

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### **2.1. Green roads**

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.

Dalam *New Road Construction Concepts Visison 2040, Green (environmentally friendly) Infrastructure* bertujuan untuk meminimalkan dampak lingkungan pada masyarakat dan habitat alami merupakan konsep utama. Infrastruktur hijau cocok dengan lingkungan dan memberikan kontribusi dengan cara desain dan komposisi untuk meminimalkan dampak lalu lintas (kebisingan, polusi udara dan getaran). Hal ini juga mengurangi penggunaan sumber daya alam.

Untuk mewujudkan konstruksi jalan yang ramah lingkungan dibutuhkan beberapa tahapan. Dimulai dari peninjauan level kebijakan yang mendukung terciptanya kondisi jalan yang ideal. Dalam undang-undang nomor 38 tahun 2004 tentang jalan, pasal 2 menyebutkan bahwa penyelenggaraan jalan berdasarkan pada asas kemanfaatan, keamanan dan keselamatan, keserasian, keselarasan,

keseimbangan, keadilan, transparansi, dan akuntabilitas, keberdayaan, dan keberhasilan, serta kebersamaan kemitraan.

Masih dalam peraturan yang sama, pasal 5 ayat 1 bahkan menyatakan faktor sosial dan lingkungan secara lebih spesifik. Jalan sebagai bagian prasarana transportasi mempunyai peran penting dalam bidang sosial, budaya dan lingkungan hidup, politik, pertahanan dan keamanan, serta dipergunakan sebesarnya untuk kemakmuran rakyat. Secara langsung peraturan tersebut sebenarnya sudah “mengisyaratkan ” agar pembangunan jalan Indonesia menjadi lebih ramah lingkungan. Namun agaknya kebijakan ini perlu diruncingkan dalam peraturan pemerintah agar pelaksanaannya lebih terarah.

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 *gree roads*.

## 2.2. Pembangunan Berkelanjutan

Pembangunan berkelanjutan merupakan upaya untuk memenuhi kebutuhan dasar semua 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 1. 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 1.** 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 mengganti.

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 dan 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 sebebaskan-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 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)
<b>Sosial</b>							
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	-	-	-	✓	-	-	✓
<b>Ekonomi</b>							
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</i> , material lokal)	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓
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	-	-	-	✓	✓	-	-
<b>Lingkungan</b>							
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. Defenisi Limbah

Ervianto (2012) menjelaskan bahwa limbah dihasilkan dari berbagai aktivitas yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia, dan salah satunya dihasilkan pada sektor industri konstruksi. Tchobanoglous dkk (1993) mendefinisikan solid waste/ limbah padat adalah semua limbah yang timbul dari

aktivitas manusia dan hewan yang biasanya berbentuk padat yang dibuang sebagai hal yang tidak berguna atau tidak diinginkan. Pada masa awal kehidupan manusia, pembuangan dari limbah manusia dan lainnya tidak menjadi masalah yang signifikan karena populasi yang kecil dan lahan untuk pembuangan masih luas. Peningkatan masalah akibat pembuangan limbah meningkat drastis pada awal dari Revolusi Industri di Eropa.

## **2.5. Manajemen Limbah**

Menurut Hwang dan Yeo (2011), manajemen limbah meliputi : pengumpulan, pengangkutan, penyimpanan, perawatan, pemulihan dan pembuangan limbah. Didefinisikan sebagai pendekatan sistem yang komprehensif, terintegrasi, dan rasional terhadap pencapaian dan pemeliharaan kualitas lingkungan yang dapat diterima dan mendukung pembangunan yang berkelanjutan. Manajemen limbah sebagai sarana untuk mengendalikan biaya pembuangan, serta memfasilitasi metode alternatif lain seperti daur ulang dan penggunaan kembali untuk mengurangi jumlah limbah. Perencanaan manajemen limbah didefinisikan sebagai dokumen strategi yang disusun untuk mencapai tujuan pengelolaan dan pencegahan limbah, menambahkan pembatasan dampak lingkungan dari limbah terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.

Ada lima langkah utama dalam manajemen limbah, yaitu: *reduce* / mengurangi, *reuse* / penggunaan kembali, *recycle* / daur ulang, *recover* / memulihkan, dan *disposal* / pembuangan. Kelimanya merupakan strategi yang diterapkan dengan tujuan untuk mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hwang dan Yeo (2011), penerapan manajemen limbah pada proyek konstruksi bermanfaat sebagai berikut:

1. Penghematan biaya dan maksimalkan keuntungan

Pengurangan volume limbah, penggunaan kembali, dan daur ulang akan menghasilkan penghematan biaya. Pembelian material konstruksi yang tidak diperlukan dapat disubstitusi dengan penggunaan kembali atau daur ulang sehingga tidak menimbulkan tambahan biaya. Semakin sedikit limbah yang dihasilkan dari proyek konstruksi akan mengurangi biaya pembuangan ke tempat pembuangan akhir (TPA), sehingga berdampak pada pengurangan biaya proyek. Pada tahap perencanaan, jenis material yang akan digunakan juga harus diperiksa ketersediaannya di pasaran supaya tidak menghambat proses konstruksi dan menyebabkan pembengkakan biaya proyek.

2. Mengurangi permintaan akan tempat pembuangan

Meminimalkan jumlah limbah yang dikirim ke tempat pembuangan akhir membuat kebutuhan akan lahan pembuangan berkurang, serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan seperti suara berisik dan polusi akibat emisi dari insenerator. Manfaat ini perlu diperhatikan karena setiap harinya lahan yang digunakan untuk tempat pembuangan akan semakin berkurang. Daur ulang dan penggunaan kembali dapat dilakukan untuk mengurangi volume limbah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir.

### 3. Peningkatan manajemen sumber daya

Manajemen limbah melibatkan perencanaan dan kontrol akan sumber daya yang akan digunakan pada proyek dengan tujuan untuk mengontrol jumlah limbah yang dihasilkan. Karena itu, kontrol sumber daya yang lebih baik akan dicapai dengan pengurangan limbah seperti halnya dengan peningkatan dari keseluruhan performa manajemen sumber daya.

### 4. Peningkatan citra perusahaan

Mengimplementasikan manajemen limbah sebagai salah satu kebijakan perusahaan dapat meningkatkan citra perusahaan sebagai perusahaan ramah lingkungan. Hal ini dapat meningkatkan minat klien terhadap perusahaan tersebut, sehingga perusahaan memiliki nilai tambah dan daya saing yang lebih baik.

### 5. Peningkatan produktivitas dan kualitas

Produktivitas dapat ditingkatkan dengan menghindari *delay* atau penundaan yang disebabkan akibat pemesanan / pembelian kembali material yang telah rusak, terbuang, dan terpakai. Pemilihan material yang berkualitas dan durabilitas yang baik akan mengurangi jumlah limbah yang diakibatkan oleh penggantian barang yang bermutu rendah. Selain itu, metode pengerjaan yang dilakukan oleh tenaga kerja perlu diperhatikan supaya tidak terjadi kesalahan pekerjaan yang menyebabkan diperlukan adanya perbaikan.

Napier (2008) menjelaskan bahwa kontraktor bertanggung jawab untuk melakukan berbagai tindakan dan perencanaan untuk menekan jumlah limbah konstruksi. Berikut beberapa jenis tindakan yang dapat diterapkan:

1. Memahami dan memperhatikan fungsi dan nilai suatu material.

Lebih baik menggunakan material yang dapat digunakan untuk beberapa pekerjaan dibandingkan dengan menggunakan beberapa material hanya untuk menyelesaikan satu pekerjaan.

2. Efisien

Jika sedikit material yang diperlukan, makin sedikit pula limbah yang dihasilkan.

3. Memahami standar dimensi dari material dan produk yang akan digunakan.

Carilah material yang sesuai dengan desain yang digunakan, jika dimungkinkan maka hal ini dapat mengurangi pekerjaan pemotongan yang dapat mengakibatkan limbah.

4. Jika mungkin, pilihlah sistem konstruksi yang tidak memerlukan bangunan

atau dukungan sementara.

5. Jika mungkin, pilihlah material yang tidak bergantung pada bahan perekat.

Kemasan bahan perekat menjadi salah satu limbah yang dihasilkan pada proyek konstruksi. Selain itu, bahan perekat juga menghambat proses daur ulang dari komponen tertentu.

6. Jika mungkin, kurangi kebutuhan untuk material finishing, pelapis, perekat, dan kemasan.
7. Jika mungkin, hindari penggunaan material yang sensitif akan kerusakan, mudah terkontaminasi, rentan terhadap cuaca dan lingkungan, mudah tercecer, dan material lain yang dapat meningkatkan jumlah limbah yang dihasilkan.

Ling dan Nguyen (2013) menjelaskan bahwa strategi manajemen limbah dapat dikategorikan menjadi lima kelompok, yaitu:

1. Pengadaan

Pemilihan barang dan jasa harus memperhatikan dampaknya terhadap lingkungan, bukan hanya memperhatikan harganya saja. Pemilihan peralatan yang lebih tahan lama dapat berkontribusi dalam mengurangi limbah yang terjadi.

2. Manajemen subkontraktor dan pekerja

Memilih subkontraktor dan pekerja harus dengan tepat, jika perlu gunakan jasa subkontraktor dan tenaga kerja yang sudah memiliki catatan kerja yang baik.

3. Pelatihan dan pengawasan

Pelatihan pada bidang pekerjaan tertentu dan pengawasan pada manajemen limbah penting dilakukan karena banyaknya pekerja yang masih belum berpengalaman.

4. Penanganan dan pengendalian material

Limbah dari material konstruksi pada area proyek dapat diakibatkan karena rusak dan tercecer, terkontaminasi, kadaluarsa, kelebihan suplai, diluar spesifikasi, pencurian, dan perusakan. Penanganan dan pengendalian material yang baik akan meningkatkan kualitas material yang digunakan.

#### 5. Komunikasi dan dokumentasi

Komunikasi yang kurang baik dan kurangnya data dapat berdampak pada manajemen limbah. Kebingungan sering terjadi akibat pembuatan spesifikasi yang tidak lengkap dan dokumentasi kontrak yang tidak memadai dapat menyebabkan delay atau kesalahan dalam memesan material, dan selebihnya terjadi pemborosan di lapangan.

Efektivitas dari manajemen limbah pada proyek konstruksi dapat dipastikan dengan: jumlah material yang dipakai dalam proyek, jumlah limbah yang dipakai kembali atau didaur ulang, performa dari material yang digunakan kembali atau didaur ulang, seberapa dampak yang timbul akibat limbah yang dihasilkan, dan tingkat keberhasilan dari manajemen proyek.