

DAFTAR ISI

Bab I Pendahuluan	3
Bab II Teknologi Daur Ulang Jalan	5
2.1. Jenis-jenis Teknologi Daur Ulang Jalan	5
2.2. Metoda pencampuran Teknologi Daur Ulang Jalan	6
2.2.1. Metoda Pencampuran CTRB (cement Treated Recycling Base)	6
2.2.2. Metoda Pencampuran dengan Foam Bitumen	7
Bab III Teknologi Daur Ulang Campuran dengan Pengikat Aspal Busa	10
3.1. Perencanaan Teknologi Daur Ulang Campuran Dingin dengan Pengikat Aspal Busa (Foamed Bitumen)	10
3.2. Pelaksanaan Pekerjaan Teknologi Daur Ulang campuran Dingin dengan Pengikat Aspal Busa (Foamed Bitumen)	12
Bab IV Efisiensi Penggunaan Material dan Tingkat Emisi Pelaksanaan Teknologi Daur Ulang Jalan	14
4.1. Efisiensi Penggunaan Material Teknologi Daur Ulang Jalan	14
4.2. Tingkat Emisi Teknologi Daur Ulang Jalan	16
Bab V Dampak Lingkungan dan Pengelolaan Lingkungan Teknologi Daur Ulang Jalan	21
5.1. Identifikasi Dampak Lingkungan Teknologi Daur Ulang Jalan	21
5.1.1. Metode identifikasi dampak Lingkungan Teknologi Daur Ulang Jalan	21
5.1.2. Data Polusi Udara pada setiap tahapan pekerjaan daur ulang jalan	23
5.2. Program Pengelolaan Lingkungan Hidup Teknologi Daur Ulang Jalan	25

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1. Keuntungan dan Kerugian Teknik daur Ulang	6
Tabel 2-2 Kekuatan campuran CTRB dan CTRSB	7
Tabel 2-3 Gradasi Agregat Gabungan (Wirtgen 2004)	8
Tabel 3.1-1 . Persyaratan mutu agregat baru	11
Tabel 3.1-2 Jenis Pengujian Aspal	11
Tabel 4.1-1 Kebutuhan bahan untuk pekerjaan daur ulang dan tanpa pekerjaan daur ulang.	15
Tabel 4.1.-2 persentase pengurangan kebutuhan bahan untuk pekerjaan daur ulang dibanding tanpa daur ulang jalan	15
Tabel 4.2-.1. Faktor Emisi CO ₂	16
Tabel 4.2-2. Daftar Peralatan Yang Digunakan Dalam Pekerjaan Jalan dan Jembatan Menurut Analisa Harga Satuan (AHS)	17
Tabel 4.2-3. Kontribusi CO ₂ Peralatan	18
Tabel 4.2-4. Kontribusi CO ₂ pada pekerjaan daur ulang dan tanpa daur ulang jalan	20
Tabel 5.1.1 Matriks identifikasi dampak kegiatan pelaksanaan teknologi daur ulang jalan.	22
Tabel 5.1.2.-1 Data Polusi Udara pada tahap persiapan lapisan yang akan didaur ulang	23
Tabel 5.1.2-3. Data Polusi Udara pada proses Pemadatan	25
Tabel 5.2.1. Matrik Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup pada pelaksanaan pekerjaan daur ulang jalan (Tahap Konstruksi)	27





BAB I

Pendahuluan

Konferensi Perserikatan Bangsa-bangsa mengenai Pembangunan dan Lingkungan yang diselenggarakan di Rio de Janeiro (Brazil), Juni 2002 yang dihadiri 178 negara, telah menghasilkan kesepakatan tentang pembangunan berkelanjutan yang dikenal dengan Agenda 21. Komitmen hasil konferensi tersebut memberi arahan bagaimana negara dapat bekerja secara kolektif untuk mereduksi penggunaan sumber daya terbatas, efisien dalam penggunaan bahan bakar, meminimalkan materi buangan (waste material) dan perlindungan terhadap lingkungan. Konsekuensi dari kebijakan ini yaitu meningkatkan tekanan di industri di seluruh dunia, termasuk industri jalan untuk menciptakan desain, solusi tentang produk yang berkelanjutan dan rendah dalam biaya perawatan.

Menteri Pekerjaan Umum (tahun 2009)

menyampaikan isu lingkungan tentang pemanfaatan bahan untuk konstruksi bahan jalan di Malang. Selain salah satu motor penggerak kegiatan ekonomi, industri konstruksi merupakan konsumen sumberdaya alam tak terbarukan yang sangat rakus. Pembangunan infrastruktur secara umum dapat menyebabkan eksploitasi sumberdaya alam yang luar biasa. Maka dibutuhkan inovasi untuk mengurangi material.

Perkerasan pembangunan jalan baru ataupun rehabilitasi jalan pada umumnya dibangun secara konvensional dengan menggunakan bahan batuan dengan kualitas tertentu dari quarry. Material tersebut termasuk material yang tidak dapat diperbaharui (non renewable resource), sehingga penggunaan secara terus menerus akan menghabiskan sumber batuan tersebut. Oleh karena itu, konservasi sumber batuan adalah

menjadi satu bahan pertimbangan bagi engineer jalan untuk merencanakan/mendesain perkerasan jalan. Serta dibutuhkan inovasi untuk mengurangi material, mendorong penggunaan kembali material, mendaur ulang material, mengurangi buangan material, dan menaikkan keefektifan penggunaan biaya yang ada. Sehubungan dengan hal ini, maka teknologi daur ulang adalah proses ideal untuk menjaga konservasi sumber daya alam batuan, dan penghematan bahan bakar (Wilmot T, 2006).

Teknologi daur ulang (recycling) merupakan salah satu cara untuk mengatasi masalah ini, karena memiliki beberapa keuntungan untuk seperti dapat mengembalikan kekuatan perkerasan dan mempertahankan geometrik jalan serta mengatasi

ketergantungan terhadap material baru. Daur ulang yang diproses dan ditunjang dengan peralatan yang memadai akan menghasilkan bahan campuran yang nilai strukturnya dapat mengimbangi campuran yang baru. Penambahan bahan baru dan atau bahan tambahan pada material bekas garukan perkerasan lama merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan daya dukung dari material bekas garukan.

Naskah ilmiah ini ditujukan untuk mengetahui seberapa besar teknologi daur ulang itu dikatakan ramah lingkungan. Adapun Ruang lingkup bahasan meliputi:

- Teknologi Daur Ulang Jalan
- Kajian Lingkungan Teknologi Daur Ulang Jalan
- Pengelolaan Lingkungan Teknologi Daur Ulang Jalan.





BAB II

Teknologi Daur Ulang Jalan

2.1. Jenis-jenis Teknologi Daur Ulang Jalan

Daur ulang merupakan cara untuk merehabilitasi atau merekonstruksi dan meningkatkan perkerasan jalan dengan mengolah kembali material perkerasan lama menjadi perkerasan baru yang lebih kuat. Proses daur ulang (recycling) dapat dilakukan tidak hanya pada lapisan aspal tetapi juga lapisan base, subbase, dan bahkan sampai lapisan subgrade. Terdapat dua teknik daur ulang yang biasa dilakukan:

1. Teknik Daur Ulang in Place

Pada teknik ini digunakan in place recycling machine. Pemanasan lapis perkerasan,

penggarukan, pembongkaran, penggemburan lapis lama, penambahan bahan baru (agregat, aspal, dan bahan peremaja) pencampuran, serta pembentukan dan pemadatan di tempat

2. Teknik Daur Ulang in Plant

Pada teknik ini material hasil garukan dibawa ke alat pencampur aspal atau Asphalt Mixing Plant (AMP) untuk diperbaiki propertiesnya. Untuk ketebalan lapis perkerasan yang dibutuhkan dapat disesuaikan. Di dalam unit pencampur ini material bongkaran tersebut dicampur dengan material baru, yaitu agregat, aspal, dan bahan peremaja bila diperlukan. Campuran tersebut kemudian diangkut ke lokasi penghamparan dan dihampar dengan menggunakan alat penghampar kemudian dipadatkan.

Tabel 2-1. Keuntungan dan Kerugian Teknik daur Ulang

Teknik Daur Ulang	Keuntungan	Kerugian	Peralatan
Dilapangan (<i>in place</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Kekuatan mendekati properties aslinya. - Memperbaiki jenis kerusakan yang lebih luas, retak refleksi dapat dicegah 	<ul style="list-style-type: none"> - Kendali mutu sukar dilakukan - Kehomogenan campuran sukar dilakukan 	Memerlukan perangkat alat khusus seperti cold <i>milling</i> dan <i>recycler</i>
Ditempat pencampur (<i>in plant</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Kekuatan mendekati sifat campuran baru. - Mutu campuran lebih mudah diatur - Geometrik jalan lebih mudah disesuaikan. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diperlukan pengangkutan hasil garukan ke mesin pencampur - Bagian bekas garukan harus diamankan sebelum ditutup kembali 	Dapat dilakukan dengan memodifikasi alat pencampur aspal (AMP) yang ada

2.2. Metoda pencampuran Teknologi Daur Ulang Jalan

Teknologi daur ulang yang dilaksanakan meliputi daur ulang campuran dingin dengan semen sebagai lapis pondasi atau CTRB (Cement Treated Recycling Base) dan daur ulang campuran dingin dengan foam bitumen atau CMRFB (Cold Mix Recycling by Foam Bitumen) juga sebagai lapis pondasi, sedangkan sebagai lapis penutup adalah lapis AC-BC dan AC-WC.

2.2.1. Metoda Pencampuran CTRB (cement Treated Recycling Base)

CTRB dapat berupa campuran antara RAM (Reclaimed Agregate Material) dengan semen atau campuran antara RAM dan RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) dan agregat baru dengan semen yang dicampur di unit produksi campuran beraspal sentral (*in plant*)

Bahan dan cara pengerjaannya CTRB meliputi:

1. Semen

Hidrasi dari semen merupakan faktor penting pada perubahan sifat teknis dari material. Perubahan ini terwujud dari adanya pembentukan sementasi material selama proses hidrasi. Ikatan yang kuat antara partikel secara terus menerus membentuk suatu rangkaian yang keras dan selanjutnya menjadi material kuat dan permanen.

Faktor yang mempengaruhi stabilisasi bahan garukan dari semen adalah

a. Type campuran

Untuk menurunkan plastisitas index material dibutuhkan kadar semen yang relatif kecil dibandingkan untuk meanmbah kekuatan dari campuran. Material berbutir, Plastisitas index <15 % akan menguntungkan apabila distabilisasi dengan semen (SNI 03-3438-1994)

b. Jumlah dan type dari semen

- Penentuan prosentase dari semen ditentukan berdasarkan berat atau volume
- Type semen terdiri dari type 1,2,3,4, dan 5. Kriteria masing-masing type tergantung oleh proporsi bahan baku, suhu pembakaran dan kehalusan penggilingan.

2. Pencampuran

Homogenitas campuran sangat dibutuhkan untuk mencapai kekuatan maksimum. Waktu pencampuran yang dibutuhkan adalah dari saat air ditambahkan terhadap material bahan garukan dan semen hingga campuran terlihat homogen. Pemadatan segera dilakukan untuk menghindari proses hidrasi berlangsung karena keterlambatan akan mengakibatkan campuran menjadi sukar untuk dipadatkan.

3. Pemadatan

Pemadatan laboratorium untuk menentukan kadar air optimum dan kepadatan maksimum dilakukan dengan modified compaction test.

Masalah yang sering timbul adalah waktu yang terbatas antara pencampuran dan pemadatan di lapangan. Hal ini terjadi karena proses ikat antara semen dan air dan material berlangsung sangat

cepat sehingga apabila proses ini terlampaui sebelum pemadatan berakhir, campuran sudah bersifat semi plastis sehingga pemadatan kurang maksimal.

4. Kadar Air

Jumlah kadar air dalam campuran mempengaruhi kekuatan dan kepadatan dari campuran bahan garukan dan semen

5. Perawatan

Merupakan proses pemeliharaan campuran pada masa dan temperatur tertentu guna menjamin hidrasi dari semen dan pengerasan campuran berlangsung secara normal.

Pada masa perawatan air yang terkandung dalam campuran akan keluar perlahan-lahan seiring dengan hal tersebut kekuatan campuran akan bertambah besar.

6. Kriteria

Kekuatan tanah yang distabilisasi akan meningkat sesuai dengan besar kadar semen yang ditambahkannya, sehingga bahan dapat dipergunakan sebagai lapis perkerasan dengan kualitas yang lebih tinggi sesuai dengan kriteria yang diinginkan.

Material daur ulang yang distabilisasi dengan semen masih mempunyai sifat linier elastic yang memungkinkan untuk dianalisa sebagai perkerasan aspal (rusbintardjo, G, 1992 cc Djoko Widayat, 2007)

Kekuatan campuran CTRB dan CTRSB ditentukan berdasarkan Kuat tekan, didalam spesifikasi khusus kekuatan minimum harus memenuhi persyaratan dalam Tabel dibawah ini

Tabel 2-2 Kekuatan campuran CTRB dan CTRSB

Peruntukan	Kuat Tekan Pada Umur 7 hari (Kg/cm ²)	
	UCS (diamater 70 mm x tinggi 140 mm)	Kuat Tekan Beton Silinder (Diamater 150 mm x tinggi 300 mm)
CTRB	Min.30	Min 35
CTRSB	in 20	Min 25

Pada Lokasi pekerjaan lalu lintas tidak diijinkan lewat di atas CTRB atau CTRSB minimum 4 hari sesudah pemadatan terakhir dan mengalihkan lalu lintas dan membuat jalan alternative (berdasarkan Spesifikasi Umum pelaksanaan Cement Treated Base CTB)

2.2.2. Metoda Pencampuran dengan Foam Bitumen

Busa Aspal (foam bitumen) terjadi ketika spercik air didispersikan pada aspal panas dengan suatu tekanan udara yang menimbulkan bertambahnya luas permukaan dan menurunnya viskositas aspal secara signifikan. Daur Ulang Campuran Beraspal Dingin dengan Foam Bitumen (CMRFP-Base) adalah campuran antara Reclaimed Asphalt Pavements (RAP) dan agregat baru (bila diperlukan) serta foam Bitumen yang dicampur di Unit Produksi Campuran

Beraspal Sentral (in plant) atau pencampuran di tempat (in palce), dihampar dan dipadatkan dalam keadaan dingin.

Bahan untuk pencampuran dengan foam bitumen adalah:

1. Bahan Pengisi (Filler)

Bahan Pengisi dapat berupa semen atau kapur. Apabila digunakan filler semen, sebaiknya kadar semen tidak terlalu besar, umumnya sekitar 1,5 % - 2 %, hal ini dimaksudkan agar campuran tidak terlalu kaku.

2. Gradasi Agregat gabungan

Gradasi agregat gabungan merupakan gradasi gabungan antara agregat baru (bila diperlukan), RAP dan filler harus berada di dalam batas-batas gradasi

Tabel 2-3 Gradasi Agregat Gabungan (Wirtgen 2004)

Ukuran Ayakan		% Berat yang Lolos
ASTM	(mm)	
11/2"	50	100
1"	25	77-100
3/4"	19	
1/2"	12,5	63-87
3/8"	9,5	
No 4	4,75	45-68
No 8	2,36	35-57
No 30	0,600	19-39
No 100	0,150	8-25
No. 200	0,075	5-20

3. Aspal

Aspal yang digunakan dapat berupa Aspal Keras Pen 60 atau Aspal Keras Pen 80 yang dapat membentuk foam sesuai kriteria.

4. Foam Bitumen

Foam Bitumen dapat dibuat dari Aspal Keras Pen 60 atau Aspal Keras Pen 80 dengan proporsi air tertentu dispesifikasikan memiliki Rasio Pengembangan (expansion ratio) minimum 10 kali

dan paruh umur (half life) minimum 8 detik. Makin tinggi expansion ratio maupun half life, kualitas foam bitumen makin baik.

5. Kriteria Campuran

Tipikal Kriteria suatu campuran CMRFB yang cocok memenuhi kriteria dalam 2-4

Tabel 2-4 Kriteria Sifat-sifat Daur Ulang Campuran Beraspal Dingin Lapis Pondasi dengan Foam Bitumen

Sifat-Sifat Campuran	Persyaratan	
	Diameter Benda Uji 10 cm	Diameter Benda Uji 15 cm
Pemadatan	2 x 75 ⁽¹⁾	MP ⁽²⁾
Indirect Tensile Strength, ITS; Kpa Min	300	300
Tensile Strength Retained (TSR); % Min	80	80
Unconfined Compressive Strength (UCS); kPa Min	700	700

Catatan:

1. 2x75 tumbukan dengan Alat Pemadat Marshall
2. MP = Modified Proctor atau kepadatan berat

Kriteria campuran dibedakan berdasarkan lalu lintas, untuk lalu lintas lebih kecil 5.000.000 ESA pengujian didasarkan pada benda uji dengan diameter 10 cm sedangkan untuk lalu lintas lebih besar 5.000.000 ESA pengujian dilanjutkan guna menentukan ITS dan UCS dengan benda uji diameter 15 cm pada kondisi kadar foam optimum.

Kriteria ini perlu dikembangkan, berdasarkan pengalaman di beberapa Negara untuk pekerjaan rehabilitasi atau peningkatan diameter benda uji yang digunakan cukup dengan menggunakan diameter 10 cm, sedangkan untuk pekerjaan yang memerlukan peninjauan lebih detail untuk perencanaan dapat menggunakan diameter 15 cm

(misal. Menghitung modulus resilient)

6. Formula Campuran Rancangan (Design Mix Formula)

Formula Campuran Rancangan (DMF) untuk campuran yang akan digunakan dalam pekerjaan mencakup:

- a. Ukuran nominal maksimum partikel
- b. Sumber-sumber agregat baru (bila digunakan)
- c. Persentase setiap fraksi agregat baru (bila digunakan)
- d. Persentase Filler
- e. Jenis aspal, Expansion ratio dan half life
- f. Gradasi gabungan antara RAP dengan agregat baru (bila digunakan)
- g. Kadar air pembentuk foam

h. Kadar air campuran

i. Kadar foam bitumen dalam campuran

7. Koefisien Layer

Perencanaan tebal perkerasan lentur metoda analisa komponen menggunakan index Tebal Perkerasan (Structural Number) sebagai dasar perencanaan tebal perkerasan. Guna menentukan besarnya ITP diperlukan tipe dan kualitas material terhampar serta tebal lapis perkerasan. Index tebal perkerasan dapat diestimasi dengan menggunakan Structural Layer Coefficients setiap lapis perkerasan. Wiertgen (2004) berdasarkan pengalamannya menyarankan besarnya structural Layer Coefficients untuk campuran dengan foam bitumen.





BAB III

Teknologi Daur Ulang Campuran dengan Pengikat Aspal Busa

3.1. Perencanaan Teknologi Daur Ulang Campuran Dingin dengan Pengikat Aspal Busa (Foamed Bitumen)

Perencanaan Bahan Teknologi Daur Ulang
Campuran Dingin dengan Pengikat Aspal Busa
(Foamed Bitumen) meliputi :

1. Bahan garukan perkerasan beraspal
(reclaimed Asphalt Pavements-RAP)

Bahan garukan perkerasan beraspal (RAP)
digunakan sebagai agregat, diperoleh dari

campuran lapis perkerasan lama yang digaruk dan
dihancurkan hingga lolos saringan 2 inci (50,0 mm)
untuk lapis pondasi. RAP harus bebas dari bahan
yang tidak dikehendaki dan memiliki kegemburan
yang cukup baik atau tidak menggumpal dan RAP
yang digunakan harus ditumpuk pada tempat
yang terlindung (bebas dari pengaruh hujan dan
pengaruh panas matahari secara langsung).

2. Agregat baru

Agregat yang akan ditambahkan harus berupa
batu pecah, atau kerikil pecah atau kombinasi

dari beberapa bahan yang memenuhi persyaratan. Agregat baru terdiri dari agregat kasar dan halus. Agregat kasar yang tertahan pada ayakan no. 8 (2,36 mm) dapat terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah yang keras, awet dan bersih dan harus disiapkan dalam ukuran normal. Ukuran nominal maksimum adalah satu ayakan yang lebih kecil dari ayakan pertama (teratas) dengan bahan tertahan kurang dari 10 %. Agregat kasar harus mempunyai angularitas seperti yang disyaratkan

dalam spesifikasi fraksi lolos saringan no. 2000 (0,075 mm) harus kurang dari 1 %. Agregat halus baru dari sumber baha manapun harus terdiri dari pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan no. 8 (2,36 mm). Agregat halus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki. Untuk lebih jelasnya mutu agregat baru dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.1-1 . Persyaratan mutu agregat baru

Pengujian	Standar	Nilai
Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 03-2417-1991	Maks 40 %
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	Maks 95 %
Agularitas (kedalaman dari permukaan \leq 10 cm)	DoT'S Pennsylvania Test Method, PTM no 621	95/90*
Angularitas (Kedalaman dari permukaan \geq 10 cm)		80/75 *
Partikel pipih dan lonjong (**)	ASTM D-4791	Maks 10 %
Material Lolos Saringan no. 200	SNI 03-4142-1996	Maks 1 %

(*) 95/90 menunjukkan bahwa 95 % agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90 % agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih

(**) Pengujian dengan perbandingan denga alat uji terhadap poros 1 :5

3. Aspal

Aspal yang digunakan adalah aspal keras pen 6, dengan persyaratan aspal keras pen sebagai berikut:

Tabel 3.1-2 Jenis Pengujian Aspal

No	Jenis Pengujian	Metode	Persyaratan Pen 60
1.	Penetrasi, 25 °C, 100 gr, 5 detik, 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	60-79
2.	Titik Lembek °C	SNI 06-2434-1991	48-58
3.	Daktalitas, 25 °C;cm	SNI 06-2432-1991	Min 100
4.	Titik Nyala °C	SNI 06-2433-1991	Min 200
5.	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	Min 1,0
6.	Kelarutan dalam Tricholor Ethylen ;% berat	SNI 06-2438-1991	Min 99
7.	Penurunan berat (dengan TFT) % berat	SNI 06-2440-1991	Maks 0,8
8.	Penetrasi setelah penurunan berat , % asli	SNI 06-2456-1991	Min 54
9.	Daktilitas setelah penurunan berat, % asli	SNI 06-2432-1991	Min 50
10.	Uji bintang (spot tes)	AASHTO T.102	Negatif

Catatan: Penggunaan pengujian spot test adalah pilihan (optimal). Apabila disyaratkan direksi dapat menentukan pelarut yang akan digunakan, naptha,naptha xylene atau heptane xylene.

4. Air

Air yang digunakan dalam pekerjaan harus air tawar, bersih dan bebas dari endapan maupun larutan atau bahan suspensi yang mungkin dapat merusak pembuatan aspal busa seperti yang sudah ditentukan, dan harus memenuhi ketentuan yang disyaratkan dalam SNI 03-6817-2002

3.2. Pelaksanaan Pekerjaan Teknologi Daur Ulang campuran Dingin dengan Pengikat Aspal Busa (Foamed Bitumen)

Pelaksanaan pekerjaan Teknologi Daur Ulang Campuran Dingin dengan Pengikat Aspal Busa (Foamed Bitumen) ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu:

a. Pelaksanaan dengan Unit Produksi Campuran Beraspal di Tempat (in Place) meliputi :

1. Penyiapan lapisan yang akan didaur ulang
 - Tentukan ketinggian tempat permukaan yang akan didaur ulang. Bila pekerjaan daur ulang dilaksanakan pada suatu kedalaman, garuk lapis permukaan dengan alat penggaruk (milling) sampai kedalaman yang diinginkan
 - Angkut bahan garukan ke lokasi (base camp) yang telah ditentukan
 - Bersihkan permukaan yang akan didaur ulang
 - Hamparkan RAP hingga mencapai ketebalan yang direncanakan dan lakukan prapemadatan awal
 - Hamparkan agregat baru yang diperlukan pada permukaan sesuai percobaan
 - Hamparkan semen pada permukaan sesuai percobaan
2. Penggarukan, Pencampuran dan penghamparan campuran
 - Atur rangkaian mesin daur ulang, tangki air dan tangki
 - Lakukan penyetulan mesin daur ulang untuk mendapatkan:
 - Kedalaman Penggarukan rencana
 - a. Tekanan dan nozzle pengeluaran air untuk pembuatan aspal busa
 - b. Pengeluaran air yang diperlukan untuk pengkondisian campuran mendekati (80%-90%) tetapi tidak melebihi kadar air optimum
 - c. Suhu serta besaran pemasokan bitumen yang diperlukan
 - Jalankan rangkaian mesin daur ulang, tangki

air dan tangki aspal dengan kecepatan sesuai dengan percobaan dan lakukan penggarukan, pencampuran RAP, agregat, semen dan aspal busa serta penghamparan campuran pada hamparan yang telah disiapkan

3. Pemadatan dan perataan hamparan

- Lakukan pemeriksaan kadar air hamparan dan kondikan hamparan mendekati (80 %-90%) kadar air optimum, jaga kondisi air hingga proses perataan dan pemadatan selesai. Jika diperlukan basahi permukaan dengan menggunakan tangki air
- Laksanakan pemadatan awal dengan pemadat tandem dengan berat sesuai percobaan campuran
- Ratakan hamparan yang sudah dipadatkan menggunakan motor grader
- Lakukan pemadatan utama menggunakan pemadatan getar dengan berat serta amplitudo penggetaran besar sesuai percobaan pemadatan
- Laksanakan pemadatan lanjutan menggunakan pemadat getar dengan amplitudo kecil sesuai percobaan pemadatan
- Lakukan pemadatan akhir dengan alat pemadat roda karet (Tyre Roller)
- b. Pencampuran dengan Unit Produksi Campuran Beraspal di Sentral (in Plant)

Pencampuran dilakukan dengan alat pencampur tersendiri, yang dilengkapi dengan sistem Aspal Busa, sistem pemberian air kepada campuran agregat untuk memberikan kadar air yang diperlukan, sistem pemasukkan RAP dan agregat baru. Proses pekerjaan meliputi pencampuran, pengangkutan, penghamparan dan pemadatan sebagai berikut:

1. Penyiapan lapisan permukaan yang akan diberi hamparan daur ulang
 - Tentukan ketinggian permukaan yang akan didaur ulang. Bila pekerjaan daur ulang dilaksanakan pada suatu kedalaman, garuk lapis permukaan dengan alat penggaruk (milling) sampai kedalaman yang diinginkan
 - Angkut Bahan garukan ke lokasi (base camp) yang telah ditentukan
 - Bersihkan permukaan yang akan diberi hamparan daur ulang
 - Berilah lapis permukaan yang adadengan lapis resap dengan aspal emulsi 0,5-1 l/m² atau sesuai keperluan (petunjuk direksi teknis).

2. Pencampuran pada Unit Pencampur
 - Lakukan pengecekan dan penyetelan alat pencampur sebagai berikut:
 - a. Laksanakan penyetelan kecepatan mesin pencampur yang diperlukan
 - b. Lakukan penyetelan tekanan dan nozzle untuk pasokan air pembuatan Aspal Busa
 - c. Lakukan penyetelan temperatur dan pasokan aspal untuk pembuatan Aspal Busa
 - d. Laksanakan penyetelan pasokan air untuk memberikan kadar air yang diperlukan kepada RAP serta agregat baru (bila diperlukan) dan semen
 - e. Aspal busa pada alat pencampur dapat terbentuk dengan normal, melalui pengetesan/ pengecekan pada unit alat tersedia.
 - Jalankan mesin pencampur setelah seluruh rangkaian unit pencampur berfungsi dengan baik
 - Masukkan RAP ke dalam mesin pencampur melalui suatu hopper dan apabila diperlukan tambahan agregat baru dimasukkan melalui saringan penampung (hopper) yang berbeda. Tentukan proporsi RAP atau agregat baru dengan mengatur pembukaan pintu-pintu hopper
 - Lakukan pengisian semen dari silo filler, aspal busa dan air sehingga bersatu dengan campuran.
 - Tampung hasil campuran ke dalam truk pengangkut atau ke suatu stock pail.
 - Angkut campuran ke lapangan untuk penghamparan
3. Penghamparan hasil campuran
 - Persiapkan permukaan yang akan dihampar
 - Periksa kelengkapan serta kesiapan mesin penghampar
 - Posisikan mesin penghampar pada lokasi penghamparan
 - Tumpahkan campuran hasil pada b) ke dalam hopper mesin penghampar
 - Laksanakan penghamparan dengan ketebalan sesuai percobaan
4. Pemadatan hasil penghamparan
 - Lakukan pemeriksaan kadar air dan kondisikan mendekati 80%-90% tetapi tidak boleh melebihi kadar air optimum, bila kurang atau lebih lakukan penyesuaian sehingga kadar air yang diperlukan tercapai
 - Laksanakan pemadatan awal dengan pemadat tandem dengan berat sesuai percobaan
 - Lakukan pemadatan kedua (utama) menggunakan pemadat getar dengan amplitudo besar dengan berat sesuai percobaan
 - Lanjutkan pemadatan dengan pemadatan getar dengan amplitudo kecil
 - Laksanakan pemadatan akhir dengan pemadat roda karet (Tyre roller)



BAB IV

Efisiensi Penggunaan Material dan Tingkat Emisi Pelaksanaan Teknologi Daur Ulang Jalan

4.1. Efisiensi Penggunaan Material Teknologi Daur Ulang Jalan

Perhitungan efisiensi penggunaan Material Teknologi daur ulang jalan bersumberkn pada

harga satuan pekerjaan kebutuhan Bahan untuk pekerjaan daur ulang dan tanpa pekerjaan daur ulang. Untuk selengkapnya kebutuhan bahan pada pekerjaan daur ulang dan tanpa daur ulang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.1-1 Kebutuhan bahan untuk pekerjaan daur ulang dan tanpa pekerjaan daur ulang.

No	Daur Ulang	Kebutuhan Bahan (m ³)	Tanpa Daur Ulang (Konvensional)	Kebutuhan Bahan (m ³)
1.	Laston Lapis Aus Modifikasi (AC-WC mod) Gradasi halus		Laston Lapis Aus Modifikasi (AC-WC mod) Gradasi halus	
	Agregat Kasar	0,8088	Agregat 5-10 & 10-15	0,03067
	Agregat Halus	0,6698	Agregat 0-5	0,02979
			Semen	0,00059
			Aspal	0,00464
2.	Lston Lapis Antara (AC-BC) mod Gradasi Kasar		Lston Lapis Antara (AC-BC) mod Gradasi Kasar	
	Agregat Kasar	0,6424	Agregat 5-10 & 10-15	0,90184
	Agregat Halus	0,9563	Agregat 0-5	0,63305
			Semen	0,01468
			Aspal	0,10904
3.	CMFRB		Campuran Dingin	
	Agregat Kasar	0,073	Agregat Kasar	1,66901
	Agregat Halus	0,0182	Agregat halus	1,46970
	Filler	0,008	Aspal Emulsi	0,15118
	SEmen	0,0541	Aspal	0,09571
	Aspal	0,0541		

Sumber : Harga Satuan bahan Pekerjaan daur ulang dan tanpa daur ulang

Dari Hasil di atas dapat disimpulkan bahwa persentase pengurangan bahan pada pekerjaan daur ulang dibanding pekerjaan konvensional adalah untuk penggunaan agregat kasar sebesar

29,35 %, agregat halus 22,89 % dan aspal sebesar 84,99% untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.1-2 persentase pengurangan kebutuhan bahan untuk pekerjaan daur ulang dibanding tanpa daur ulang jalan

No	Bahan	Daur Ulang	Tanpa Daur Ulang (Konvensional)	Pengurangan	Persen selisih bahan daur ulang dibanding pekerjaan konvensional
		Kebutuhan Bahan (m ³)	Kebutuhan Bahan (m ³)		
1	Agregat Kasar	1,8381	2,60152	0,76342	29,35
2	Agregat Halus	1,6443	2,13254	0,48824	22,89
3	Aspal	0,0541	0,36057	0,30647	84,99

Sumber Pusjatan 2011

4.2. Tingkat Emisi Teknologi Daur Ulang Jalan

Tingkat emisi teknologi daur ulang jalan didapat

dari data analisis kontribusi CO₂ pada pekerjaan jalan adalah data Analisis Harga Satuan (AHS) tahun 2006, sedangkan faktor emisi untuk bahan bakar dan material didapatkan dari berbagai sumber.

Tabel 4.2-.1. Faktor Emisi CO₂

No.	Uraian	Faktor Emisi	Sumber
1	Kerosen	19,6Ton C/TJ	Dept. ESDM
		71,9Ton C/TJ	IPCC
2	Minyak Tanah	2,5359 kg CO ₂ /liter	Fefen Suhedi (Pusat Litbang Permukiman)
3	Semen / PC (50kg)	0,507 ton CO ₂ /ton	IPCC
4	B e n s i n (residual fuel oil)	77,4Ton C/TJ	IPCC
		21,1	Dept. ESDM
5	S o l a r	74,1Ton C/TJ	IPCC
		20,2	Dept. ESDM
6	gelas/kaca	0,2 ton CO ₂ /ton gelas	IPCC
7	Kapur	0,75 ton CO ₂ /ton kapur	Fefen Suhedi (Pusat Litbang Permukiman)
8	Besi Baja	1,06 ton CO ₂ /ton besi baja	Fefen Suhedi (Pusat Litbang Permukiman)
9	Batubara	26.2Ton C/TJ	Dept. ESDM
		1,642 Ton C/TJ	IPCC
10	Kayu/limbah kayu	112Ton C/TJ	IPCC
		29.9 Ton C/TJ	Dept. ESDM
11	LPG	17.2 Ton C/TJ	Dept. ESDM
12	Gas	15.3 Ton C/TJ	Dept. ESDM
13	Premium	18.9 Ton C/TJ	Dept. ESDM

Sumber : Gunawan (studi 2010 tentang Kontribusi CO₂ pada infrastruktur jalan)

Pada pekerjaan jalan dan jembatan, sebagian besar memerlukan penggunaan peralatan, khususnya alat berat. Dimana peralatan-peralatan tersebut menggunakan bahan bakar, baik bensin, solar maupun batubara. Seperti diketahui penggunaan bahan bakar menimbulkan gas buang yang

memberikan kontribusi CO₂ yang cukup besar. Setiap peralatan mengkonsumsi bahan bakar yang berbeda-beda yang dipengaruhi oleh tenaga dan kapasitas produksinya, sehingga kontribusi CO₂ dari setiap peralatan akan berbeda-beda.

Tabel 4.2-2. Daftar Peralatan Yang Digunakan Dalam Pekerjaan Jalan dan Jembatan Menurut Analisa Harga Satuan (AHS)

No.	URAIAN	KODE	HIP	KAP.	JENIS DAIRAN BAKAR	BAHAN DAIRAN BAKAR (Liter/jam)	PELUKUS (Liter/jam)	KONSUMSI DAIRAN BAKAR (Liter/jam)
1.	ASPHALT MIXING PLANT	E01	204,0	60,0 T/m	Solar	0,12	0,03	44,10
2.	ASPHALT TENDER	E02	224	10,0 Ton	Solar	0,12	0,03	10,00
3.	ASPHALT SPRAYER	E03	4,0	500,0 Liter	Solar	0,12	0,03	0,48
4.	PORTLAND CEMENT	E04	150,0	-	Solar	0,12	0,03	10,00
5.	COMPRESSOR 4000 5000 LHM	E05	60,0	5,000,0	Solar	0,12	0,03	7,20
6.	CONCRETE MIXER 1000-2000	E06	20,0	200,0 Liter	Solar	0,12	0,03	3,00
7.	CRANE 10-15 TON	E07	135,0	10,0 Ton	Solar	0,12	0,03	16,00
8.	DUMP TRUCK 4000	E08	100,0	3,5 Ton	Solar	0,12	0,03	12,00
9.	DUMP TRUCK	E09	100,0	10,0 Ton	Solar	0,12	0,03	22,80
10.	EXCAVATOR 100-150 HP	E10	100,0	0,8 M3	Solar	0,12	0,03	15,00
11.	FLAT BED TRUCK 3-4 M3	E11	100,0	10,0 M3	Solar	0,12	0,03	22,80
12.	GRINDER 100-150 HP	E12	100,0	10,0 M3	Solar	0,12	0,03	21,00
13.	MOTOR GRADER 100 HP	E13	130,0	10,000,0	Solar	0,12	0,03	16,00
14.	TRACTOR 100-150 HP	E14	70,0	0,8 M3	Solar	0,12	0,03	10,00
15.	WHEEL LOADER 1,0-1,5 M3	E15	90,0	1,0 M3	Solar	0,12	0,03	11,00
16.	TRUCK 100-150 HP	E16	50,0	0,8 Ton	Solar	0,12	0,03	8,00
17.	TAMPER ROLLER 0,8 T	E17	82,0	3,1 Ton	Solar	0,12	0,03	9,84
18.	TRUCK 100-150 HP	E18	100,0	0,8 Ton	Solar	0,12	0,03	12,00
19.	VERBOD ROLLER 0,8 T	E19	82,0	7,1 Ton	Solar	0,12	0,03	9,84
20.	CONCRETE VIBRATOR	E20	5,0	25,0	Solar	0,12	0,03	10,00
21.	STONE CRUSHER	E21	200,0	50,0 T/m	Solar	0,12	0,03	26,40
22.	WATER TANKER 3000-4000 L	E22	100,0	-	Solar	0,12	0,03	10,00
23.	WATER TANKER 3000-4000 L	E23	100,0	4,000,0 Liter	Solar	0,12	0,03	12,00
24.	TRUCK 100-150 HP	E24	100,0	10,000,0	Solar	0,12	0,03	10,00
25.	TAMPER	E25	4,7	12,00 Ton	Solar	0,12	0,03	0,71
26.	JACK RAMMER	E26	0,0	100,000	Solar	0,12	0,03	10,00
27.	PULVIZER	E27	340,0	2,000,00	Solar	0,12	0,03	21,70
28.	CONCRETE PUMP	E28	100,0	10,0 M3	Solar	0,12	0,03	12,00
29.	TRAILER 20 TON	E29	170,0	20,00 Ton	Solar	0,12	0,03	21,00
30.	TRUCK 100-150 HP	E30	25,0	25,0 Ton	Solar	0,12	0,03	3,00
31.	CRANE ON TRACK 30 TON	E31	120,0	30,00 Ton	Solar	0,12	0,03	15,00
32.	WATER TANKER	E32	100,0	25,000,0 Amp	Solar	0,12	0,03	10,00
33.	BORE PILE MACHINE	E33	100,0	2,000,0 Meter	Solar	0,12	0,03	18,00
34.	ASPHALT TENDER	E34	2,0	1,000,0 Liter	Solar	0,12	0,03	10,00
35.	TRUCK	E35	100,0	10,0 Ton	Solar	0,12	0,03	22,80
36.	CONCRETE MIXING MACHINE	E36	200,0	1,000,0 m	Solar	0,12	0,03	28,70
37.	ROCK DRILL BREAKER	E37	3,0	-	Solar	0,12	0,03	0,40
38.	CONCRETE CRACKER	E38	400,0	2,0 M	Solar	0,12	0,03	100,00
39.	HOT RECYCLER	E39	400,0	3,0 M	Solar	0,12	0,03	48,00
40.	ASPHALT TENDER	E40	115,0	3,5 M	Solar	0,12	0,03	17,20
41.	ASPHALT DISTRIBUTOR	E41	110,0	4,000,0 Liter	Solar	0,12	0,03	13,80
42.	SEED DISTRIBUTOR	E42	100,0	2,5 M	Solar	0,12	0,03	12,00
43.	CONCRETE PUMP	E43	100,0	10,0 M3	Solar	0,12	0,03	20,10
44.	CONCRETE BREAKER	E44	200,0	20,0 m3/m	Solar	0,12	0,03	34,80
45.	ASPHALT TENDER	E45	100,0	1,000,0 Liter	Solar	0,12	0,03	22,80
46.	CEMENT TANKER	E46	100,0	4,000,0 Liter	Solar	0,12	0,03	22,80
47.	CONCRETE MIXER	E47	20,0	250,0 Liter	Solar	0,12	0,03	2,40
48.	VERTICAL RAMMER	E48	4,0	80,0 KC	Solar	0,12	0,03	0,63
49.	TRUCK 100-150 HP	E49	200,0	5,0 M3	Solar	0,12	0,03	28,00
50.	BORE PILE MACHINE	E50	100,0	60,0 CM	Solar	0,12	0,03	18,70
51.	CRANE ON TRACK 25-100 TON	E51	200,0	75,0 Ton	Solar	0,12	0,03	28,00
52.	BLENDED EQUIPMENT	E52	50,0	30,0 Ton	Solar	0,12	0,03	7,00
53.	ASPHALT TENDER	E53	100,0	20,000,0 Liter	Solar	0,12	0,03	10,00

Konsumsi bahan bakar dari peralatan yang digunakan dihitung dengan satuan liter per jam. Untuk mengetahui kontribusi CO₂ dari penggunaan peralatan pada setiap jenis pekerjaan ditentukan

oleh kebutuhan waktu dalam mengerjakan pekerjaan tersebut. Kebutuhan penggunaan peralatan pada per satuan pekerjaan dapat diketahui koefisien dengan satuan jam.

Perhitungan Kontribusi CO₂ dari peralatan
Tabel 4.2-3. Kontribusi CO₂ Peralatan

No.	URAIAN	KODE	HP	KAP.	JENIS BAHAN		PELUMAS	KONSUMSI	KONSUMSI	KONTRIBUSI
					BAHAN	BAKAR		BAHAN	PELUMAS	CO2
					BAKAR	Liter/HP/ Jam	Liter/HP/ Jam	(Liter/jam)	(Liter/jam)	
1.	ASPHALT MIXING PLANT	E01	294,0	60,0 T/Jam	Solar	0,15	0,03	44,10	8,82	0,002868
2.	ASPHALT FINISHER	E02	72,4	10,0 Ton	Solar	0,15	0,03	10,86	2,17	0,002868
3.	ASPHALT SPRAYER	E03	4,0	850,0 Liter	Solar	0,12	0,03	0,48	0,10	0,002868
4.	BULLDOZER 100-150 HP	E04	155,0	-	Solar	0,12	0,03	18,60	3,88	0,002868
5.	COMPRESSOR 4000-6500 L\M	E05	60,0	5,000,0	Solar	0,12	0,03	7,20	1,50	0,002868
6.	CONCRETE MIXER 0.3-0.6 M3	E06	20,0	500,0 Liter	Solar	0,15	0,03	3,00	0,60	0,002868
7.	CRANE 10-15 TON	E07	138,0	15,0 Ton	Solar	0,12	0,03	16,56	3,45	0,002868
8.	DUMP TRUCK 3-4 M3	E08	100,0	3,5 Ton	Solar	0,12	0,03	12,00	2,50	0,002868
9.	DUMP TRUCK	E09	190,0	10,0 Ton	Solar	0,12	0,03	22,80	4,75	0,002868
10.	EXCAVATOR 80-140 HP	E10	133,0	0,9 M3	Solar	0,12	0,03	15,96	3,33	0,002868
11.	FLAT BED TRUCK 3-4 M3	E11	190,0	10,0 M3	Solar	0,12	0,03	22,80	4,75	0,002868
12.	GENERATOR SET	E12	180,0	135,0 KVA	Solar	0,12	0,03	21,60	4,50	0,002868
13.	MOTOR GRADER >100 HP	E13	135,0	10,800,0	Solar	0,12	0,03	16,20	3,38	0,002868
14.	TRACK LOADER 75-100 HP	E14	70,0	0,8 M3	Solar	0,12	0,03	8,40	1,75	0,002868
15.	WHEEL LOADER 1.0-1.6 M3	E15	96,0	1,5 M3	Solar	0,12	0,03	11,52	2,40	0,002868
16.	THREE WHEEL ROLLER 6-8 T	E16	55,0	8,0 Ton	Solar	0,12	0,03	6,60	1,38	0,002868
17.	TANDEM ROLLER 6-8 T.	E17	82,0	8,1 Ton	Solar	0,12	0,03	9,84	2,05	0,002868
18.	TIRE ROLLER 8-10 T.	E18	100,5	9,0 Ton	Solar	0,12	0,03	12,06	2,51	0,002868
19.	VIBRATORY ROLLER 5-8 T.	E19	82,0	7,1 Ton	Solar	0,12	0,03	9,84	2,05	0,002868
20.	CONCRETE VIBRATOR	E20	5,5	25,0	Solar	0,15	0,03	0,83	0,17	0,002868
21.	STONE CRUSHER	E21	220,0	50,0 T/Jam	Solar	0,12	0,03	26,40	5,50	0,002868
22.	WATER PUMP 70-100 mm	E22	6,0	-	Solar	0,12	0,03	0,72	0,15	0,002868
23.	WATER TANKER 3000-4500 L.	E23	100,0	4,000,0 Liter	Solar	0,12	0,03	12,00	2,50	0,002868
24.	PEDESTRIAN ROLLER	E24	8,8	835,00 Ton	Solar	0,12	0,03	1,06	0,22	0,002868
25.	TAMPER	E25	4,7	121,00 Ton	Solar	0,15	0,03	0,71	0,14	0,002868

No.	URAIAN	KODE	HP	KAP.	JENIS BAHAN		PELUMAS	KONSUMSI		KONTRIBUSI
					BAHAN BAKAR	BAKAR Liter/HP/ Jam		BAHAN BAKAR (Liter/jam)	PELUMAS (Liter/jam)	
					BAKAR		Liter/HP/ Jam			CO2 (Ton C/Liter)
26.	JACK HAMMER	E26	0,0	1,330,00	Solar	0,12	0,03	0,00	0,00	0,002868
27.	FULVI MIXER	E27	345,0	2,005,00	Solar	0,15	0,03	51,75	10,35	0,002868
28.	CONCRETE PUMP	E28	100,0	8,00 M3	Solar	0,12	0,03	12,00	2,50	0,002868
29.	TRAILER 20 TON	E29	175,0	20,00 Ton	Solar	0,12	0,03	21,00	4,38	0,002868
30.	PILE DRIVER + HAMMER	E30	25,0	2,50 Ton	Solar	0,12	0,03	3,00	0,63	0,002868
31.	CRANE ON TRACK 35 TON	E31	125,0	35,00 Ton	Solar	0,12	0,03	15,00	3,13	0,002868
32.	WELDING SET	E32	40,0	250,00 Amp	Solar	0,12	0,03	4,80	1,00	0,002868
33.	BORE PILE MACHINE	E33	150,0	2,000,0 Meter	Solar	0,12	0,03	18,00	3,75	0,002868
34.	ASPHALT LIQUID MIXER	E34	5,0	1,000,0 Liter	Solar	0,12	0,03	0,60	0,13	0,002868
35.	TRONTON	E35	150,0	15,0 Ton	Solar	0,15	0,03	22,50	4,50	0,002868
36.	COLD MILLING MACHINE	E36	248,0	1,000,0 m	Solar	0,12	0,03	29,76	6,20	0,002868
37.	ROCK DRILL BREAKER	E37	3,0	-	Solar	0,15	0,03	0,45	0,09	0,002868
38.	COLD RECYCLER	E38	900,0	2,2 M	Solar	0,12	0,03	108,00	22,50	0,002868
39.	HOT RECYCLER	E39	400,0	3,0 M	Solar	0,12	0,03	48,00	10,00	0,002868
40.	AGGREGAT (CHIP) SPREADER	E40	115,0	3,5 M	Solar	0,15	0,03	17,25	3,45	0,002868
41.	ASPHALT DISTRIBUTOR	E41	115,0	4,000,0 Liter	Solar	0,12	0,03	13,80	2,88	0,002868
42.	SLIP FORM PAVER	E42	105,0	2,5 M	Solar	0,12	0,03	12,60	2,63	0,002868
43.	CONCRETE PAN MIXER	E43	134,0	600,0 Liter	Solar	0,15	0,03	20,10	4,02	0,002868
44.	CONCRETE BREAKER	E44	290,0	20,0 m3/ jam	Solar	0,12	0,03	34,80	7,25	0,002868
45.	ASPAHLT TANKER	E45	190,0	4,000,0 liter	Solar	0,12	0,03	22,80	4,75	0,002868
46.	CEMENT TANKER	E46	190,0	4,000,0 liter	Solar	0,12	0,03	22,80	4,75	0,002868
47.	CONDRETE MIXER (350)	E47	20,0	350,0 liter	Solar	0,12	0,03	2,40	0,50	0,002868
48.	VIBRATING RAMMER	E48	4,2	80,0 KG	Solar	0,15	0,03	0,63	0,13	0,002868
49.	TRUK MIXER (AGITATOR)	E49	220,0	5,0 M3	Solar	0,12	0,03	26,40	5,50	0,002868
50.	BORE PILE MACHINE	E50	125,0	60,0 CM	Solar	0,15	0,03	18,75	3,75	0,002868
51.	CRANE ON TRACK 75-100 TON	E51	200,0	75,0 Ton	Solar	0,12	0,03	24,00	5,00	0,002868
52.	BLENDING EQUIPMENT	E52	50,0	30,0 Ton	Solar	0,15	0,03	7,50	1,50	0,002868
53.	ASPHALT LIQUID MIXER	E34a	40,0	20,000,0 Liter	Solar	0,12	0,03	4,80	1,00	0,002868

Dari langkah perhitungan tersebut maka diperoleh hasil yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.2-4. Kontribusi CO₂ pada pekerjaan daur ulang dan tanpa daur ulang jalan

No	Pekerjaan	Kontribusi CO ₂	
		Ton Carbon/km	
		Daur Ulang	Tanpa daur ulang (konvensional)
1.	Laston Lapis Aus Modifikasi (AC-WC mod Gradasi Halus)	0,02616	0,141821
2.	Laston Lapis Antara Mod (AC-BC mod) Gradasi Kasar	0,02616	3,377212
3	Campuran Dingin	0,01682	0,48581
	Total	0,06914	4,00483

Sumber : Pusjatan 2011

Dari tabel diatas terlihat bahwa untuk pekerjaan daur ulang mengeluarkan karbon setiap km adalah 0,06914 Ton C sedangkan untuk pekerjaan jalan tanpa daur ulang mengeluarkan carbon setiap km sebesar 4,00483 Ton C.



BAB V

Dampak Lingkungan dan Pengelolaan Lingkungan Teknologi Daur Ulang Jalan

5.1. Identifikasi Dampak Lingkungan Teknologi Daur Ulang Jalan

5.1.1. Metode identifikasi dampak Lingkungan Teknologi Daur Ulang Jalan

Metode Identifikasi dampak merupakan metode awal yang digunakan untuk menentukan komponen

/parameter lingkungan yang diperkirakan akan mengalami perubahan mendasar (dampak penting) sebagai akibat dari pekerjaan daur ulang jalan.

Pekerjaan daur ulang jalan ini meliputi tahapan pekerjaan penyiapan lapisan yang akan di daur ulang, Penggarukan, Pencampuran dan Penghamparan campuran serta pemadatan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut ini

[illegible]

5.1.2. Data Polusi Udara pada setiap tahapan pekerjaan daur ulang jalan

Pengukuran Polusi udara ini dilakukan pada waktu pekerjaan daur ulang jalan di Batas kota Cikampek-

Batas kota Subang di km jkt 106+437 s/d 107+921 , panjang efektif 1.484 km dan lebar 7,25 meter (2 lajur). Pengukuran polusi udara untuk setiap tahap pekerjaan daur ulang dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 5.1.2.-1 Data Polusi Udara pada tahap persiapan lapisan yang akan didaur ulang

NO	Parameter	Satuan	Hasil pengukuran	Standar Baku Mutu Ambien(kep.41/MENKLH/1999)	Metoda	Peralatan
1.	NO ₂ (Nitrogen dioksida)	ppm	0,0385	0,05	SNI 19-7119.2-2005	UV-VIS Spectrofotometer
2	SO ₂ (sulfur Dioksida)	ppm	0,0124	0,10	SNI 19-7119.7-2005	UV-VIS Spectrofotometer
3	CO (Karbon Monoksida)	Ppm	0,8285	20	SNI 19-4845-1998	UV-VIS Spectrofotometer
4	H ₂ S (Hidrogen Sulfida)	Ppm	0,0017	0,24	IKM-4/Methylen Blue	UV-VIS Spectrofotometer
5	TSP (debu)	Ug/Nm ³	159,18	150	SNI 19-7119.3-2005	High Volume Sampler
	Kondisi Cuaca	oC	30,5-31,5		Direct Reading	Thermometer
	Suhu Udara	%	60-71		Direct Reading	Hygrometer
	Kelembaban	m/dt	0,9-2,6		Direct Reading	Anemometer
	Arah Angin	-	Ke barat daya	-		-
	Cuaca	-	mendung	-		-

(Sumber: Puslitbang 2011)

Dari Tabel diatas untuk tahapan penyiapan lapisan yang akan didaur ulang untuk parameter NO₂, SO₂, CO dan H₂S dibawah ambang batas yang diijinkan , untuk parametr TSP (debu) sudah diatas ambang batas yang diijinkan sebesar 1 kali ambang batas

yang diijinkan.

Dampak polusi udara pada pekerjaan daur ulang jalan pada tahap pengadukan pencampuran dan penghamparan campuran seta Pemadatan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 5.1.2-2 .Data Polusi Udara pada proses pengadukan, pencampuran dan penghamparan campuran

NO	Parameter	Satuan	Hasil pengukuran	Standar Baku Mutu Ambien(kep.41/MENKLH/1999)	Metoda	Peralatan
1.	NO ₂ (Nitrogen dioksida)	ppm	0,0428	0,05	SNI 19-7119.2-2005	UV-VIS Spectrofotometer
2	SO ₂ (sulfur Dioksida)	ppm	0,0135	0,10	SNI 19-7119.7-2005	UV-VIS Spectrofotometer
3	CO (Karbon Monoksida)	Ppm	1,240	20	SNI 19-4845-1998	UV-VIS Spectrofotometer
4	H ₂ S (Hidrogen Sulfida)	Ppm	0,0033	0,24	IKM-4/Methylen Blue	UV-VIS Spectrofotometer
5	TSP (debu)	Ug/Nm ³	322,19	150	SNI 19-7119.3-2005	High Volume Sampler
	Kondisi Cuaca	oC	31,8		Direct Reading	Thermometer
	Suhu Udara	%	57		Direct Reading	Hygrometer
	Kelembaban	m/dt	0,6-1,2		Direct Reading	Anemometer
	Arah Angin	-	Ke barat daya	-		-
	Cuaca	-	mendung	-		-

(Sumber: Puslitbang 2011)

Pada tabel diatas untuk parameter NO₂, SO₂, CO, dan H₂S masih dibawah ambang batas yang diizinkan sedangkan untuk parameter debu (TSP) sudah diambang batas yang diijinkan sebanyak 2

kali lebih besar dari ambang batas yang diijinkan yaitu 322,19 ug/Nm³. Untuk penanganan dampak lingkungan pada proses pengadukan sebaiknya pekerja menggunakan masker

Tabel 5.1.2-3. Data Polusi Udara pada proses Pemadatan

NO	Parameter	Satuan	Hasil pengukuran	Standar Baku Mutu Ambien(kep.41/MENKLH/1999)	Metoda	Peralatan
1.	NO ₂ (Nitrogen dioksida)	ppm	0,0445	0,05	SNI 19-7119.2-2005	UV-VIS Spectrofotometer
2	SO ₂ (sulfur Dioksida)	ppm	0,0147	0,10	SNI 19-7119.7-2005	UV-VIS Spectrofotometer
3	CO (Karbon Monoksida)	Ppm	1,125	20	SNI 19-4845-1998	UV-VIS Spectrofotometer
4	H ₂ S (Hidrogen Sulfida)	Ppm	0,0048	0,24	IKM-4/Methylen Blue	UV-VIS Spectrofotometer
5	TSP (debu)	Ug/Nm ³	219,66	150	SNI 19-7119.3-2005	High Volume Sampler
	Kondisi Cuaca	oC	34,4		Direct Reading	Thermometer
	Suhu Udara	%	55		Direct Reading	Hygrometer
	Kelembaban	m/dt	0,9-2,1		Direct Reading	Anemometer
	Arah Angin	-	Ke barat laut	-		-
	Cuaca	-	mendung	-		-

(Sumber: pengukuran oleh hiperkes)

Dari Tabel diatas untuk parameter NO₂, SO₂, CO dan H₂S dibawah ambang batas yang diizinkan, untuk parameter TSP (debu) diatas ambang batas yang diijinkan dengan hasil pengukuran sebesar 219,66 ug/Nm³ (satu setengah kali ambang batas yang diijinkan).

5.2. Program Pengelolaan Lingkungan Hidup Teknologi Daur Ulang Jalan

Program pengelolaan lingkungan hidup yang dilakukan ditujukan untuk menekan atau meminimalkan dampak negatif yang terjadi dan memaksimalkan dampak positif terhadap lingkungan hidup. Pendekatan yang dilakukan dapat berupa pendekatan teknologi, sosial-ekonomi-budaya dan institusi, yakni :

1. Pendekatan Teknologi

Pengelolaan dampak lingkungan dengan pendekatan teknologi dimaksudkan

untuk mencari alternatif teknologi yang tepat yang dapat diaplikasikan dalam meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan.

2. Pendekatan ekologi

Pengelolaan dampak lingkungan secara ekologi dimaksudkan untuk mencegah dan menanggulangi dampak melalui:

- Pemilihan lokasi yang mempunyai dampak minimal
- Pemantapan daerah penyanggah untuk menetralsisir dampak atau kondisi darurat
- Rehabilitasi/penghijauan untuk mencegah dan

menekan dampak

3. Pendekatan Sosial Ekonomi dan Budaya
Pengelolaan dampak lingkungan dengan pendekatan sosial ekonomi dan budaya yang ditempuh antara lain:

- a. memprioritaskan tenaga kerja lokal (setempat) sesuai kemampuannya untuk dilibatkan dalam pekerjaan konstruksi;
- b. Bantuan fasilitas umum kepada masyarakat sekitar lokasi pembangunan pelabuhan sesuai dengan kemampuan yang dimiliki pemrakarsa;
- d. Menjalin interaksi sosial yang harmonis dengan masyarakat sekitar guna mencegah timbulnya konflik sosial;
- e. Menghormati adat-istiadat setempat yang berlaku di dalam lingkungan masyarakat sekitar proyek.

4. Pendekatan institusi

Pendekatan institusi merupakan mekanisme kelembagaan yang akan ditempuh pemrakarsa dalam menanggulangi dampak penting seperti:

- a. Kerjasama dengan instansi yang berkompentingan dan berkaitan dengan pengelolaan lingkungan hidup;
- b. Pengawasan terhadap hasil kerja untuk pengelolaan lingkungan hidup oleh instansi yang berwenang;
- c. Pelaporan hasil pengelolaan lingkungan hidup secara berkala kepada pihak-pihak yang berkepentingan.

Detail program pengelolaan lingkungan yang harus dilakukan dalam upaya mengevaluasi dan mencegah timbulnya dampak negatif diuraikan pada Tabel 5.2-1.



Tabel 5.2.1. Matrik Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup pada pelaksanaan pekerjaan daur ulang jalan (Tahap Konstruksi)

No	Komponen Yang Terkena Dampak	Sumber Dampak	Tolok Ukur Dampak	Tujuan Pengelolaan Lingkungan	Upaya Pengelolaan Lingkungan	Lokasi dan Periode Pengelolaan	Institusi Pengelolaan		
							Pelaksana	Pengawas	Pelaporan
1.	Penurunan Kualitas Udara (Musim Kemarau)	Pekerjaan Pengangkutan Bahan Garukan ke lokasi Base camp, hamparan RAP, semen	Baku Mutu parameter debu 230 ug/NM ³ (PP 41/99)	Mengurangi Peningkatan kandungan debu di udara	<ul style="list-style-type: none"> -Menutup Truk pengangkut material dengan terpal -Melakukan penyiraman secara berkala -ped. pemilihan tanaman untuk mereduksi polusi udara (011/T/BM/1999) -ped. rekayasa lalu lintas dalam mereduksi polusi udara (036/T/BM/1999) 	Lokasi: Proyek dan truk pengangkut material Periode Selama pelaksanaan pekerjaan daur ulang jalan	Kontraktor pelaksana	KAPEDAL	Bapedalda Dinkes Disperhub
2.	Kesehatan dan keselamatan kerja	Pekerjaan lapangan: pengoperasian Peralatan kerja, penempatan material	Kejadian kecelakaan kerja nol	Untuk mengantisipasi/meminimalkan kemungkinan adanya kecelakaan kerja	<ul style="list-style-type: none"> Mengoperasikan peralatan kerja sesuai prosedur -Pengarahan sebelum bekerja Mengasuransikan tenaga kerja -Ped. Teknik analisis dan penanganan dampak sosial (014/T/BM/1999) 	Lokasi : tenaga kerja konstruksi Periode Selama Pelaksanaan Konstruksi	Kontraktor pelaksana	Disperhub KAPEDALL	Disperhub Bapedalda Disnaker

3.	Peningkatan Tingkat Kebisingan	Operasional peralatan kerja(alat-alat berat)	Baku mutu kebisingan untuk pemukiman (Kep Men LH no 48/1996)	Mengurangi/meminimalkan peningkatan tingkat kebisingan di masyarakat	<ul style="list-style-type: none"> -Melakukan sosialisasi pada masyarakat -Tidak melakukan pekerjaan pada waktu istirahat dan acara keagamaan - perancang bangun peredam bising dengan ALWA (Pd T-16-2005-B) 	<ul style="list-style-type: none"> -Lokasi pada proyek pekerjaan daur ulang jalan - periode selama kegiatan konstruksi 	Kontraktor pelaksana	Disperhub KAPEDALL	Disperhub Bapedalda Disnaker
4,	Gangguan Lalu Lintas	Mobilisasi Peralatan dan material kerja	Tidak terjadi kemacetan dan kecelakaan nol	Mengantisipasi kemungkinan gangguan lalu lintas	<ul style="list-style-type: none"> -menempatkan petugas pengatur lalu lintas di lokasi rawan kemacetan -Koordinasi dengan instansi terkait (rute jalan) - perambuan sementara untuk pekerjaan jalan Pd T 12-2003 - penanganan kemacetan lalu lintas di jalan perkotaan Pd T -08-2004-B - penanganan lokasi rawan kecelakaan lalu lintas Pd T -09-2004-B 	<ul style="list-style-type: none"> -Lokasi pintu keluar masuk proyek dan quarry - Periode selama dilakukan mobilisasi material 	Kontraktor pelaksana	Disperhub KAPEDALL	Disperhub Bapedalda Disnaker

5.	Banjir Genangan di musim hujan	Pemadatan tanah untuk konstruksi jalan,	Tidak adanya banjir/genangan air	Mengantisipasi adanya banjir /genangan	Membuat saluran drainase dengan dimensi yang cukup Pembersihan saluran drainase secara rutin -inspeksi dan pemeliharaan drainase jalan Pd T-14-2005-B	Lokasi area kegiatan dan saluran drainase Periode selama pelaksanaan konstruksi	Kontraktor pelaksana	Disperhub KAPEDALL	Disperhub Bapedalda Disnaker
----	--------------------------------	---	----------------------------------	--	--	--	----------------------	--------------------	------------------------------

DAFTAR PUSTAKA

1. Bofinger HE (1970). The measurement of the tensile properties of soil-cement. RRL Report LR 365. Crowthorne, Berkshire. for roads. RRL Report LR379.Crowthorne,Berkshire
2. Bofinger HE and Sullivan GA (1971). An Investigation of cracking in soil-cement bases for roads. RRL Report LR379. Crowthorne,Berkshire.
3. Djoko Widayat dkk (2007). Laporan Akhir Pengawasan dan Kajian Uji Coba skala Penuh Teknologi Daur Ulang. Departemen Pekerjaan umum.
4. Drs. G. Gunawan Msi (2010). Teknologi Jalan yang Ramah Lingkungan Bidang Jalan dan Jembatan. Departemen Pekerjaan Umum
5. Pocock RG (1970). The Use of Cement-stabilized chalk in road construction.RRL Report LR 328.Crowthorne, Berkshire.
6. Shell Bitumen (1990). The The Shell Bitumen Handbook.Publish by Shell Bitumen UK. Surrey KT 16 9AU.
7. The Asphalt Institute (1983). Asphalt cold- mix recycling. Manual series No. 21 (MS-20) .College Park, Maryland 20740,USA
8. The Asphalt Institute (1986).Asphalt hot-mix recycling. Manual series no 20 MS-20. College Park, Maryland 20740,USA.
9. No 5 MENLH tahun 2009 . Nilai Ambang Batas Polusi.
10. KepMen no 51/ MEN/1999. Nilai Ambang Batas Kebisingan
11. Wirtgen Group (2001). Wirtgen Cold Recycling Manual. Germany

