerasan. Untuk lebih jelasnya mengenai contoh desain jalan berkelanjutan dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5
Contoh Desain Jalan Berkelanjutan

Sumber: www.greenroads.org

2.8 Sistem Rating Jalan Hijau

Dalam pembangunan berkelanjutan guna mewujudkan jalan yang berkelanjutan diperlukan suatu ukuran yang dapat digunakan sebagai acuan

ataupun tolak ukur. Tolak ukur tersebut dapat berupa penghargaan maupun checklist yang tertuang dalam sebuah pedoman ataupun sistem pemeringkatan.

2.8.1 Sistem Rating di berbagai Negara

Untuk menilai seberapa “hijau” sebuah infrastruktur jalan dibutuhkan instrumen penilai yang sesuai dengan kondisi lokal. Terdapat berbagai system pemeringkatan yang berupa Pedoman (manual) yang telah dipublikasikan di berbagai negara. Masing-masing sistem pemeringkatan mempunyai kecenderungan yang berbeda satu sama lain dalam menentukan indikator sebagai instrumen penilainya. Beberapa sistem rating yang telah dipublikasikan adalah:

- a. *Greenroads versi 1.5* yang dikembangkan oleh *University of Washington* di Amerika,
- b. *Leadership In Transportation and Environmental Sustainability (LITES)* selanjutnya disebut dengan *GreenLITES* adalah sistem rating yang dikembangkan oleh *New York State Department of Transportation* yang dipublikasikan pertama kali pada bulan September 2008 di Amerika,
- c. *Illinois-Livable And Sustainable Transportation Rating System and Guide (I-LAST)* dikembangkan oleh *Illinois Department of Transportation* bekerjasama dengan *Illinois Joint Sustainability Group*, *Illinois Road and Transportation Builders Association*, dan *Illinois branch of the American Council of Engineering Companies*,
- d. *The Civil Engineering Environmental Quality (Ceequal)* adalah sistem rating yang dikembangkan di United Kingdom (UK) oleh *Institution of Civil*

Engineers (ICE) dan saat ini dikelola oleh CIRIA and *Crane Environmental*.

Sistem rating ini cukup fleksibel untuk digunakan dalam proyek sipil, mencakup: transportasi, air dan air limbah, dan infrastruktur energi (Ceequal, 2008),

- e. *Infrastructure Voluntary Evaluation Sustainability Tool (INVEST)* adalah sistem rating yang dikembangkan di Australia dan dipublikasikan pada bulan Oktober tahun 2012.

Rating tools		Emisi GRK	Emisi bukan GRK	Polutan non emisi	Penggunaan material	Faktor lingkungan lain	Faktor ekonomi	Faktor sosial			Pemilihan material	Ekstraksi material	Produksi material	Transportasi material	Aktivitas proses konstruksi	Lalu lintas selama proses konstruksi	Pemeliharaan
Greenroads		•	-	•	•	•	•	•		Greenroads	•	•	•	•	•	-	•
GreenLITES		•	•	•	•	•	-	•		GreenLITES	•	-	-	•	-	-	•
I-LAST		•	•	•	•	•	-	•		I-LAST	•	-	-	•	-	-	-
Ceequal		•	•	•	•	•	-	•		Ceequal	•	•	•	•	•	•	•

Sumber: Highfield, C. L., 2011 dalam Ervianto, 2013

Gambar 2. 6

Perbandingan Sistem Rating Greenroads, GreenLITES, I-LAST dan Ceequal

Perbandingan dari berbagai sistem rating tersebut diatas terutama dalam hal akomodasi terhadap berbagai emisi serta aktivitas konstruksi, sistem rating *Greenroads* hampir semua mengakomodasi. Secara ringkas substansi dari keempat sistem rating tersebut sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 2.6.

2.8.2 Sistem Rating Jalan Berkelanjutan di Indonesia

Kementerian Pekerjaan Umum selaku penyelenggara jalan di Indonesia, diwakili oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan (Pusjatan) tengah mengembangkan pedoman mengenai jalan berkelanjutan yang disebut dengan Sistem Rating Jalan Hijau. Sistem rating jalan hijau ini merupakan hasil kajian dari system pemeringkatan jalan berwawasan lingkungan atau jalan berkelanjutan yang telah ada sebelumnya yaitu *Greenroads Manual v1.5, Illinois-Livable And Sustainable Transportation Rating System and Guide (I-LAST)* dan *Vicroad Invest*. Sistem pemeringkatan ini disusun dalam mendukung infrastruktur yang berkelanjutan di Indonesia.

Sistem ini memberikan persyaratan yang bersifat wajib dimiliki sebelum dilakukan penilaian jalan berkelanjutan, sedangkan nilai sukarela berarti bahwa nilai (poin) yang disediakan pada system ini tidak diwajibkan secara keseluruhan pada suatu ruas jalan yang akan dinilai tetapi total poin pencapaian jalan tersebut yang akan digunakan sebagai tolak ukur dan ditentukan tingkat kehijauan jalan tersebut. Sistem pemeringkatan ini dapat digunakan pada tahap perencanaan dan pembangunan jalan baru atau peningkatan jalan. Tahapan penilaian yaitu penyelenggara jalan (sebagai pendaftar) mendaftarkan rencana proyek pembangunan atau peningkatan jalan (proyek) untuk mendapatkan pemeringkatan dari institusi independen yang ditunjuk sebagai pemeringkat (Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, 2014). Adapun ketentuan teknis dalam system pemeringkatan jalan berwawasan lingkungan ini antara lain:

a. Persyaratan

Persyaratan yang harus dipenuhi dalam suatu proyek jalan yang akan dinilai sesuai dengan sistem pemeringkatan jalan adalah sebagai berikut:

- Laporan *Life Cycle Cost Analysis* (LCCA), dokumen laporan pra studi kelayakan;
- Ijin lingkungan yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup;
- Laporan Analisa Dampak Lingkungan (AMDAL) dan Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup (UKL-UPL).

b. Kriteria

Kriteria yang harus dipenuhi oleh suatu proyek jalan untuk mendapatkan nilai yang bersifat sukarela ada 5 Kategori. Masing-masing kategori dibagi ke dalam beberapa Sub-Kategori yang termasuk dalam kriteria. Adapun kriteria di kelompokkan dalam beberapa sub kategori dan kategori. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.4 dan Tabel 2.5.

Tabel 2. 4
 Kategori, Sub Kategori Sistem Rating Jalan hijau di Indonesia

KATEGORI	SUB KATEGORI	
Konservasi lingkungan air, udara dan alam	KL-1	Penyedia jasa mengikuti system manajemen lingkungan
	KL-2	Upaya penyediaan system drainase
	KL-3	Upaya mitigasi banjir lingkungan
	KL-4	Upaya pengurangan debu
	KL-5	Upaya peredam kebisingan
	KL-6	Upaya penghijauan
	KL-7	Upaya pelatihan kesadaran lingkungan
	KL-8	Upaya perlindungan dan menghindari kehilangan habitat
	KL-9	Upaya pembatasan penerangan jalan
Transportasi dan masyarakat	TM-1	Akses dan fasilitas pejalan kaki
	TM-2	Akses dan fasilitas pesepeda
	TM-3	Akses dan fasilitas pengguna angkutan umum
	TM-4	Perancangan geometric dan fasilitas pendukung untuk menekan penggunaan energi
	TM-5	Audit keselamatan
	TM-6	Peran serta masyarakat dalam perencanaan
	TM-7	Penyediaan fasilitas pemandangan menarik
	TM-8	Penataan ornament dan lansekap jalan
Aktivitas pelaksanaan konstruksi	AK-1	Kepemilikan dokumen sistem manajemen mutu
	AK-2	Rencana daur ulang di lokasi pekerjaan
	AK-3	Pengurangan penggunaan bahan bakar fosil di luar pekerjaan konstruksi
	AK-4	Pengurangan emisi dari penggunaan peralatan
	AK-5	Pengurangan emisi pada saat penghamparan campuran beraspal
	AK-6	Pemantauan penggunaan air
	AK-7	Jaminan pelaksanaan
	AK-8	Penggunaan energi terbarukan
	AK-9	Pembelian karbon
	AK-10	Koordinasi antara tim perancang dan pelaksana konstruksi
Material dan sumber Daya Alam	MS-1	Penggunaan ulang material perkerasan lama (re-use)
	MS-2	Keseimbangan galian-timbunan
	MS-3	Penggunaan material daur ulang (recycling)
	MS-4	Penggunaan material lokal
	MS-5	Efisiensi penggunaan energy penerangan jalan
	MS-6	Pemanfaatan material berlebih ke luar lokasi proyek

Teknologi Perkerasan	TP-1	Perancangan perkerasan berumur panjang minimum 40 tahun
	TP-2	Permukaan perkerasan porus
	TP-3	Campuran beraspal hangat
	TP-4	Campuran dingin
	TP-5	Permukaan perkerasan yang dapat mengurangi kebisingan

Sumber: Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, 2014



Tabel 2. 5
Kategori, Sub Kategori dan Kriteria

No.	Kategori	Jumlah Sub Kategori	Jumlah Kriteria
1	Konservasi lingkungan air, udara dan alam (KL)	9	34
2	Transportasi dan masyarakat (TM)	8	35
3	Pelaksanaan konstruksi (AK)	10	11
4	Material dan sumber daya alam (MS)	6	6
5	Teknologi perkerasan (TP)	5	5
Total		38	91

Sumber: Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, 2014

Peringkat diberikan kepada suatu proyek jalan berdasarkan pemenuhan terhadap persyaratan dan tingkat perolehan nilai-nilai sukarela berdasarkan pemenuhan terhadap kriteria. Kriteria peringkat disajikan dalam Tabel. 2.6.

Tabel 2. 6
Kriteria Peringkat

BINTANG	KRITERIA PERINGKAT
*	Jalan yang telah memenuhi persyaratan teknis jalan, memiliki analisa life cycle cost, dan izin lingkungan
**	Jalan mencapai nilai 20 poin
***	Jalan mencapai nilai 30 poin
****	Jalan mencapai nilai 45 poin

Sumber: Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, 2014

2.8.3 Perbandingan Sistem Pemeringkatan Jalan Berkelanjutan

Lima sistem pemeringkatan yang telah dijelaskan sebelumnya memiliki persamaan kesamaan yaitu mengusung jalan berkelanjutan dengan isu berkelanjutan yaitu mengedepankan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan dengan tidak mengesampingkan aspek keselamatan yang ditunjukkan dengan adanya audit keselamatan jalan pada sub kategori yang disyaratkan. Pada *Greenroads*, I-LAST, Rancangan Pedoman Jalan Hijau dapat digunakan pada

tahap perencanaan dan Invest dapat digunakan pada 3 tahap terpisah yaitu Perencanaan, Konstruksi, *Operation & Maintenance* (Dwi Meldasari, 2015)

Greenroads mendorong inovasi dalam mewujudkan jalan berkelanjutan, hal ini terlihat pada poin maksimal 5 poin untuk inovasi dan hanya memberikan rata-rata 1-2 poin pada kriteria yang lain. *Green LITES* dikembangkan untuk mengukur kinerja keberlanjutan pada proyek jalan yang dilakukan NYSDOT, pemeringkatan diberikan pada tahap perencanaan I-LAST berfungsi sebagai buku panduan untuk pembina jalan. Sistem ini tidak menawarkan penghargaan berupa tingkatan predikat jalan berkelanjutan, tetapi berupa checklist yang dapat digunakan sebagai acuan untuk mewujudkan infrastruktur jalan yang berkelanjutan. INVEST selangkah lebih maju dari sistem yang lain dengan menyajikan pemeringkatan jalan berkelanjutan pada tahap *Operation and Maintenance*.

Greenroads telah digunakan untuk mengevaluasi lebih dari 120 proyek nasional dan internasional (Greenroads Foundation, 2011), Mayoritas penggunaan telah terjadi di Amerika Serikat. Lebih dari 20 proyek telah terdaftar di lima negara bagian dan 5-10 proyek di Sembilan negara lain. *Greenroads* juga bekerja sama dengan beberapa negara untuk mengembangkan dan memperluas sistem rating (Greenroads Foundation, 2011). *GreenLITES* telah digunakan untuk mengevaluasi total 221 proyek (NYSDOT, 2012). Proyek dievaluasi, 39% yang tidak bersertifikat, 36% yang GreenLITES certified, 16% diperoleh GreenLITES *Silver*, 5% diperoleh GreenLITES *gold* dan 5% diperoleh GreenLITES *Evergreen*.

Ulasan lima sistem pemeringkatan untuk infrastruktur jalan mengungkapkan bahwa semua sistem pemeringkatan mendukung dan mengakui jalan yang berkelanjutan. Setiap sistem berbeda dalam menganalisis dan mengevaluasi jalan. Tidak ada suatu metode yang pasti/wajib/diseragamkan untuk setiap system pemeringkatan. Kemiripan antara sistem pemeringkatan yaitu yang berkaitan dengan lingkungan, aksesibilitas, material, dan aktifitas konstruksi namun nilai (poin) yang diberikan kepada masing-masing kriteria berbeda-beda antara sistem satu dengan yang lain. Kriteria penilaian untuk masing-masing sistem pemeringkatan berbeda disesuaikan dengan definisi dan literatur jalan berkelanjutan yang mengacu pada pembuat sistem tersebut serta disesuaikan dengan tujuan, fungsi atau kegunaan dari sistem, lokasi sistem tersebut akan digunakan, serta peraturan-peraturan yang berlaku pada negara pengguna. Secara garis besar sistem pemeringkatan yang telah ada mempersyaratkan kegiatan dan fasilitas-fasilitas dalam mendukung jalan berwawasan lingkungan pada kriteria penilaiannya. Adapun ringkasan perbandingan kategori yang terdapat pada masing-masing sistem pemeringkatan seperti terlihat pada tabel 2.7 berikut:

Tabel 2.7

Perbandingan Kategori Sistem Pemeringkatan Jalan Berwawasan Lingkungan

	Amerika			Indonesia	
	GreenroadsTM ¹	GreenLITES ²	I-LAST ³	INVEST 1.0 ⁴	man JalanHijau ⁵
		<i>Sustainable Sites</i>	<i>Planning, Design</i>	<i>System Planning</i>	
			<i>Criteria</i>		
<i>Environment & Water</i>		<i>Water Quality</i>	<i>Environmental Water Quality,</i>	<i>Environmental, Water Quality,</i>	Konservasi lingkungan air, udara dan alam
<i>Access & Equity</i>		<i>Energy and Atmosphere</i>	<i>Lighting Transportation</i>	<i>Lighting Transportation</i>	Transportasi dan masyarakat
<i>Construction Activities</i>					Aktivitas Pelaksanaan Konstruksi
<i>Material &</i>		<i>Materials and</i>	<i>Materials</i>	<i>Materials</i>	Material dan Sumber

<i>Resources Pavement Techologies Custom Credit</i>	<i>Resources Innovation/Unlisted</i>	Daya Alam Teknologi Perkerasan
		<i>Operations and Maintance Criteria</i>

Catatan Sumber:

- 1) Greenroads Foundation, (2011), Greenroads Manual versi 1.5;
- 2) NYSDOT, (2010), GreenLITES Project Design Certification Program;
- 3) IDOT & IJSG, (2010), Illinois-Livable and Sustainable Transportation Rating System and Guide (I-Last);
- 4) Federal Highway Administration (FHWA), (2012), INVEST 1.0;
- 5) Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, (2014), Pedoman Jalan Hijau.

2.9 Kajian Literatur (Penelitian Terdahulu)

Kajian literatur merupakan bagian penting dalam penelitian yang dilakukan karena didalamnya memuat uraian atau deskripsi tentang literatur yang relevan dengan bidang atau topik tertentu. Didalamnya memberikan tinjauan mengenai apa yang telah dibahas oleh peneliti atau penulis, teori-teori atau hipotesis yang mendukung, permasalahan penelitian yang diajukan atau ditanyakan, metode dan metodologi yang sesuai. Subbab ini membahas mengenai literatur terkait jalan berkelanjutan (*green road*) serta literatur terkait tantangan dan hambatan dalam pembangunan berkelanjutan.

2.9.1 Pemahaman Pemangku Kepentingan dalam penerapan konsep *GreenRoad*

Konsep *green road* di Indonesia tergolong masih baru dan masih dalam tahap penelitian, namun dengan tuntutan konstruksi yang berkelanjutan maka konsep *green road* ini pada nantinya akan diterapkan. Pada kota-kota besar di Indonesia pembangunan bersifat *green* sudah mulai digalakkan namun untuk daerah penelitian yaitu Kota Sorong, konsep pembangunan bersifat "*green*" dalam hal ini *green road* masih bersifat hal yang baru. Agar konsep *green road* ini dapat

diterapkan dengan baik, maka pihak-pihak terkait dalam pekerjaan jalan perlu memiliki pemahaman yang baik mengenai *Green Road*. Adapun pengertian pemahaman, yaitu (1) proses, (2) perbuatan, (3) cara memahami atau memahamkan (mempelajari baik-baik supaya paham) (Depdikbud, 1994: 74). Sehingga dapat diartikan bahwa pemahaman adalah suatu proses, cara memahami cara mempelajari baik-baik supaya paham dan pengetahuan banyak.

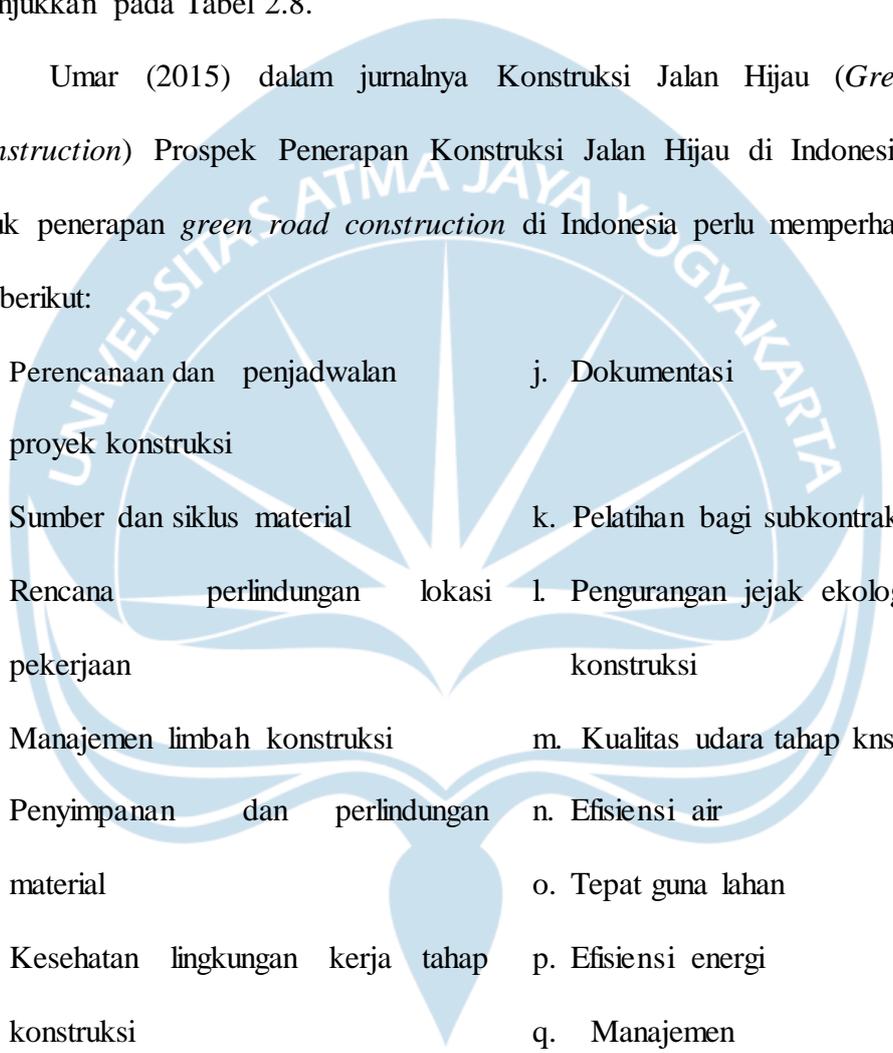
Penelitian terkait pemahaman pemangku kepentingan dalam penerapan konsep *green road* pernah dilakukan oleh Tanesia (2015). Penelitian ini dibatasi pada penerapan manajemen limbah sehingga dapat tercapainya konsep *green road* yang berkelanjutan. Adapun variabel yang dipakai dalam menganalisis tingkat pemahaman dalam penelitian ini didasarkan pada tiga prinsip berkelanjutan yaitu:

- a. Sosial: Kesetaraan akses pengguna jalan, melindungi dan mengembangkan budaya dan sejarah, partisipasi masyarakat, perlindungan kesehatan (keselamatan, kebisingan).
- b. Ekonomi: penggunaan teknologi perkerasan, menjaga kualitas pekerjaan, penghematan energi (hemat bahan bakar fosil, menggunakan solar/energi lainnya), penghematan material (*reuse, recycle*, material lokal), Analisis biaya banjir, penyedia jasa memiliki sertifikat ISO manajemen mutu dan manajemen lingkungan.
- c. Lingkungan: perlindungan lingkungan dan ekosistem (hewan), perlindungan udara, pengaturan keairan, pengurangan material, penghijauan.

Dalam mengetahui pemahaman pemangku kepentingan terkait penerapan konsep jalan berkelanjutan (*green road*) maka aspek-aspek atau faktor-faktor dari

green road perlu diketahui. Aspek atau faktor yang dimaksud termuat dalam sistem rating jalan berkelanjutan (*green road*). Terdapat beberapa penelitian terkait aspek dan / faktor dan/ sistem rating *green road* baik didalam maupun luar negeri yang ditunjukkan pada Tabel 2.8.

Umar (2015) dalam jurnalnya Konstruksi Jalan Hijau (*Green Road Construction*) Prospek Penerapan Konstruksi Jalan Hijau di Indonesia menulis untuk penerapan *green road construction* di Indonesia perlu memperhatikan hal-hal berikut:

- 
- a. Perencanaan dan penjadwalan proyek konstruksi
 - b. Sumber dan siklus material
 - c. Rencana perlindungan lokasi pekerjaan
 - d. Manajemen limbah konstruksi
 - e. Penyimpanan dan perlindungan material
 - f. Kesehatan lingkungan kerja tahap konstruksi
 - g. Program kesehatan dan keselamatan kerja
 - h. Pemilihan dan operasional peralatan konstruksi,
 - j. Dokumentasi
 - k. Pelatihan bagi subkontraktor
 - l. Pengurangan jejak ekologis tahap konstruksi
 - m. Kualitas udara tahap knstruksi
 - n. Efisiensi air
 - o. Tepat guna lahan
 - p. Efisiensi energi
 - q. Manajemen lingkungan proyek konstruksi

Tabel 2. 8
Penelitian Terdahulu Yang Relevan

NO.	JUDUL	VARIABEL PENELITIAN
1.	<p>Kajian <i>Green Construction</i> Infrastruktur Jalan Dalam Aspek Konservasi Sumber Daya Alam (Ervianto, 2013)</p>	<p>6 aspek <i>green construction</i>: a. <u>Sumber dan siklus material</u> b. <u>Manajemen Lingkungan Bersama</u> c. <u>Konservasi Energi</u> d. <u>Kualitas Udara</u> e. <u>Kesehatan dan Kenyamanan dalam Proyek</u> f. <u>Konservasi Air</u></p>
2	<p><i>Sustainability Evaluation Of Dewaruci Underpass Intersections</i> (Lawalata <i>et al.</i> 2015)</p>	<p><i>IRE Green Roads Rating System Criteria</i>: a. <u>Project Requirement</u> <i>Feasibility study, The environmental document (UKL and UPL)</i> b. <u>Environment and water</u> <i>Services Provider has an environmental management, Efforts to reduces dust, Efforts to protect and avoid loss of habitat</i> c. <u>Providing Access and transit</u> <i>Access and Pedestrian Facilities, Access and Facilities Cyclists, Access and Public transport facilities, The design of geometric and support facilities, Safety Audit, Community participation in the planning, Provision of facilities for interesting sights, Ornaments and landscape road</i> d. <u>Construction Work</u> <i>The services provider has a quality management system documents, Recycling plan at work sites, Reduction of fossil fuels outside of the construction, Reducing emissions from the use of equipment, Reducing emissions during asphalt mixture, Setting water use, Assurance providers, The use of renewable energy, Purchasing carbon, Intensive coordination between the design team implementing technical-construction</i> e. <u>Pavement Technology</u> <i>Pavement design of long-lived, Pavement escaped water/porous, Warm asphalt mixture, Pavement can reduce local temperature increase/cold, Pavement to reduce noise</i> f. <u>Material and Natural Resources</u> <i>Reuse of old paving materials with different functions (re-use), Balance-pile excavation, Material recycling (recycling) in lieu of new materials, The use of local materials, Energy efficiency street lighting, Utilization of excess material for off-site project</i></p>
3	<p><i>A Sustainability Rating System for Roads in Developing Countries</i> (Montgomery, <i>et al.</i> 2014)</p>	<p><i>Category and subcategories of environmentally Sustainability Criteria</i> a. <u>Quality of life</u> <i>Community Well-being, Community Context, Economics, Safety and Health.</i> b. <u>Project Leadership</u> <i>Collaboration, Management and Planning</i> c. <u>Natural World</u> <i>Siting-Alignment Selection, land-Water-Wildlife Habitat, Biodiversity</i></p>

NO.	JUDUL	VARIABEL PENELITIAN
		<ul style="list-style-type: none"> d. <u>Natural Resources Management</u> <i>Materials, Recycling-Reuse, Waste Management, Energy, Water, Atmosphere</i> e. <u>Climate Change</u> <i>Resilience, Greenhouse Gas Emissions</i>
4	Tinjauan Peraturan Yang Mendukung Perwujudan Jalan Berkelanjutan <i>(Review of Regulations To Implement Sustainable Roads)</i> (Lawalata, 2014)	3 (tiga) Aspek dan prinsip-prinsip jalan berkelanjutan: <ul style="list-style-type: none"> a. <u>Sosial</u>: Selamat dan Nyaman, Partisipasi Masyarakat b. <u>Ekonomi</u>: Efisiensi, Mobilitas, Aksesibilitas c. <u>Lingkungan</u>: Emisi, Sumberdaya alam, Habitat flora dan fauna.
5	<i>Energy Efficiency Criteria of Green Higways in Malaysia</i> (Zakaria, 2013)	<i>Elements and Sub –elements of green higways</i> <ul style="list-style-type: none"> a. <u>Ecology</u> <i>Preliminary inspection of purpose route to reduce destruction of environment, preservation of animal habitat, topsoil preservation and reuse, ecological functions of drainage corridor, environmental monitoring measures after project completion</i> b. <u>Landscaping</u> <i>Diversified and multilevel landscaping, vegetation coverage, carbon sequestration, plant endemic and bird and butterfly attracting plants, restoration of possible vegetation</i> c. <u>Waste reduction</u> <i>Use of road structure to minimize disturbance of original ground scenery, selection of automated/IBS working methods, minimization of waste during the construction process, minimization of excavation and earthmoving</i> d. <u>Materials</u> <i>Use of recycled highway materials, use of environmentally friendly materials, use of equipment that are easy to maintain and manage, application of durable material.</i> e. <u>Water conservation</u> <i>Use of highly water-permeable side slopes shapes, water-permeable pavement design, direct infiltration design, water storage infiltration design</i> f. <u>Energy Efficiency</u> <i>Low effect of road type on vehicle energy consumption, use of energy efficient facilities, use of renewable energy for energy supply</i>
6	Kajian Faktor <i>Green Construction</i> Infrastruktur Jalan Berdasarkan Sistem rating <i>Greenroads</i> dan Invest (Erviyanto, 2013)	Faktor yang diakomodasi oleh sistem rating <i>Green roads</i> dan Invest: <ul style="list-style-type: none"> a. <u>Project Requirements</u> <i>Life cycle Cost Analysis, Quality control plan, noise mitigation plan, pavement management system, educational outreach</i> b. <u>Access and Equity</u> <i>Pedestrian Access, Bicycle Access</i> c. <u>Materials and Resources</u> <i>Earthwork Balance, Energy Efficiency</i> d. <u>Environment and Water</u>

NO.	JUDUL	VARIABEL PENELITIAN
		<p><i>Stormwater Cost Analysis, Site Vegetation, Habitat Restoration, Ecological Connectivity</i></p> <p>e. <u><i>Construction Activities</i></u> <i>Environmental Training, Equipment Emission Reduction, Contractor Warranty</i></p> <p>f. <u><i>Pavement Technologies</i></u></p>
7	<p>Prinsip-Prinsip Pembangunan Jalan Berkelanjutan</p> <p>(Lawalata, 2013)</p>	<p>Prinsip Pembangunan Jalan Berkelanjutan:</p> <p>a. <u>Sosial</u> Kesetaraan akses pengguna jalan, kriteria bebas lainnya/Inovasi, perubahan perilaku dan peningkatan kemampuan, melindungi dan mengembangkan budaya dan sejarah, partisipasi masyarakat, perlindungan kesehatan (keselamatan, kebisingan), audit keselamatan</p> <p>b. <u>Ekonomi</u> Desain jalan (geometrik), Penggunaan teknologi perkerasan, menjaga kualitas pekerjaan, penghematan transportasi material dan pegawai, penghematan air pada saat pelaksanaan, penghematan energi (hemat bahan bakar fosil, menggunakan solar/energi lainnya), penghematan material (reuse, recycle, material lokal), analisis biaya banjir, penyedia jasa memiliki sertifikat ISO manajemen Mutu dan manajemen lingkungan, Analisis biaya perkerasan jalan, kriteria bebas lainnya/inovasi</p> <p>c. <u>Lingkungan</u> Perlindungan lingkungan dan ekosistem (hewan), perlindungan udara, pengaturan cahaya, pengaturan keairan, pengaturan energi, pengurangan material, penghijauan, pengaturan permukaan kedap air, kriteria bebas lainnya/invovasi.</p>
8	<p><i>Sustainable and Green Roadway Rating System</i></p> <p>(Sarsam, 2015)</p>	<p><i>Category for sustainable roadway rating system:</i></p> <p>a. <u><i>Sustainable Alignment</i></u> <i>Alignment selection, context sensitive design, traffic flow improvement, long-life pavement design, public input</i></p> <p>b. <u><i>Materials and Resource</i></u> <i>Construction waste management, reuse of pavement materials, recycled content, pavement life cycle analysis, regionally provided material content</i></p> <p>c. <u><i>Storm water management</i></u> <i>Storm Wayer Management, Runoff tratement, permeable area, innovative storm water, technology</i></p> <p>d. <u><i>Energy and Environmnetal Control</i></u> <i>Cool Pavement, Quite Pavement, light pollution, lighting efficiency, Eco viaducts, Visual quality, Pedestrian access, Bicycle access, Environmnetal management system</i></p> <p>e. <u><i>Construction Activities</i></u> <i>Site disturbance, Waste materials generation, Noise pollution, Emmissions & Energy Usage, Health of workers</i></p> <p>f. <u><i>Innovation and Design</i></u> <i>In place full depth recycling, asphalt concrete (Warm Mix), Asphalt concrete (Cold mix), aggregates from recycled concrete</i></p>

NO.	JUDUL	VARIABEL PENELITIAN
9	<p><i>Development of a green road rating system for South Korea</i></p> <p>(Park & Ahn, 2016)</p>	<p><i>Green Roads system in South Korea:</i></p> <p>a. <u><i>Green Road Design/Pavement Technologies</i></u> <i>Eco Friendly Highway Design, Quiet Pavement, Long-life pavement, Permeable pavement, Low carbon Earth Pavement, Cool pavement, Low carbon asphalt pavement, Pavement life cycle cost analysis (LCCA), Pavement life cycle Assesment (LCA)</i></p> <p>b. <u><i>Green environment</i></u> <i>Traffic Emissions control, Runoff control, noise mitigation, waste management, pollution prevention, Low Impact Development (LID), Site Vegetation, Habitat Restoration, Ecological Connectivity, Light Polution, Cultural Outreach, Environmental Education, Equipment Emissions Reduction, Water Tracking</i></p> <p>c. <u><i>Green Resources and Energy</i></u> <i>Recycling technology, new and renewable energy production, energy efficiency, earthwork balance, cyclic aggregate, regional materials, eco-friendly materials</i></p> <p>d. <u><i>Green Traffic System Category</i></u> <i>Intelegent Transportation System (ITS), Transit Access. Conform to Disaster Technology for highway, Pedestrian/Bicycle Road Operaton, Intelegent Public Transportation Operation, Green Car Infrastructure, safety audit</i></p>

Sumber: Hasil Olahan

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu dapat dilihat bahwa prinsip lingkungan sangat dikedepankan dalam penerapan *green road* dibandingkan dengan unsur sosial dan ekonomi. Sebagian besar aspek atau faktor atau kriteria jalan hijau berfokus pada lingkungan seperti efisiensi energi, pengaturan air, perlindungan udara, pengurangan emisi, manajemen limbah, pengurangan material, manajemen lingkungan bersama, pelatihan lingkungan kepada penyedia jasa serta pengembangan teknologi yang ramah lingkungan. Sedangkan untuk prinsip sosial lebih kepada partisipasi masyarakat, penyediaan fasilitas pendukung bagi masyarakat serta perlindungan keselamatan. Aspek pada prinsip ekonomi lebih kepada *life cycle cost analysis*.

Tabel 2. 9
Kategori, Sub Kategori Sistem Rating Jalan Hijau di Indonesia beserta Sumber

KATEGORI	SUB KATEGORI	Sumber	
Konservasi lingkungan air, udara dan alam	KL-1	Penyedia jasa mengikuti system manajemen lingkungan	Greenroads (2011), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	KL-2	Upaya penyediaan system drainase	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), Lawalata (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Sarsam (2015), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	KL-3	Upaya mitigasi banjir lingkungan	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	KL-4	Upaya pengurangan debu	Greenroads (2011), Lawalata (2015), Sarsam (2015)
	KL-5	Upaya peredam kebisingan	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	KL-6	Upaya penghijauan	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	KL-7	Upaya pelatihan kesadaran lingkungan	Greenroads (2011), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	KL-8	Upaya perlindungan dan menghindari kehilangan habitat	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	KL-9	Upaya pembatasan penerangan jalan	Greenlites (2010), I-Last (2010), Lawalata (2013 & 2015), Sarsam (2015)
Transportasi dan masyarakat	TM-1	Akses dan fasilitas pejalan kaki	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	TM-2	Akses dan fasilitas pesepeda	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Lawalata (2015), Sarsam (2015), Park & ahn (2016)
	TM-3	Akses dan fasilitas pengguna angkutan umum	Greenroads (2011), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Lawalata (2015), Sarsam (2015), Park & ahn (2016)
	TM-4	Perancangan geometric dan fasilitas pendukung untuk menekan penggunaan energi	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Lawalata (2015), Sarsam (2015), Park & ahn (2016)
	TM-5	Audit keselamatan	Greenroads (2011), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013),

KATEGORI	SUB KATEGORI	Sumber
		Montgomery <i>et al.</i> (2014), Lawalata (2013, 2014 & 2015), Park & ahn (2016)
	TM-6 Peran serta masyarakat dalam perencanaan	Ervianto (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Lawalata (2013, 2014 & 2015), Sarsam (2015)
	TM-7 Penyediaan fasilitas pemandangan menarik	Greenroads (2011), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Lawalata (2015)
	TM-8 Penataan ornament dan lansekap jalan	Greenroads (2011), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Lawalata (2015)
	AK-1 Kepemilikan dokumen sistem manajemen mutu	Greenroads (2011), Lawalata (2015)
	AK-2 Rencana daur ulang di lokasi pekerjaan	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Sarsam (2015), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	AK-3 Pengurangan Penggunaan bahan bakar fosil diluar pekerjaan konstruksi	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Sarsam (2015), Lawalata (2015)
	AK-4 Pengurangan emisi dari penggunaan peralatan	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Sarsam (2015), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
Aktivitas pelaksanaan konstruksi	AK-5 Pengurangan emisi pada saat penghamparan campuran beraspal	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Sarsam (2015), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	AK-6 Pemantauan penggunaan air	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Sarsam (2015), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	AK-7 Jaminan pelaksanaan	INVEST 1.0 (2012), Ervianto (2013), Lawalata (2015)
	AK-8 Penggunaan energi terbarukan	Lawalata (2015), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Sarsam (2015), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	AK-9 Pembelian karbon	Lawalata (2015)
	AK-10 Koordinasi antara tim perancang dan pelaksana konstruksi	INVEST 1.0 (2012), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Lawalata (2015)
	MS-1 Penggunaan ulang material perkerasan lama (re-use)	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Sarsam (2015), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
Material dan sumber Daya Alam	MS-2 Keseimbangan galian-timbunan	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Sarsam (2015), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)

KATEGORI	SUB KATEGORI	Sumber	
	MS-3	Penggunaan material daur ulang (recycling)	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Sarsam (2015), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	MS-4	Penggunaan material lokal	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Sarsam (2015), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	MS-5	Efisiensi penggunaan energy penerangan jalan	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Sarsam (2015), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	MS-6	Pemanfaatan material berlebih ke luar lokasi proyek	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Sarsam (2015), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
Teknologi Perkerasan	TP-1	Perancangan perkerasan berumur panjang minimum 40 tahun	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Sarsam (2015), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	TP-2	Permukaan perkerasan porus	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Sarsam (2015), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	TP-3	Campuran beraspal hangat	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Sarsam (2015), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	TP-4	Campuran dingin	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Sarsam (2015), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)
	TP-5	Permukaan perkerasan yang dapat mengurangi kebisingan	Greenroads (2011), Greenlites (2010), I-Last (2010), INVEST 1.0 (2012), Lawalata (2013), Ervianto (2013), Zakaria (2013), Montgomery <i>et al.</i> (2014), Sarsam (2015), Lawalata (2015), Park & ahn (2016)

Sumber: Hasil Kajian Literatur

Dalam menjawab tujuan analisis tingkat pemahaman pemangku kepentingan dalam penerapan konsep *green road* maka digunakan sistem rating yang dikembangkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan Bandung yang dijelaskan dalam Tabel 2.9. Sistem rating pedoman jalan hijau dipilih dikarenakan telah disusun secara komprehensif dan telah dinyatakan valid melalui prosedur yang dapat dipertanggung jawabkan. Selain itu, sistem rating inilah yang dipakai dalam melakukan penilaian jalan hijau (*green road*) pada konstruksi jalan yang ada di Indonesia.

2.9.2 Literatur Tantangan dan Hambatan dalam Melaksanakan Pembangunan Berkelanjutan

Dalam pelaksanaan jalan berkelanjutan tentunya tidak terlepas dari tantangan atau hambatan. Tantangan muncul karena adanya perbedaan budaya, kebiasaan, maupun karakteristik daerah tersebut. Adapun tantangan dan hambatan dalam praktek berkelanjutan dijelaskan dalam beberapa literatur. Dalam literatur, salah satu hambatan utama adalah bahwa bangunan berkelanjutan memerlukan biaya konstruksi awal yang lebih mahal dibandingkan dengan bangunan konvensional (Ahn & Pearce, 2007; Kats, 2003; Richardson & Lynes, 2007).

Hambatan lain adalah persepsi luas bahwa bangunan berkelanjutan membutuhkan biaya yang lebih tinggi daripada kesanggupan pasar untuk membayar (Ahn & Pearce, 2007; Zerkin, 2006). Hayles dan Kooloos (2008) menjelaskan bahwa hambatan untuk pengembang memilih pusat bangunan yang berkinerja tinggi terletak pada persepsi biaya awal-dolar yang lebih tinggi, dan

bahwa pembuat tidak mau membayar mereka; lanjut tidak ada model biaya yang dapat diandalkan untuk membantu pengembang dalam memahami biaya yang sebenarnya dan manfaat dari bangunan kinerja tinggi. Landman (1999) mengidentifikasi bahwa hambatan yang paling serius dalam desain dan konstruksi yang berkelanjutan adalah kurangnya minat dari klien, termasuk pemilik dan pengembang. Penghalang ini berkorelasi dengan biaya premi awal dari pembangunan yang berkelanjutan dan kurangnya pengetahuan yang berkaitan dengan manfaat dari desain dan konstruksi yang berkelanjutan.

Kurangnya pemahaman dan pengetahuan untuk strategi berkelanjutan dan teknologi merupakan salah satu hambatan dalam praktek industri konstruksi umumnya (Landman, 1999; Brown, 2006). Rendahnya tingkat inovasi di kalangan profesional konstruksi termasuk arsitek, insinyur, dan kontraktor juga menunda pertumbuhan desain dan konstruksi berkelanjutan (Richardson & Lynes, 2007). Kecenderungan untuk mempertahankan praktek yang biasaya dilakukan dan menolak perubahan dalam industri konstruksi merupakan penghalang tambahan untuk desain dan konstruksi yang berkelanjutan (Landman, 1999; Brown, 2006).

Selain itu, ada beberapa hambatan yang terkait dengan bahan bangunan dan produk hijau (ramah lingkungan), termasuk kurang familiarnya produk hijau, terbatasnya pasokan produk hijau, biaya tinggi untuk produk hijau, dan kurangnya kepercayaan pada kualitas bahan dan produk hijau yang belum teruji atau terbukti (Landman, 1999; Richardson & Lynes, 2007; Hayles & Kooloos, 2008; Brown, 2006).

Hambatan lain yang diidentifikasi termasuk pemulihan tabungan jangka panjang tidak tercermin dalam struktur biaya layanan, potensi perpanjangan jadwal proyek, masalah asuransi dan kewajiban dengan menawarkan garansi pada metode atau bahan hijau non-standar, konflik kebijakan dan / peraturan publik, dan kurangnya lingkungan kerja yang terintegrasi dan komunikasi di antara semua pemangku kepentingan pembangunan (Landman, 1999; Richardson & Lynes, 2007; Hayles & Kooloos, 2008; Brown, 2006). Adapun hambatan yang unik untuk desain dan konstruksi yang berkelanjutan teridentifikasi tercantum pada Tabel 2.10

Tabel 2. 10
Hambatan Desain dan Konstruksi Yang Berkelanjutan
Hambatan Desain dan Konstruksi Yang Berkelanjutan

HAMBATAN UNTUK DESAIN DAN KONSTRUKSI YANG BERKELANJUTAN

Biaya awal yang besar untuk desain dan konstruksi yang berkelanjutan Kurangnya kesadaran dari klien (Owner / Developer)

Terbatasnya pengetahuan dan pemahaman berkelanjutan dari kontraktor Terbatasnya pengetahuan dan pemahaman berkelanjutan dari subkontraktor Kurangnya pengetahuan dan pemahaman dari para profesional desain

Kebutuhan untuk waktu pengembalian modal yang panjang dari penerapan praktek-praktek dan teknologi berkelanjutan

Tidak familiarnya bahan dan produk berkelanjutan Terbatasnya pasokan bahan dan produk berkelanjutan Biaya tinggi untuk bahan dan produk berkelanjutan

Mempertimbangkan jaminan dan risiko dari bahan dan metode berkelanjutan yang tidak-standar

Kecenderungan untuk mempertahankan praktek saat ini

Konflik kebijakan dan / atau peraturan umum

Kurangnya lingkungan kerja yang terintegrasi antara semua pemangku kepentingan Pemulihan

tabungan jangka panjang tidak tercermin dalam biaya layanan struktur Perpanjangan jadwal proyek

Sumber: Ahn *et al.* (2012)

Huron River Watershed Council (2014), dalam laporannya yang berjudul *Barriers Preventing Implementation of Green Infrastructure in Washtenaw County, Michigan* mengatakan hambatan dalam penerapan infrastruktur hijau yaitu 1) kurangnya perencanaan atau pembatasan perencanaan. Salah satu hambatan utama dalam perencanaan infrastruktur hijau yaitu i) kurangnya kebijakan yang memperkuat infrastruktur hijau di berbagai tingkat pemerintah daerah. ii) Hambatan kedua adalah pembatasan pendanaan. Kurangnya sumber pendanaan untuk proyek-proyek infrastruktur hijau. iii) Hambatan ke tiga yaitu kurangnya komunikasi dan perencanaan inter-yuridiksi, karena tidak adanya entitas tunggal yang bertanggung jawab untuk mengelola infrastruktur hijau, maka berbagai pemerintah daerah yang bertanggung jawab untuk berbagi tanggung jawab tidak selalu bekerjasama. 2) *Kurangnya Informasi dan Pelatihan tentang Infrastruktur Hijau* dari Pembuat kebijakan, pejabat terpilih, insinyur, staf pemeliharaan, pengembang, dan pemilik properti. i) Pertama, kurangnya informasi dan pelatihan tentang fitur khusus infrastruktur hijau, terutama dalam cara implementasi yang lebih maju. ii) Kurangnya informasi dan pelatihan tentang biaya dan manfaat ekonomi. Diperlukan informasi lain baik itu pelatihan staf dan juga bukti dari konsep. Atau, informasi mungkin perlu disampaikan dengan cara bekerja yang lebih baik dengan proses

perencanaan dan pelaksanaan yang ada. iii) Informasi tentang kelayakan lokal tidak cukup. Studi kasus yang mencerminkan topografi lokal, geologi, dan bahkan kondisi politik yang diperlukan untuk menghasilkan daftar peluang yang "nyata, tidak ideal". iv) Diperlukan juga untuk berbagi informasi tentang kebijakan lokal dan praktek infrastruktur hijau. Pemerintah daerah perlu contoh sukses untuk menunjukkan bagaimana untuk mendorong pembangunan infrastruktur hijau. v) Informasi dan pelatihan yang kurang tentang pemeliharaan. Pemeliharaan infrastruktur hijau berbeda dan variabel, pertanyaan tetap mengenai praktik pemeliharaan yang efektif dan mempertahankan pemeliharaan selama jangka panjang.

Berdasarkan penelitian dari literatur tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa tantangan dalam melaksanakan konstruksi yang berkelanjutan diantaranya yaitu dibutuhkan biaya awal yang tinggi dan juga keterbatasan pemahaman pemangku kepentingan dalam bidang konstruksi terkait penerapan konstruksi berkelanjutan salah satunya yaitu *Green Road*. Dalam menjawab tantangan tersebut penelitian ini mencoba menganalisis tingkat pemahaman pemangku kepentingan terkait penerapan konsep *green road* di kabupaten sorong, mengukur tingkat penerapan setiap sub kategori dari kategori jalan berkelanjutan dan mengukur kesiapan daerah dalam penerapan konsep jalan berkelanjutan berdasarkan tingkat pemahaman sub kategori dan tingkat penerapan sub kategori jalan berkelanjutan sehingga kekurangan yang ditemui dalam penelitian ini dapat menjadi masukan bagi daerah untuk dapat meningkatkan kesiapan dalam penerapan konsep *green road*.