

JURNAL LITBANG JALAN

VOLUME 19 No.3

ISSN : 0216 - 4124

DESEMBER 2002

DAFTAR ISI

PENGANTAR REDAKSI	i
DASAR MOTIVASI DALAM PEMBERDAYAAN MASYARAKAT UNTUK IKUT MEMULIHKAN DAN MEMELIHARA FUNGSI DAMIJA	92
<i>Oleh : I.G.W. Samsi Gunarta, Agus Bari Sailendra</i>	
MODIFIKASI MARSHALL DALAM PERENCANAAN CAMPURAN ASPAL PORUS UNTUK CEMENT TREATED ASPHALT MIXTURE (CTAM)	102
<i>Oleh : R. Anwar Yamin, Bambang Ismanto Siswosubrotho</i>	
PENGARUH PENGGUNAAN KERIKIL TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN LAPIS TIPIS ASPAL BETON (LATASTON)	111
<i>Oleh : Iriansjah AS</i>	
PENGARUH TiO_2 DALAM CAT TEMBOK DAN CAT BESI TERHADAP REDUKSI POLUTAN NO_x	117
<i>Oleh : Nanny Kusminingrum, Asep Sunandar</i>	
PENELITIAN KERUSAKAN LINGKUNGAN JALAN AKSES KUARI AKIBAT PENGAMBILAN MATERIAL KONSTRUKSI JALAN	128
<i>Oleh : Benny Moestafa</i>	
BAHAN PEREMAJA UNTUK PROSES DAUR ULANG PERKERASAN BERASPAL YANG DAPAT DIPEROLEH DENGAN MUDAH	134
<i>Oleh : Hj. Tjitjik Wasiah Suroso</i>	



PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PRASARANA TRANSPORTASI
 BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH
 DEPARTEMEN PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH

Jl.Raya Timur No. 264 Kotak Pos 2 Ujung Berung Telp. (022) 7802251 Fax. 7802726 Bandung 40294 e-mail:pusjal@melsa.net.id

JURNAL LITBANG JALAN

Volume 19 Nomor 3 Desember 2002

PELINDUNG

M. Sjahdanulirwan

PEMIMPIN UMUM / PEMIMPIN REDAKSI

Agus Bari Sailendra

DEWAN REDAKSI

GJW. Fernandez, Salim Mahmud, I.F. Poernomosidhi, Furqon Affandi
Hikmat Iskandar, Nani Kusminingrum, Heddy Rahadian,
Lanny Hidayat, Lanneke Tristanto, Saroso BS

TATA USAHA

Erry Ermansyah, Mahpud Suhendra, Yeyeh Kursiyah, Loida Dasuha,
Ade Romli, Corijati

Diterbitkan Oleh :

**PUSLITBANG PRASARANA TRANSPORTASI
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KIMPRASWIL
DEPARTEMEN PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH**

Jalan Raya Timur No. 264, PO Box. 298

Telepon : 7802251-7802252-7802253

E-mail : Pusjal @melsa.net.id

Facsimile : (022) 7802726

BANDUNG 40294

PENGANTAR REDAKSI

Untuk menjamin kelestarian pemanfaatan peranan dan fungsi prasarana transportasi (jalan) secara optimal, dengan mengacu kepada ketentuan normatif yang ada dan kondisi pada era transparansi, demokratisasi, berkeadilan dan akuntabilitas dewasa ini, maka pendekatan melalui peningkatan peran masyarakat menjadi bagian penting yang perlu mendapat perhatian kita semua. Pendekatan ini, merupakan strategi pertama dari kebijakan Badan Litbang Kimpraswil.

Isue yang menjadi perhatian kami adalah bagaimana cara mengoptimalkan pemanfaatan fungsi jalan yang sudah dibangun dan dipelihara dengan biaya yang tidak sedikit, ternyata justru dimanfaatkan untuk kepentingan non-lalu lintas (tidak sesuai fungsinya). Kemuadian, isue penting lainnya adalah bagaimana cara pembiayaan untuk pemeliharaan jalan itu sendiri agar kesinambungan pembiayaan pemeliharaan dan pelayanan kinerja jalan tetap dapat dipertahankan bahkan ditingkatkan sesuai dengan permintaan pengguna jalan. Kesemua itu, telah menjadi topik menarik yang sedang dalam kajian ilmiah di lingkungan Pusat Litbang Prasarana Transportasi.

Dalam penerbitan edisi tahun 2002, volume 19 nomor 3, redaksi menyampaikan hasil penelitian yang memberikan gambaran tentang pemberdayaan masyarakat dalam memulihkan dan memelihara fungsi jalan (damija), di samping beberapa topik lainnya yang mengetengahkan litbang perkerasan beraspal (disain), dan aspek lingkungan yang berkaitan dengan pengambilan material maupun teknologi pereduksi polutan.

Harapan redaksi, semoga apa yang disajikan dapat bermanfaat sekaligus dapat menjadi bahan referensi maupun bahan kritikan untuk mendapatkan hasil litbang yang sesuai dengan kebutuhan.

Pada kesempatan berbahagia ini, kami seluruh pengelola Jurnal Litbang menyampaikan Selamat melaksanakan Ibadah Shaum Romadhan dan mengucapkan Selamat Iedul Fitri 1423 H. mohon maaf lahir dan batin, diiringi doa semoga senantiasa Tuhan Yang Maha Kuasa melimpahkan taufik dan hidayah kepada kita sekalian, agar mampu melaksanakan tugas ke depan dengan baik, amien.

Pemimpin Redaksi

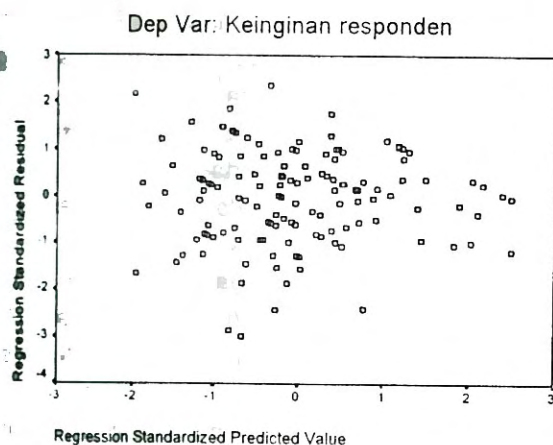
Tabel 4.15.
DIAGNOSA COLLINEARITY MODEL KEDUA

Dimens	Eigen-value	Condition Index	Variance Proportions					
			(Constant)	Keyakinan karena LSM	Sikap	Norma subjektif responden	tak ada dukungan pemerintah	Lokasi Dharma wangsa
1	4.219	1.000	.01	.01	.01	.01	.02	.01
2	.780	2.326	.00	.00	.00	.05	.01	.79
3	.451	3.060	.01	.04	.01	.02	.96	.00
4	.278	3.893	.08	.01	.09	.69	.00	.17
5	.202	4.570	.03	.94	.04	.22	.01	.02
6	7.071E-02	7.724	.87	.00	.85	.00	.00	.00

a Dependent Variable: Keinginan rata-rata responden untuk ikut dalam upaya pemeliharaan dan penertiban damija

c. Heteroskedasticity

Dari hasil eksplorasi informal terlihat bahwa pola scatter simpangan baku regresi dengan nilai estimasi baku tidak memiliki pola yang utuh (lihat Gambar 5). Dapat diduga bahwa model tidak terjadi heteroskedasticity pada model yang diregresikan. Dengan demikian, persyaratan heteroskedasticity juga telah terpenuhi.



Gambar 5
SCATTERPLOT SIMPANGAN BAKU DENGAN NILAI ESTIMASI BAKU

Seluruh hasil eksplorasi menunjukkan bahwa variabel tidak tetap pada model kedua adalah estimator linear yang paling tidak bias (BLUE: Best Linear Unbiased Estimator).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1) Masyarakat sebagai subjek dalam survey ini memberi indikasi bahwa penyalahgunaan fungsi damija hendaknya dapat ditertibkan. Karena itu, subjek sepakat untuk melakukan upaya pemulihan maupun perawatan fungsi damija. Dari model dasar TPB, terlihat bahwa keinginan masyarakat

untuk berperan dalam upaya pemeliharaan dan pemulihan fungsi damija secara signifikan dipengaruhi oleh tiga determinan keinginan, yaitu sikap, norma subjektif, dan kontrol pribadi. Ini menunjukkan bahwa teori perilaku Ajzen tersebut berlaku secara baik pada kasus-kasus dalam penelitian ini

Model tersebut memperlihatkan pula bahwa norma subjektif merupakan determinan yang memiliki pengaruh lebih besar terhadap keinginan dibandingkan dengan sikap dan kontrol pribadi. Hal ini sedikit di luar kebiasaan. Tampaknya hal ini dipengaruhi oleh budaya masyarakat Indonesia yang cenderung menghormati persepsi kolektif dibandingkan dengan persepsi pribadi.

- 2) Dari komposisi referents, terlihat bahwa pasangan baik istri, suami, maupun pacar memiliki pengaruh yang paling besar dibandingkan referents lainnya, seperti orang tua, tokoh masyarakat, maupun rekan-rekan sekampung. Hasil ini tidak mengejutkan dan sangat dapat dimengerti bahwa dalam masyarakat modern, termasuk di Indonesia, pertimbangan pasangan hidup merupakan pertimbangan primer dalam bertindak.
- 3) Tidak adanya dukungan pemerintah terhadap upaya pemeliharaan dan pemulihan fungsi damija dapat mengakibatkan naiknya keinginan masyarakat untuk berperan dalam upaya pemeliharaan dan pemulihan fungsi damija. Namun hal ini belum memberikan jaminan bahwa tidak adanya dukungan pemerintah akan menghambat perilaku, karena perilaku tidak diukur dalam penelitian ini.
- 4) Masyarakat nampaknya mempercayai peranan aktif Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) dalam pemeliharaan dan pemulihan fungsi damija. Peluang ini dapat dimanfaatkan oleh pemerintah dengan merangsang terbentuknya kelembagaan non-pemerintah yang dapat bekerjasama dengan masyarakat, pemerintah dan pengguna damija untuk melakukan upaya yang dimaksud.

5.2. Saran

Untuk mengoptimalkan peran masyarakat dalam pemeliharaan dan pemulihan fungsi damija, ada beberapa pendekatan yang dapat dipertimbangkan, antara lain :

- 1) Pemberdayaan wanita, yaitu meningkatkan kemampuan para ibu di lokasi sampel agar dapat memahami akibat kesalahan penggunaan damija dan mengambil tindakan yang diperlukan dalam pemeliharaan dan pemulihan fungsi damija. Program peningkatan kapasitas bagi para ibu-ibu ini dirasakan akan cukup tepat di lokasi-lokasi survey, baik di Bandung dan Surabaya, mengingat norma subjektif masyarakat yang memberikan pengaruh besar terhadap keinginan masyarakat untuk berperan sangat dipengaruhi oleh pendapat/persepsi pasangan.
- 2) Pemberdayaan kelembagaan non-pemerintah, baik lembaga kemasyarakatan lokal atau pun LSM akan memfasilitasi komunikasi antara pemerintah, masyarakat, dan pengguna damija. Dengan keterlibatan lembaga tersebut, tingkat keinginan masyarakat untuk berperan dalam upaya pemeliharaan dan pemulihan fungsi damija dapat diperkuat dan dipertahankan. Bagi daerah-daerah di Indonesia Timur yang memiliki kelembagaan kemasyarakatan yang relatif lebih mapan, proses pemberdayaan masyarakat perlu mempertimbangkan pemanfaatan keberadaan lembaga kemasyarakatan lokal, seperti kelompok adat dan kesukuan, atau pun lembaga keagamaan. LSM perlu mengambil peran yang lebih spesifik sebagai fasilitator untuk menjamin konsistensi proses dan lebih bersifat sebagai advisor terhadap lembaga kemasyarakatan yang operasional.
- 3) Untuk mempertegas pembagian peran antar lembaga maupun untuk menjamin terjadinya komunikasi yang akomodatif terhadap aspirasi stake holders, diperlukan suatu kajian mengenai kelembagaan dan mekanisme yang ada di dalamnya. Kajian ini memasukkan pula batasan yang jelas dari kelompok-kelompok pemberdayaan masyarakat ini sehingga didapatkan ukuran yang tepat sehingga proses pemulihan fungsi damija ini dapat berjalan secara efektif dan efisien mungkin.
- 4) Hasil survai ini merupakan hasil investigasi pada dua lokasi kota besar di Indonesia. Sekalipun tak terlihat adanya kemungkinan perbedaan persepsi masyarakat yang cukup besar, penerapan model hasil studi ini ini pada kota-kota yang skalanya jauh lebih kecil dari Bandung dan Surabaya mungkin memerlukan penyesuaian. Penyesuaian kemungkinan besar akan terjadi pada koefisien norma subjektif karena adanya perbedaan kultur masyarakat yang cukup signifikan. Namun

demikian, metodologi studi ini masih tetap disarankan dan dapat menjadi salah satu contoh untuk digunakan dalam menentukan strategi pelaksanaan pemberdayaan masyarakat di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, IGN (1992) *Metode Penelitian Sosial*, Jakarta, Gramedia p.7-46
- Ajzen, I (1991) *The Theory of Planned Behaviour. Organizational Behaviour and Human Decision Processes*, 50, 179 –211
- Azwar, S (2000) *Penyusunan Skala Psikologi*, Yogyakarta, Pustaka Pelajar p. 17-82
- Bari, A., dkk. (2002) *Laporan Studi Pengkajian Dampak Lingkungan Akibat Pembangunan Jalan*, PUSLITBANG Prasarana Transportasi
- Coakes, S.J. and Steed, L.G. (1999) *SPSS Analysis without Anguish*, Singapore, John Willey & Sons
- Handayani, D. (1999) *Laporan Studi Pemanfaatan Ruang di Bawah Jembatan Layang*, Bandung, Pusat Litbang Prasarana Transportasi
- Kartasmita G (1997) *Pemberdayaan Masyarakat dalam Pembangunan*, Jakarta, Gramedia.
- Koentjaraningrat (1994) *Metode-Metode Penelitian Masyarakat*, Jakarta, Pustaka Utama.
- Nurhayati, L. Dan Rodiyah, Y (1999) *Studi Pengembangan Potensi Lahan di bawah Jalan Tol Layang Tanjung Priok-Pluit*, Jakarta, CMNP-Jasa Marga
- *Pedagang Kaki Lima Kian Mendesak Ruang Publik*, Harian Kompas tanggal 14 Juni 2001.
- *Penertiban PKL di Bandung membutuhkan Rp. 3,3 M*, Harian Pikiran Rakyat tanggal 3 Februari 2002
- Sarwono S.W. (1999) *Psikologi Sosial; Teori dan Aplikasinya*, Jakarta Penerbit Universitas Indonesia

Penulis :

- Ir. I.G.W. Samsi Gunarta, M.Appl.Sc., Ajun Peneliti Muda Bidang Teknik Lalu Lintas dan Lingkungan Jalan Pustran.
- Ir. Agus Bari Sailendra, MSc, Peneliti Muda Bidang Keselamatan Jalan dan Kepala Balai Teknik Lalu Lintas dan Lingkungan Jalan..



MODIFIKASI MARSHALL DALAM PERENCANAAN CAMPURAN ASPAL PORUS UNTUK CEMENT TREATED ASPHALT MIXTURE (CTAM)

*R. Anwar Yamin
Bambang Ismanto Siswosubrotho*

RINGKASAN

Seiring dengan meningkatnya harga minyak bumi dan meningkatnya permintaan akan aspal minyak menyebabkan terjadinya lonjakan harga aspal. Pada kondisi saat ini, harga satuan campuran beraspal sudah tidak relevan lagi dan berada di atas harga satuan beton. Cement Treated Asphalt Mixtures (CTAM) adalah salah satu solusi untuk mengurangi pemakaian aspal. CTAM adalah campuran porus aspal yang rongga udaranya diisi dengan mortar semen. Untuk itu, rongga udara dalam campuran aspal porus dan karakteristik mortar adalah dua parameter yang harus diperhatikan pada pembuatan CTAM. Tulisan ini hanya membahas prosedur perencanaan campuran aspal porus untuk menentukan prosedur perencanaan campuran aspal porus yang cocok untuk CTAM. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa prosedur Marshall yang telah dimodifikasi dapat digunakan untuk tujuan ini. Modifikasi yang dilakukan hanya pada prosedur pengkondisian benda uji sebelum dilakukan pengujian, yaitu dengan memanaskan benda uji dalam oven pada temperatur 50°C selama 110 menit.

SUMMARY

In the line with increment of crude oil price and demand impovement of oil cause of a raising the asphalt price. In this time, the unit price of asphaltic mixtures is not more relevant and higher than concrete's unit price. Cement Treated Asphalt Mixtures (CTAM) is one of solutions for reducing the use of asphalt. Basically, CTAM is a porous asphalt mix which it voids filled with cement mortar. For those, voids in mix of porous asphalt and characteristics of cement mortar are two parameters which should be considered in making CTAM. This paper just concerned to design procedure on porous asphalt for CTAM's purpose. The results of this study shown that Marshall procedure which had modified could be used for this purpose. The modification done in this study only on the sample's preconditioning procedure prior testing, i.e. by conducting oven heating on temperature 50°C for 110 minutes.

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya harga minyak bumi dan meningkatnya permintaan akan aspal minyak menyebabkan terjadinya lonjakan harga aspal. Pada kondisi saat ini, harga satuan campuran beraspal sudah tidak relevan lagi dan berada di atas harga satuan beton. Untuk itu perlu dilakukan terobosan-terobosan untuk mengurangi pemakaian aspal dan mengoptimalkan penggunaan semen. Penggunaan perkerasan beton (rigid pavement) akhir-akhir ini kembali digalakan, tetapi biaya investasi yang tinggi masih menjadi kendala khususnya di negara berkembang seperti di Indonesia. Penggunaan lapis perkerasan yang dibuat dari kombinasi aspal dan beton diharapkan merupakan suatu solusi.

Penggunaan *Ultra Thin White Topping* (UTWT) ataupun *Cement Treated Asphalt Mixtures* (CTAM)

adalah dua solusi yang ditawarkan. UTWT adalah pelapisan ulang (overlay) dengan menggunakan beton dengan ketebalan 50 – 100 mm di atas lapis beraspal, sedangkan CTAM adalah campuran aspal porus yang rongga udaranya sengaja diisi dengan mortar semen. Sejauh ini belum ada prosedur baku yang dapat digunakan untuk perencanaan kedua jenis perkerasan tersebut. Tulisan ini hanya mencoba mencari suatu prosedur yang dapat digunakan untuk perencanaan campuran aspal porus yang selanjutnya akan digunakan untuk pembuatan CTAM.

Tujuan dari tulisan ini adalah untuk memperkenalkan apa itu CTAM dan mencoba mencari prosedur perencanaan aspal porus yang cocok yang dapat digunakan untuk pembuatan CTAM. Tulisan ini dibatasi hanya untuk mencari gradasi dan kadar aspal optimum campuran aspal porus untuk CTAM. Komposisi mortar yang digunakan dan kinerja CTAM akan disajikan pada kesempatan yang lain.

II. STUDI PUSTAKA

2.1 Perencanaan Campuran Beraspal

Tujuan perencanaan campuran beraspal adalah untuk mendapatkan kadar aspal optimum untuk suatu gradasi agregat sehingga apabila kedua bahan ini dicampurkan akan menghasilkan suatu campuran beraspal yang kuat, awet, tahan terhadap kelelahan (fatig), mudah dalam pelaksanaan, cukup memiliki kekesatan dan kedap air. Sifat yang terakhir ini tidak menjadi persyaratan pada campuran bergradasi terbuka.

Terdapat tiga metode perencanaan campuran beraspal yang dikenal saat ini yaitu :

1. Perencanaan berdasarkan formula resep
2. Perencanaan berdasarkan pengujian empirikal
3. Perencanaan berdasarkan pengujian karakteristik fundamental

Sampai saat ini, dari ketiga metode perencanaan tersebut perencanaan campuran berdasarkan pengujian empirikal yang paling luas pemakaiannya.

Metode Marshall adalah metode perencanaan campuran secara empirikal yang dikembangkan di Amerika Serikat pada tahun 1940-an untuk perencanaan campuran aspal beton (campuran beraspal bergradasi menerus). Walaupun prosedur Marshall mengeluarkan besaran-besaran yang terukur namun pada dasarnya metode Marshall adalah prosedur yang empirikal. Batasan pengujian seperti stabilitas dan flow ditetapkan berdasarkan pengamatan kinerja di lapangan. Kelemahan dari metode ini adalah bahwa domain dimana validitasnya berlaku terbatas pada kondisi dimana metode tersebut dikembangkan. Penggunaan metode Marshall pada kondisi dan bahan yang berbeda dengan kondisi dimana metode empiris tersebut dikembangkan dapat menimbulkan kerancuan dalam menganalisa suatu rencana campuran beraspal (Mahboub et al. 1990; Brown et al. 1982). Walaupun begitu metode ini dapat diterima dan digunakan secara luas untuk kadar aspal optimum campuran.

2.2 Pembuatan Campuran Beraspal

Pada dasarnya, bahan, tahapan pembuatan dan jenis pengujian campuran beraspal relatif sama untuk semua jenis campuran beraspal, baik yang bergradasi rapat, senjang ataupun yang bergradasi terbuka.

Pemilihan dan pengujian agregat, aspal dan penentuan proporsi agregat adalah tahapan-tahapan pembuatan campuran beraspal yang harus dilakukan pada semua jenis campuran beraspal. Penentuan kadar aspal optimum campuran biasanya dilakukan berdasarkan pengujian parameter Marshall, kecuali untuk campuran bergradasi terbuka jenis aspal porus.

Analisa dan pengujian Marshall mungkin merupakan prosedur pengujian yang paling banyak dan populer digunakan untuk menetapkan kadar aspal optimum campuran. Dengan prosedur ini, sifat-sifat volumetrik campuran seperti persentase rongga udara dalam campuran (VIM), rongga udara dalam mineral agregat (VMA), rongga tersiri aspal (VFB) dan kepadatan campuran, stabilitas dan kelelahan (flow) Marshall akibat pembebanan yang diberikan akan didapat. Nilai stabilitas Marshall menyatakan nilai beban maksimum dalam kg yang dapat ditahan oleh benda uji dan kelelahan vertikal yang terjadi pada saat pembacaan beban maksimum ini disebut nilai kelelahan Marshall yang dinyatakan dalam mm. Nilai perbandingan antara stabilitas dengan kelelahan Marshall disebut sebagai angka perbandingan Marshall (Marshall Quotient) dan dinyatakan dalam kg/mm. Nilai ini merupakan indikasi yang menunjukkan fleksibilitas atau ketahanan campuran terhadap deformasi permanen. Prosedur pengujian Marshall secara lengkap telah distandarkan dalam SNI 06-2489-1991.

Karena tujuan dari percobaan Marshall adalah untuk menentukan kadar aspal optimum, yaitu kadar aspal dimana campuran yang dihasilkan memiliki sifat-sifat yang terbaik, maka percobaan ini harus dilakukan pada benda uji dengan kadar aspal yang bervariasi. Agar variasi aspal untuk menentukan kadar aspal optimum tidak terlalu banyak, Persamaan 1 yang terdapat dalam buku spesifikasi teknis dapat digunakan untuk memperkirakan nilai Perkiraan Kadar Aspal Optimum (PKAO). Besarnya nilai c dalam persamaan ini tergantung pada jenis campuran, besarnya antara 0,5 hingga 1 untuk Asphalt Concrete (AC) dan 2,0 hingga 3,0 untuk Hot Rolled Asphalt (HRA).

$$PKAO = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%bahan\ pengisi) + c \quad (1)$$

Setelah PKAO didapat, selanjutnya dibuatkan masing-masing empat variasi kadar, dua di atas dan dua di bawah dari nilai PKAO, dengan peningkatan atau penurunan sebesar 0,5%. Kadar aspal yang digunakan biasanya dinyatakan sebagai persentase terhadap berat campuran tetapi dapat juga dinyatakan sebagai persentase terhadap berat agregat. Untuk memenuhi persyaratan statistik, paling tidak tiga benda uji dari masing-masing kadar aspal harus dibuat dan diuji. Metode persiapan, pembuatan dan pengujian stabilitas-kelelahan dengan cara Marshall telah distandarkan dalam SNI 06-2489-1991 dan rumusan yang digunakan untuk menganalisa komposisi proporsi agregat dan perhitungan volumetrik campuran dapat dilihat dalam TAI (1983).

2.3 Pembuatan Campuran Aspal Porus

Dengan kandungan rongga udara yang sengaja dibuat tinggi maka fungsi utama campuran ini adalah



DASAR MOTIVASI DALAM PEMBERDAYAAN MASYARAKAT UNTUK IKUT MEMULIHKAN DAN MEMELIHARA FUNGSI DAMIJA : PENGEMBANGAN MODEL REGRESI KEINGINAN DARI TEORI PERILAKU YANG DIRENCANAKAN

I.G.W. Samsi Gunarta
Agus Bari Sailendra.

RINGKASAN

Teori Perilaku yang Direncanakan (The Theory of Planned Behaviour; TPB) adalah salah satu teori psikologi terapan yang banyak dipergunakan dalam analisis kebijakan dan pengelolaan sumber daya. Teori ini menyebutkan bahwa keinginan seseorang untuk melakukan suatu tindakan akan ditentukan oleh Sikap, Norma Subjektif, dan Tingkat Kontrol Personal orang tersebut terhadap tindakan yang dimaksud. Berkaitan dengan pemberdayaan masyarakat untuk ikut serta dalam upaya pemulihan dan pemeliharaan fungsi daerah milik jalan (damija), teori ini telah digunakan sebagai dasar dalam penentuan model keinginan untuk menentukan strategi dan taktik pemberdayaan sehingga upaya tersebut dapat berjalan lancar. Sebuah studi melibatkan 150 pelaku di Bandung dan Surabaya dilakukan oleh Balai Teknik Lalu Lintas dan Lingkungan (BTLJ) Puslitbang Prasarana Transportasi untuk membangun model keinginan tersebut. Model yang tersusun mengimplikasikan bahwa persepsi pelaku mendukung TPB dan Norma Subjektif merupakan determinan terpenting yang menentukan keinginan pelaku. Selain itu, pelaku membutuhkan LSM sebagai pendamping dalam proses pemulihan dan pemeliharaan damija tersebut.

SUMMARY

The Theory of Planned Behaviour (TPB) is one of the applied psychology theory that has been implemented in analysing resource management policy. The theory says that a person's intention to perform a action is determined by the attitude's, subjective norms', and personal behavioural control's of that person. This theory has been used as a basic theory in developing the intention model of 150 subjects who were involved in a study conducted by the traffic and environment division of the Institute of Road Engineering (IRE). The study aims at seeking a strategy and tactical measure to make the process of roadside rehabilitation and maintenance on the basis of local community participation underway. The study results in a support to the TPB and shows that Subjective Norms been the most important determinant of subjects' intentions toward participating in roadside rehabilitation program. It also yields that the involvement of NGOs as an advisor can significantly help in increasing subjects' intention toward involving in the program.

I. PENDAHULUAN

Berubahnya fungsi dan status ruang damija, dari ruang publik menjadi area komersial bagi para pedagang kaki lima, merupakan persoalan tipikal yang terjadi di kota-kota besar di Indonesia. Dampak dari berlangsungnya kegiatan ini adalah hilangnya fasilitas pendukung prasarana, seperti fasilitas pejalan kaki, jalur hijau, dan bahu jalan (Handayani, 1999; Nurhayati dan Rodyah, 1999; Pedagang..., 2001). Kondisi ini kerap kali merupakan kontributor utama bagi kemacetan yang berujung pada terjadinya inefisiensi pada prasarana transportasi.

Upaya penertiban dan pemulihan terhadap penggunaan alternatif ruang publik tersebut sangat menyita perhatian, tenaga, waktu, dan dana. Selain itu, penanganan represif umumnya tidak memberikan jaminan kesinambungan (Penertiban..., 2002). Salah satu gagasan yang selama ini dianggap menarik dan

diperkirakan dapat memberikan jaminan kesinambungan dalam penanganan kasus semacam adalah upaya pemberdayaan masyarakat agar dapat berpartisipasi secara sadar dalam upaya penertiban dan pemulihan fungsi damija sehingga memungkinkan adanya enforcement secara berkesinambungan oleh masyarakat terhadap lingkungannya

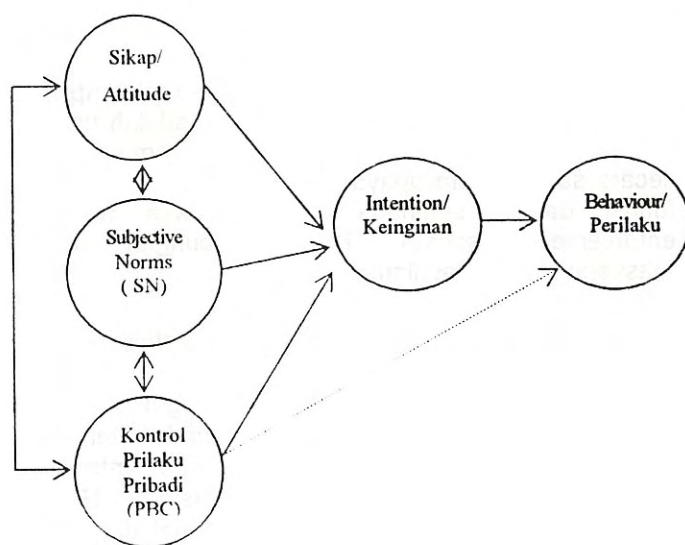
Upaya untuk memotivasi masyarakat untuk secara sadar terlibat dalam program pemulihan damija merupakan proses rasionalisasi berbagai variabel psikis yang seringkali tak mudah terukur, membutuhkan waktu, dan proses pembimbingan secara intensif dan bertahap (Kartasasmita, 1997). Determinan perilaku yang umumnya dapat diperkuat dalam memotivasi masyarakat untuk berpartisipasi dalam suatu program adalah keinginan (Intention) dan tingkat kontrol (keyakinan) untuk ikut terlibat dalam program tersebut.

Makalah ini merupakan olahan dari data studi 'Pengkajian dampak lingkungan akibat pembangunan jalan' yang diselenggarakan oleh Pusat Litbang Prasarana Transportasi, Badan Litbang Kimpraswil di Bandung pada tahun 2001. Tulisan ini berfokus pada pengukuran keinginan sebagai prediktor perilaku berdasarkan Teori Perilaku yang direncanakan (TPB; the Theory of Planned Behaviour) yang disusun oleh Ajzen (1991). Termasuk dalam bahasan makalah ini adalah upaya verifikasi statistik terhadap model keinginan yang dihasilkan dari hubungan antara keinginan dan variabel-variabel yang berpengaruh terhadap keinginan.

II. PENDEKATAN TEORITIK

TPB adalah pengembangan dari teori tindakan beralasan (the Theory of Reasoned Actions; TRA) yang dikembangkan oleh Ajzen dan Fishbein (1984). Teori ini menyebutkan bahwa perilaku yang direncanakan adalah suatu tindakan yang didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan rasional dan masuk akal (sensible). Seseorang akan bertindak secara rasional apabila orang tersebut berkeinginan untuk melakukan tindakan yang dimaksud serta yang bersangkutan merasa yakin akan dapat melakukan tindakan tersebut karena sumber daya yang dibutuhkannya tersedia.

Ajzen (1991) menyebutkan bahwa 'keinginan (intention)' dipengaruhi oleh 3 faktor, yaitu sikap/attitude seseorang terhadap perilaku yang ditinjau, Subjective Norms (Norma Subjektif; SN) dari orang tersebut terhadap perilaku yang dimaksud, dan Kontrol Perilaku Pribadi (Personal Behavioural Control; PBC) dari orang tersebut untuk melakukan tindakan tersebut (Lihat Gambar 1)



Gambar 1.
TEORI PERILAKU YANG DIRENCANAKAN

2.1. Sikap/Attitude

Sikap/attitude didefinisikan sebagai persepsi seseorang terhadap suatu tindakan dikaitkan dengan pemahaman orang tersebut terhadap hasil tindakan dan pengaruh dari hasil tersebut terhadap dirinya sendiri. Ajzen dan Fishbein (1984) karenanya merekomendasikan untuk mengukur dua komponen sikap, yaitu *kepercayaan dasar* (salient belief) responden akan berbagai outcome dari kegiatan tersebut dan *evaluasi kepentingan* pribadi responden terhadap outcome kegiatan yang dimaksud. Dalam penelitian ini sikap/attitude dihubungkan dengan persepsi responden terhadap kegiatan pemeliharaan dan pemulihan fungsi daerah milik jalan.

Komponen kepercayaan dasar diukur dengan menggunakan skala bipolar -3 s.d. +3 dan tingkat kepentingan responden terhadap outcome diukur dengan skala skala unipolar 1 s.d. 7 untuk. Nilai -3 pada kepercayaan dasar mewakili kondisi ekstrim sangat tidak percaya, sedangkan nilai 3 mewakili kondisi ekstrim sangat percaya. Nilai nol menyatakan bahwa responden ragu-ragu untuk menentukan tingkat kepercayaan pentingnya. Nilai 1 pada komponen tingkat kepentingan responden menyatakan bahwa outcome tersebut sangat tidak penting bagi responden sedangkan nilai 7 menyatakan bahwa outcomes yang berkaitan sangat penting artinya bagi responden. Nilai 4 adalah nilai tengah yang menyatakan bahwa responden memiliki kepentingan biasa-biasa saja terhadap outcome upaya pemeliharaan dan penerbitan damiija yang dimaksud. Nilai attitude kemudian didapatkan dengan mengalikan nilai dari kedua komponen tersebut.

2.2. Norma Subjektif (SN)

Norma subjektif adalah tingkat keterpengaruhan responden terhadap pandangan pihak-pihak di sekitar responden terhadap perilaku yang direncanakan oleh responden. SN diukur berdasarkan dua komponen, yaitu *persepsi referents* (orang-orang yang berpengaruh terhadap responden; REF) terhadap upaya pemulihan dan pemeliharaan fungsi jalan dan *tingkat keterpengaruhan* (EFF) responden oleh referents tersebut. Norma subjektif dihitung dengan mengalikan nilai dari kedua komponen tersebut.

Persepsi referents diukur dengan skala bipolar -3 s.d. 3. Komponen persepsi referents diukur dengan skala -3 s.d. 3. Nilai 3 menyatakan bahwa referents sangat setuju dengan keterlibatan responden dalam upaya pemeliharaan dan penertiban fungsi damiija sedangkan nilai -3 menyatakan bahwa referents sangat tidak setuju dengan keterlibatan responden pada kegiatan tersebut. Nilai 0 adalah nilai tengah untuk responden yang tidak mengetahui persepsi referents-nya.

Komponen tingkat keterpengaruhan diukur dengan skala 1 s.d. 7. Nilai 1 menyatakan bahwa tingkat keterpengaruhan responden oleh referents sangat rendah, sedangkan 7 menyatakan tingkat keterpengaruhan responden oleh referents sangat

tinggi. Nilai tengah adalah 4 yang menyatakan tingkat keterpengaruhan responden oleh referents adalah biasa-biasa saja.

2.3. Kontrol Perilaku Pribadi (PBC)

Kontrol perilaku pribadi responden diukur dengan 2 komponen, yaitu persepsi responden tentang adanya sumber daya (Resources; Res) yang mendukung dan persepsi responden terhadap pengaruh keberadaan resources terhadap responden (Ef). Persepsi responden tentang adanya sumber daya pendukung diukur dengan skala -3 s.d. 3, sedangkan pengaruh keberadaan resources terhadap responden diukur dengan skala unipolar 1 s.d. 7. Kontrol perilaku dihitung dengan mengalikan kedua nilai pada komponen tersebut.

III. METODOLOGI

3.1. Metoda Sampling

Lokasi Sampel

Dalam studi ini dipilih 3 lokasi sampel dan 1 lokasi kontrol. Dari 3 lokasi sampel, dipilih lokasi-lokasi yang memiliki kriteria seperti: Ruas Jalan kolektor atau arteri yang bukan lokasi pasar dengan kondisi permukaan jalan baik; Memiliki fasilitas ruang jalan yang lengkap: lajur lalu lintas, lajur parkir (bahu yang sudah diperkeras, fasilitas pejalan kaki, dan daerah penyangga; Terdapat pemukiman di kanan-kiri jalan; Terjadi penyalahgunaan fungsi bahu, fasilitas pejalan kaki, dan jalur hijau; Ruas cukup panjang dan dan gerakan lalu lintas tidak dipengaruhi secara signifikan oleh persimpangan

Berdasarkan hasil peninjauan langsung di 2 kota (Surabaya dan Bandung), didapatkan lokasi sampel sebagai berikut :

a. Bandung:

- Jl. Surapati antara Jl. Cikutra – Jl. Padasuka
- Jl. Laswi, Rel Kereta Api – Jl. Gatot Subroto
- Jl. Terusan Pasteur, Jl. Pasir Kaliki-Jl. Sukamulya

b. Surabaya

- Jl Dharmawangsa, RS. Karang Menjangan
- Jl. Ngaglik, Jl. Kapasari-Rel Kereta Api

lokasi kontrol

Lokasi kontrol dipilih bersesuaian dengan Kriteria lokasi sampel kecuali bahwa di lokasi kontrol tidak terjadi penyalahgunaan ruang jalan.

3.2. Metoda Analisis dan Hipotesis.

Analisis kualitatif deskriptif dilakukan untuk pengukuran attitude, SN, dan PBC. Metoda lain adalah analisis regresi dengan hipotesis bahwa terdapat hubungan antara tingkat keinginan dengan sikap (attitude) norma subjektif (SN), dan tingkat Kontrol Perilaku Pribadi (Personal Behavioural Control; PBC) yang selanjutnya disebut sebagai tingkat kontrol.

3.3. Instrumen

Kuesioner yang digunakan dalam studi ini berisikan pertanyaan yang bersesuaian dengan permintaan TPB

untuk mengidentifikasi sikap, norma subjektif, dan kontrol perilaku pribadi masyarakat di sekitar damija. Kuesioner ini diberi nama PPM-01. Kuesioner berisikan pertanyaan dengan jawaban tertutup (pilihan) yang diolah dengan skala Likert (lihat Agung, 1992; Azwar, 2000; Koentjaraningrat, 1994).

IV. HASIL

4.1. Subjek Penelitian

Deskripsi Sampel

Jumlah sampel yang mengembalikan formulir PPM-01 di 2 kota, Bandung dan Surabaya, adalah 150 orang. Enam puluh dua responden (41.3 %) dari jumlah tersebut bertempat tinggal di Surabaya, sedangkan sisanya (88; 58.7 %) didapatkan dari survai yang diselenggarakan di Bandung (lihat Tabel 4.1)

Tabel 4.1.
KOMPOSISI RESPONDEN BERDASARKAN LOKASI SURVAI

	Frekuensi	Percent Valid	Percent kumulatif
Bandung Surapati	24	16.0	16.0
Bandung Laswi	23	15.3	31.3
Bandung Padjadjaran	22	14.7	46.0
Bandung Terpasteur	19	12.7	58.7
SBY Ngaglik	27	18.0	76.7
SBY Dharmawangsa	35	23.3	100.0
Total	150	100.0	

Dari seluruh responden, 81.9 % adalah pria, sedangkan sisanya, 18.1 %, adalah wanita. Responden sebagian besar berusia di atas 45 tahun (36.2 %), dan tidak banyak responden yang berusia di bawah 25 tahun (10.7 %). Sisanya tersebar antara umur 25 s.d. 45 tahun.

4.2. Keinginan dan kendala bagi masyarakat untuk terlibat dalam upaya Pemeliharaan dan Pemulihan fungsi jalan

Persepsi responden terhadap fungsi jalan dan perlunya penertiban dan rehabilitasi fungsi jalan.

Responden sepertinya menganggap bahwa fungsi jalan tak terganggu. Dari 128 responden pada lokasi sampel (tidak termasuk daerah kontrol), 66 orang (51.6 %) menganggap bahwa jalan pada lokasi survai berfungsi dengan baik, 49 orang (38.3 %) beranggapan jalan tersebut kurang berfungsi, dan 13 orang (10.2 %) beranggapan bahwa jalan tak berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Komposisi ini memperlihatkan bahwa sebagian besar responden belum melihat adanya perubahan yang mendasar dari fungsi jalan akibat penggunaan alternatif dari jalan di lokasi sample.

Meskipun proporsi responden yang melihat fungsi jalan masih baik cukup besar, sebagian besar responden tetap beranggapan bahwa fungsi jalan perlu diperbaiki (53.9 %). Sekitar 35.2 % menganggap

bahwa fungsi jalan sangat perlu ditingkatkan, dan hanya 10.9 % menganggap bahwa fungsi jalan tidak memerlukan penertiban dan rehabilitasi.

Tabel 4.2.
PERSEPSI THD. KEPENTINGAN MELAKUKAN PEMELIHARAAN DAN PEMULIHAN FUNGSI JALAN

	Frekuensi	Percent	Percent kumulatif
tidak perlu	14	10.9	10.9
perlu	69	53.9	64.8
sangat perlu	45	35.2	100.0
Total	128	100.0	

Persepsi responden tentang ajakan ikut aktif menertibkan fungsi jalan

Responden pada umumnya menyambut baik gagasan untuk menertibkan damija. Lima puluh persen responden menyatakan akan ikut dengan ajakan tersebut secara langsung, 37 % menyatakan akan berunding dengan warga yang lain, 12 % menyatakan ikut jika warga yang lain mengikuti ajakan tersebut, dan kurang dari 1 % yang menyatakan mungkin tidak akan ikut (lihat Tabel 4.3.) Ini sekaligus memperlihatkan bahwa masyarakat tidak akan mudah digerakkan untuk membantu upaya penertiban damija.

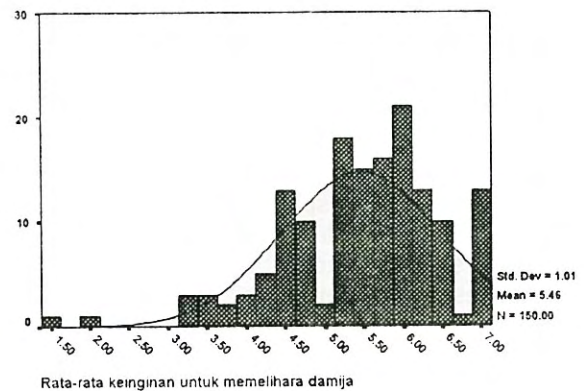
Tabel 4.3.
PERSEPSI RESPONDEN APABILA DIAJAK AKTIF MEMULIHKAN FUNGSI DAMIJA

	Frekuensi	Percent	Percent kumulatif
akan ikut	75	50.0	50.0
berunding dg. warga	56	37.3	87.3
ikut yang lain	18	12.0	99.3
mungkin tidak ikut	1	.7	100.0
Total	150	100.0	

Keinginan masyarakat untuk memelihara dan menertibkan daerah milik jalan

Konsisten dengan persepsi terhadap ajakan untuk ikut memelihara dan menertibkan damija, keinginan masyarakat sendiri untuk melakukan berbagai kegiatan pemeliharaan damija cukup tinggi.

Gambar 2 menunjukkan bahwa masyarakat memiliki tingkat keinginan rata-rata 5.48 dari maksimum 7. Distribusi keinginan masyarakat sendiri sebagian besar berada di atas angka 4 (biasa-biasa saja).



Gambar 2
DISTRIBUSI KEINGINAN MASYARAKAT UNTUK MELAKUKAN PEKERJAAN PEMELIHARAAN DAN PENERTIBAN DAMIJA

Secara mendetail nilai rata-rata keinginan masyarakat untuk melaksanakan kegiatan penertiban dan perawatan damija dapat dilihat pada Tabel 4.4. Dengan skala 1 s.d.7, terlihat bahwa masyarakat memiliki keinginan cukup tinggi (agak ingin) untuk melaksanakan masing-masing item kegiatan.

Alasan yang mungkin menghambat keterlibatan masyarakat dalam pemeliharaan dan pemulihan fungsi damija

Kecuali karena kesibukan pribadi, umumnya responden tidak merasakan adanya hambatan untuk terlibat aktif dalam penertiban dan pemeliharaan damija. Sebagian besar responden tidak merasa takut, tidak berhak, atau pesimistis terhadap keberhasilan upaya tersebut. Responden juga tidak berpersepsi bahwa keterlibatannya dalam upaya-upaya diatas akan mengganggu sumber pendapatan orang lain. Namun demikian, lebih dari separuh (52.7 %) responden menyatakan bahwa keterlibatannya dihambat oleh kesibukan pribadi. Lebih banyak responden yang menyatakan bahwa pemerintah memberikan dukungan terhadap upaya penertiban fungsi damija (54 %) daripada yang bahwa pemerintah akan mendukung upaya tersebut (45.3 %).

Tabel 4.4.
KEINGINAN UNTUK MELAKSANAKAN BERBAGAI ITEM PEKERJAAN PEMELIHARAAN DAN PENERTIBAN DAMIJA

	keinginan untuk melaksanakan pembersihan tepi jalan	keinginan memelihara rumput	keinginan mengontrol tepian jalan	keinginan memberikan penyuluhan pada PKL	keinginan menyediakan lokasi jualan	keinginan memperbaiki fisik tepi jalan	keinginan ikut aktif dalam kepanitiaan lokal
N	150	150	150	150	150	149	150
Mean	5.7000	5.6267	5.5733	5.5133	5.3067	5.4698	5.0333
Median	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000	5.0000
Std. Dev	1.3349	1.3832	1.3328	1.3890	1.5368	1.4073	1.4720

Tabel 4.5.
ALASAN KETAKINGINAN IKUT SERTA DALAM PEMELIHARAAN DAN PENERTIBAN FUNGSI DAMIJA

Alasan	tidak		ya		N total
	Freki	Percent	Frek	Percent	
tidak merasa berhak	127	84.7	22	14.7	150
pesimistis, sia-sia	134	89.3	16	10.7	150
kesibukan pribadi	71	47.3	79	52.7	150
mengganggu sumber pendapatan orang lain	116	77.3	34	22.7	150
Takut	125	83.3	25	16.7	150
tidak ada dukungan pemerintah	81	54.0	68	45.3	150
berusaha di tempat tersebut	142	94.7	7	4.7	149

4.3. Sikap/attitude terhadap upaya penertiban dan pemeliharaan fungsi jalan

Sikap responden dihitung dengan mengalikan tingkat kepercayaan penting terhadap evaluasi outcomes. Dengan demikian, skala sikap berada diantara -21 hingga 21. Nilai 0 dianggap sebagai ketiadaan sikap responden untuk ikut serta dalam upaya penertiban dan pemeliharaan fungsi damija.

Secara umum responden memiliki sikap positif terhadap keterlibatannya dalam upaya penertiban dan pemeliharaan fungsi damija. Sikap responden hanya negatif apabila upaya penertiban dan pemeliharaan damija dihubungkan dengan outcome berupa kemungkinan meningkatnya biaya perawatan rumah ($At_m = -2.173$, $SD = 9.89$). Sikap paling positif ditunjukkan oleh responden terhadap penertiban fungsi damija dengan alasan untuk kenyamanan pejalan kaki ($At_m = 14.53$, $SD = 5.92$). Sikap positif yang tinggi juga ditunjukkan oleh responden apabila upaya tersebut dihubungkan dengan alasan keindahan tepian jalan ($At_m = 13.70$, $SD = 6.12$), kelancaran lalu lintas ($At_m = 13.67$, $SD = 6.79$), penurunan polusi udara ($At_m = 12.63$, $SD = 7.03$), kebersihan tepi jalan ($At_m = 12.60$, $SD = 7.20$), dan kemudahan akses pemilik lahan ($At_m = 11.69$, $SD = 6.78$).

Tabel 4.6.
DESKRIPSI STATISTIK KOMPONEN SIKAP RESPONDEN BERKAITAN UNTUK IKUT SERTA DALAM UPAYA PEMELIHARAAN DAN PENERTIBAN FUNGSI DAMIJA

No	Komponen Sikap (At)	N	Mean belief	Mean outcome	Mean attitude
1	Sikap mendukung kelancaran lalu lintas	149	2.1333	6.2819	13.6711
2	sikap mendukung kenyamanan pejalan kaki	149	2.2533	6.3557	14.5302
3	sikap mendukung keindahan pemandangan dari rumah ke jalan	149	1.9333	5.4564	11.0872
4	Sikap mendukung keindahan tepi jalan	149	2.1667	6.2148	13.7047
5	sikap mendukung kebersihan tepi jalan	149	1.9400	6.4094	12.6040
6	sikap mendukung kenyamanan pemilik rumah	148	1.5867	5.7770	9.7905
7	sikap mendukung kemudahan akses pemilik lahan	149	1.8800	5.8792	11.6913
8	sikap mendukung penurunan polusi udara	149	2.0333	6.0067	12.6309
9	sikap terhadap penertiban karena kenaikan biaya perawatan rumah	115	-.2845	5.2550	-2.1739
10	sikap terhadap penertiban karena berkurangnya peluang membeli barang lebih murah dari PKL	108	.2130	4.3221	.3981
11	Sikap terhadap penertiban karena meningkatnya pengangguran akibat PKL ditertibkan	116	.7179	4.5503	3.0776
12	Sikap terhadap penertiban karena berkurangnya rasa aman akibat ditertibkannya PKL	115	.4052	4.0805	1.6261
	Valid N (listwise)	81			

Tabel 4.7.
DESKRIPSI STATISTIK NORMA SUBJEKTIF RESPONDEN

No	Norma subjektif (SN)	N	Persepsi referents	Pengaruh Referents	Norma Subjektif	Std. Deviasi
1	Pasangan/suami/istri	148	1.4765	4.0805	6.1757	6.4383
2	Orang Tua	149	1.2886	4.2148	5.5302	6.3646
3	anggota keluarga	149	1.3893	4.1879	5.9732	6.2633
4	relatif/keluarga dekat	149	1.4027	3.9597	5.5839	5.6594
5	tokoh masyarakat	149	1.2819	4.2148	5.5369	6.0856
6	rekan/tetangga	149	1.1812	4.0537	4.7987	5.4363
	Valid N (listwise)	148				

Responden hampir-hampir tak menunjukkan sikap apabila keterlibatannya dihubungkan dengan kemungkinan berkurangnya peluang dapat membeli barang dengan harga murah dari PKL di tepi jalan ($At_m = 0.40$, $SD = 8.51$) dan berkurangnya rasa aman di lingkungan akibat diteribkannya PKL ($At_m = 1.63$, $SD = 7.70$).

Norma-norma subjektif Responden (Subjective norms; SN)

Tabel 4.7 memperlihatkan bahwa pendapat pasangan merupakan pendapat referents yang paling mungkin diikuti oleh responden ($SN_m = 6.18$, $SD = 6.44$), sedangkan pendapat rekan sekerja/ tetangga dekat adalah pendapat yang paling tidak berpengaruh terhadap responden ($SN_m = 4.80$, $SD = 5.44$).

Nilai norma subjektif ini berasal dari adanya dorongan positif dari seluruh referents (REF) terhadap keterlibatan responden dalam upaya penertiban dan pemeliharaan fungsi jalan. Nilai rata-rata tingkat persetujuan referents terhadap keterlibatan responden berkisar pada angka 1 s.d. 1.5. Responden umumnya merasakan bahwa dukungan terbesar akan berasal dari istri/ pasangan ($REF_m = 1.47$), kemudian diikuti oleh keluarga dekat ($REF_m = 1.40$) dan anggota keluarga lainnya ($REF_m = 1.39$). Responden juga menyatakan bahwa dukungan terendah mungkin didapatkan dari rekan-rekan/tetangga ($REF_m = 1.18$).

Kontrol Perilaku Pribadi (Personal Behavioural Control; PBC)

Dari 6 komponen yang diukur, secara umum tingkat Kontrol Perilaku Pribadi (tingkat kontrol) responden untuk berperan dalam upaya pemeliharaan dan pemulihan damija cukup tinggi. Tingkat kontrol tertinggi responden terjadi karena responden merasakan adanya program khusus dari pemerintah ($PBC_m = 12.07$, $SD = 6.07$), sedangkan tingkat kontrol terendah berhubungan dengan penyediaan insentif ($PBC_m = 8.78$, $SD = 7.25$). Komponen saluran pengaduan ($PBC_m = 11.74$, $SD = 5.75$) dan bantuan peralatan ($PBC_m = 11.51$, $SD = 6.34$) sepertinya mempengaruhi tingkat kontrol cukup baik dan berimbang (lihat Tabel 4.8).

Responden umumnya percaya ada dukungan/ resources yang cukup bagi mereka untuk berperan dalam memelihara dan menertibkan damija, antara lain adanya program khusus untuk penertiban dan pemeliharaan damija dari pemerintah. Responden sepertinya juga mempercayai bahwa pemerintah mempersiapkan program khusus bagi upaya penertiban dan pemeliharaan damija ($Res_m = 2.13$, $SD = .85$). Selain itu, responden percaya bahwa pemerintah melakukan operasi penertiban ($Res_m = 2.06$, $SD = 1.79$), mempersiapkan saluran pengaduan ($Res_m = 2.03$, $SD = .81$), dan menyiapkan bantuan peralatan ($Res_m = 2.01$, $SD = .90$). Namun, responden tampak ragu-ragu akan adanya lembaga swadaya masyarakat (LSM) yang terlibat ($Res_m = 1.71$, $SD = 1.09$) dan adanya insentif yang mungkin diterima untuk keterlibatan responden dalam pemeliharaan dan penertiban fungsi damija ($Res_m = 1.54$, $SD = 1.18$).

Tabel 4.8.
DESKRIPSI STATISTIK TINGKAT KONTROL RESPONDEN TERHADAP KETERLIBATANYA DALAM UPAYA PENERTIBAN DAN PEMELIHARAAN DAMIJA

No	Komponen kontrol (PBC)	N	Resource	Pengaruh	PBC	Std. Deviation
1	Program khusus	149	2.1275	24.00	12.0671	6.0757
2	Insentif	149	1.5369	21.00	8.7785	7.2530
3	Bantuan peralatan	149	2.0067	21.00	11.5101	6.3402
4	Saluran pengaduan	149	2.0268	21.00	11.7450	5.7530
5	Lembaga penyokong	149	1.7114	21.00	9.8859	6.9277
6	Operasi/penertiban	149	2.0604	88.00	11.4430	8.0164
Valid N (listwise)		149				

Dari sisi pengaruh resource (Ref), secara umum tampaknya persepsi tentang ketersediaan resources berpengaruh moderat terhadap tingkat kontrol/keyakinan responden dalam upaya penertiban dan pemeliharaan fungsi jalan. Resources yang paling berpengaruh adalah adanya saluran pengaduan ($Ref_m = 5.60$, $SD = 1.4$). Selain itu, adanya bantuan peralatan dari pemerintah ($Ref_m = 5.58$, $SD = 1.38$) dan kontrol dari penertiban ($Ref_m = 5.57$, $SD = 1.41$) juga berpengaruh moderat terhadap tingkat keyakinan masyarakat untuk aktif dalam upaya penertiban dan pemeliharaan damija.

4.4. Pemodelan Keinginan Masyarakat untuk ikut berperan dalam pemeliharaan dan penertiban damija

Model dasar

Koefisien variable peramalan untuk model dasar, sesuai dengan teori perilaku yang direncanakan (The Theory of Planned Behaviour), untuk data responden yang dikumpulkan dalam studi ini ditunjukkan pada Tabel 4.9. Dari tabel tersebut terlihat bahwa TPB mampu mewakili data yang ada. Tiga komponen keinginan, yaitu sikap (At) untuk berperan dalam upaya pemeliharaan dan penertiban damija, Norma Subjektif (SN) responden, dan kontrol perilaku pribadi (PBC) responden berpengaruh sangat signifikan terhadap keinginan responden untuk berperan dalam upaya pemeliharaan dan penertiban damija. Agak menarik bahwa Norma Subjektif (pendapat orang yang berpengaruh di sekitar responden) ternyata memiliki pengaruh lebih besar dibandingkan dengan dua determinan lainnya. Persamaan model, karenanya dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Y = 0.21AT + 0.38SN + 0.16PBC + 4.072, R^2 = .30, p < 0.05 \quad (1)$$

di mana :

- Y = Keinginan responden untuk berperan dalam pemeliharaan dan penertiban Damija
- AT = Sikap (attitude) responden untuk berperan dalam pemeliharaan dan penertiban damija
- SN = Norma Subjektif responden untuk berperan dalam pemeliharaan dan penertiban fungsi Damija
- PBC = Kontrol perilaku pribadi responden untuk berperan dalam pemeliharaan dan penertiban Damija

Tabel 4.9.
KOEFISIEN VARIABLE PERAMAL PADA MODEL DASAR

Variabel peramal	Koefisien tak terstandarisasi		Koefisien terstandarisasi	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	4.072	.223		18.225	.000
Sikap terhadap upaya pemeliharaan dan penertiban damija	5.966E-02	.020	.210	2.922	.004
Norma subjektif responden untuk ikut dalam pemeliharaan dan penertiban damija	7.633E-02	.016	.376	4.884	.000
Kontrol pribadi yang diyakini oleh responden untuk ikut dalam upaya penertiban dan pemeliharaan damija	3.371E-02	.016	.160	2.046	.043

b Dependent Variable: Keinginan rata-rata responden untuk ikut dalam upaya pemeliharaan dan penertiban damija

Tabel 4.10
RINGKASAN MODEL DASAR KEINGINAN RESPONDEN

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.564	.318	.304	.8727

a Predictors: (Constant), Kontrol pribadi yang diyakini oleh responden untuk ikut dalam upaya penertiban dan pemeliharaan damija, Sikap terhadap upaya pemeliharaan dan penertiban damija, Norma subjektif responden untuk ikut dalam pemeliharaan dan penertiban damija

Model dasar ini memiliki $R^2 = .304$ (lihat Tabel 4.10), yang menyatakan bahwa model ini 30 % fit dengan pola yang ditunjukkan oleh data. Meskipun demikian, nilai R^2 memiliki tingkat kepercayaan lebih dari 99%. Ini mengindikasikan bahwa model ini secara statistik dapat dipercaya (Gujarati, 1992). Hasil uji ANOVA terhadap model regresi diatas dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11.
HASIL UJI ANOVA UNTUK TINGKAT KEPERCAYAAN MODEL.

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	51.544	3	17.181	22.559	.000
	Residual	110.436	145	.762		
	Total	161.979	148			

a Predictors: (Constant), Kontrol pribadi yang diyakini oleh responden untuk ikut dalam upaya penertiban dan pemeliharaan damija, Sikap terhadap upaya pemeliharaan dan penertiban damija, Norma subjektif responden untuk ikut dalam pemeliharaan dan penertiban damija

b Dependent Variable: Keinginan rata-rata responden untuk ikut dalam upaya pemeliharaan dan penertiban damija

Pengembangan model dasar untuk seluruh responden

Dari model dasar di atas model (1) di atas, disusun model kedua dengan menguraikan komponen kontrol perilaku pribadi responden dan memasukkan komponen hambatan serta lokasi survai untuk diregresikan dengan keinginan responden. Tujuan pengembangan model ini adalah untuk memperbaiki tingkat kesesuaian model dengan data. Koefisien hasil regresi terlihat pada

Model kedua menunjukkan perbaikan pada tingkat kesesuaian yang dimaksud. Kesesuaian model yang semula adalah 30.4 % berhasil diperbaiki hingga mencapai 42.4 % (lihat Tabel 4.13). Model ini selain memperbaiki penggambaran hubungan antara predictors, yang disebutkan pada model sebelumnya, dengan variabel dependen, juga menunjukkan bahwa semakin tinggi keterlibatan LSM akan semakin mendorong tingkat keinginan responden untuk berperan. Model juga mengindikasikan bahwa masyarakat yang di lokasi Jalan Dharmawangsa secara signifikan memiliki keinginan berperan yang lebih besar dibandingkan dengan lokasi lainnya. Secara mengejutkan, model ini memberikan indikasi bahwa tidak adanya dukungan dari pemerintah secara langsung memberikan efek berupa meningkatnya keinginan responden untuk berperan dalam pemeliharaan dan penertiban damija.

Tabel 4.12.
KOEFISIEN VARIABLE PERAMAL UNTUK MODEL KEINGINAN HASIL PERBAIKAN

Variabel peramal	Koefisien terstandarisasi		t	Sig.
	B	Std. Error		
(Constant)	4.117	.177	23.322	.000
Keyakinan akan berperan karena ada lembaga penyokong (LSM)	2.338E-02	.010	.169	2.358 .020
Sikap terhadap upaya pemeliharaan dan penertiban damija (AT)	5.165E-02	.017	.198	2.952 .004
Norma subjektif responden untuk ikut dalam pemeliharaan dan penertiban damija (SN)	6.444E-02	.014	.345	4.744 .000
Tak ada dukungan pemerintah (TDP)	.420	.119	.236	3.534 .001
Lokasi Dharmawangsa (DW)	.326	.148	.145	2.212 .029

a Dependent Variable: Keinginan rata-rata responden untuk ikut dalam upaya pemeliharaan dan penertiban damija

Persamaan matematis yang didapatkan dari model kedua adalah :

$$Y_2 = 0.20AT + 0.34SN + 0.17LSM + 0.23TDP + 0.14DW + 4.117,$$

$$R^2 = .403, p < .01$$

Dimana

- Y_2 = Keinginan responden untuk berperan dalam penertiban dan pemeliharaan fungsi damija
- AT = Sikap responden untuk berperan dalam pemeliharaan dan penertiban fungsi damija
- SN = Norma subjektif responden untuk berperan dalam pemeliharaan dan penertiban fungsi damija
- LSM = Tingkat keyakinan responden untuk berperan dalam penertiban dan penertiban fungsi damija dikaitkan dengan keberadaan LSM
- TDP = tidak adanya dukungan pemerintah, nilai 1 untuk responden yang tidak merasakan adanya dukungan pemerintah dalam pemeliharaan dan penertiban fungsi damija, sebaliknya adalah 0
- DW = Responden pada lokasi Jalan Dharmawangsa Surabaya, lainnya 0

Tabel 4.13.
RINGKASAN MODEL KEDUA

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error dari estimasi
1	.651	.424	.403	.7417

- a Predictors: (Constant), Lokasi Dharmawangsa, Sikap terhadap upaya pemeliharaan dan penertiban damija, tak ada dukungan pemerintah, Keyakinan akan berperan karena ada lembaga penyokong, Norma subjektif responden untuk ikut dalam pemeliharaan dan penertiban damija
- b Dependent Variable: Keinginan rata-rata responden untuk ikut dalam upaya pemeliharaan dan penertiban damija

Seperti halnya model sebelumnya, model ini juga memberikan hasil Analysis of Variance yang signifikan ($p < .01$). Hasil ANOVA ini memberikan kesan bahwa model memiliki tingkat kepercayaan lebih dari 99%, yang mengindikasikan bahwa nilai R^2 berarti dan dapat dipercaya.

Tabel 4.14.
HASIL ANOVA MODEL KEDUA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	57.042	5	11.408	20.738	.000
	Residual	77.566	141	.550		
	Total	134.608	146			

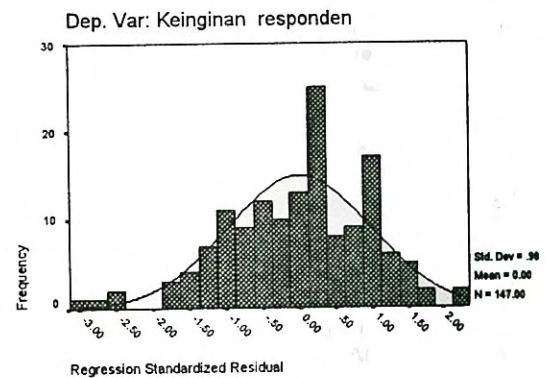
- a Predictors: (Constant), Lokasi Dharmawangsa, Sikap terhadap upaya pemeliharaan dan penertiban damija, tak ada dukungan pemerintah, Keyakinan akan berperan karena ada lembaga penyokong, Norma subjektif responden untuk ikut dalam pemeliharaan dan penertiban damija
- b Dependent Variable: Keinginan rata-rata responden untuk ikut dalam upaya pemeliharaan dan penertiban damija

Eksplorasi Terhadap Perbaikan Model Keinginan

Eksplorasi terhadap model keinginan responden dalam upaya pemeliharaan dan penertiban damija dimaksudkan untuk mendapatkan verifikasi statistik bagi syarat penyelenggaraan analisis regresi. Eksplorasi dilakukan pasca analisis (Post-hock) pada normality, collinearity, dan heterokedasticity analisis.

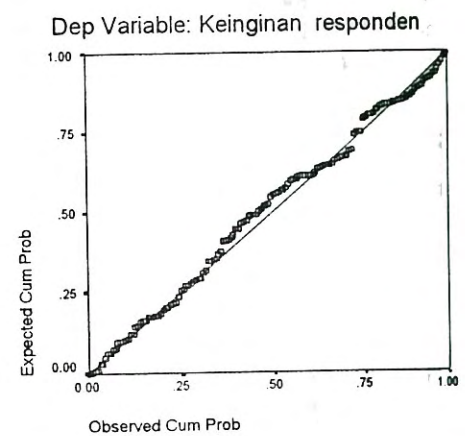
a. Normalitas

Histogram simpangan baku regresi menunjukkan bahwa simpangan baku regresi tersebar mendekati kurva normal. Ini menunjukkan bahwa model memenuhi persyaratan normality untuk analisis regresi.



Gambar 3
HISTOGRAM SIMPANGAN BAKU REGRESI MODEL KEDUA

Histogram simpangan baku regresi model kedua Uji informal yang lain pada SPSS, menunjukkan bahwa simpangan baku observasi maupun simpangan baku prediksi tersebar baik di sekitar garis diagonal normal. Kedua hasil eksplorasi ini memberikan indikasi bahwa model memenuhi persyaratan normalitas.



Gambar 4
P-P PLOT SIMPANGAN BAKU MODEL KEDUA

b. Collinearity

Diagnosa collinearity dilakukan untuk melihat adanya hubungan yang sempurna antara variable peramal dengan menghitung Eigenvalue dan Condition Index (CI) dari matriks model. Hasil test menunjukkan bahwa hingga matriks dimensi 6 tidak ditemukan adanya nilai CI yang melebihi angka 30 yang dimerupakan ambang batas bagi nilai interkorelasi antar variabel tak bebas (Gujarati, 1992). Ini menunjukkan bahwa model perbaikan telah memenuhi persyaratan collinearity.

sebagai lapisan untuk mengalirkan air yang jatuh di atasnya dan sebagai lapis peredam suara akibat gesekan antara roda kendaraan dengan lapis perkerasan. Secara umum dapat dikatakan bahwa fungsi utama dari lapisan ini adalah untuk meningkatkan keamanan berlalu lintas dan menurunkan tingkat kebisingan. Oleh sebab itu keberadaan rongga udara adalah faktor penting yang harus diperhatikan dalam prosedur perencanaan tetapi tentu saja dengan tidak mengabaikan stabilitas campuran dan oksidasi yang mungkin terjadi. Dengan demikian jumlah aspal yang terdapat dalam campuran ini harus sedemikian banyaknya sehingga memberikan ikatan yang baik dan cukup tebal tetapi masih memberikan rongga udara yang diinginkan.

Prosedur perencanaan yang telah dijelaskan sebelumnya adalah prosedur baku yang umumnya digunakan untuk perencanaan campuran beraspal terutama untuk campuran bergradasi menerus dan senjang. Sedangkan untuk campuran bergradasi terbuka seperti campuran aspal porus, tidak dapat sepenuhnya digunakan. Selain itu, penentuan PKAO campuran aspal porus tidak dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 1.

Menurut Roffe, 1989. Anderton et al. 1997, nilai perkiraan kadar aspal optimum campuran bergradasi terbuka dapat diestimasi dengan formula :

$$PKAO = \frac{8.6125 \sum^{0.2}}{SG} \quad (2)$$

Total luas permukaan kombinasi agregat

$$(\Sigma) = 0,21 G + 5,4 S + 7,2 s + 135 P_{200} \quad (3)$$

Nilai kadar aspal optimum sebenarnya ditentukan berdasarkan hasil pengujian volumetrik campuran (rongga udara, VIM), pengujian pengaliran aspal (asphalt drain off atau Schellenberg test) dan kehancuran campuran (Cantabro test).

Tujuan pengujian VIM disini untuk mengetahui jumlah rongga udara yang terkandung dalam campuran, karena pada campuran ini VIM adalah syarat mutlak yang harus dimiliki oleh campuran aspal porus agar campuran tersebut dapat berfungsi dengan baik. Tujuan pengujian pengaliran aspal adalah untuk menentukan jumlah aspal maksimum yang dapat ditambahkan tanpa menyebabkan pengaliran aspal keluar kembali dari campuran baik pada saat pengangkutan ataupun pada saat penghamparan. Sedangkan tujuan dari pengujian kehancuran campuran adalah untuk menentukan kadar aspal minimum yang harus terkandung dalam campuran beraspal yang dapat mengikat kuat komponen-komponen campuran sehingga akibat tumbukan atau abrasi tidak atau hanya hancur dalam batas yang

diizinkan. Pengujian pengaliran aspal dan kehancuran campuran beraspal dilakukan menurut metoda yang dikembangkan oleh SABITA (1995).

Dari data VIM dan kehancuran campuran dibuatkan suatu grafik berordinat ganda dengan kadar aspal sebagai absisnya seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1.a. Buat juga grafik hubungan antara pengaliran aspal dengan kadar aspal seperti Gambar 1.b. VIM minimum yang diinginkan (20%) dijadikan sebagai batasan kadar aspal maksimum yang diizinkan. Sedangkan nilai maksimum kehancuran yang diizinkan (20%) dijadikan sebagai batasan kadar aspal minimum. Selanjutnya tentukan nilai tengah dari kedua batasan ini. Kemudian nilai tengah ini diplotkan pada grafik Gambar 1.b., untuk mengetahui berapa banyaknya aspal yang mengalir keluar bila nilai tengah kadar aspal ini dijadikan sebagai perkiraan kadar aspal optimum. Bila nilai pengaliran yang dihasilkan lebih kecil dari batasan yang ditetapkan (5% terhadap berat aspal semula), maka kadar aspal ini dapat dianggap sebagai kadar aspal optimum

Semua tahapan pengujian penentuan kadar aspal harus diulangi bila pada kadar aspal ini salah satu sifat campuran yang diinginkan tidak terpenuhi. Dalam hal ini, proporsi pemakaian atau mungkin sumber pasokan agregat, jenis aspal harus diubah atau mungkin diperlukan penambahan bahan lain seperti serat selulosa.

2.4 Cement-Treated Asphalt Mixtures (CTAM)

CTAM terdiri atas campuran aspal porus yang rongga udara atau void-nya diinjeksi (grouting) dengan mortar semen. Dengan demikian CTAM adalah perkerasan komposit yang merupakan kombinasi beton aspal dengan beton semen membentuk lapisan yang unik. Istilah lain yang mengacu pada CTAM adalah Grouting Macadam (U.K) Resin Modified Pavement (USA), Salviacim (Prancis) dan Densiphalt (Swedia).

CTAM merupakan lapisan dengan ketahanan terhadap deformasi plastis yang tinggi dan mempunyai permukaan yang keras dan tahan terhadap ceceran minyak. Dengan demikian CTAM sangat baik dipergunakan pada persimpangan yang diatur dengan lampu lalu lintas, halte bus pelabuhan, terminal petikemas, landasan pacu dan tempat penimbunan minyak.

III. HASIL PENELITIAN

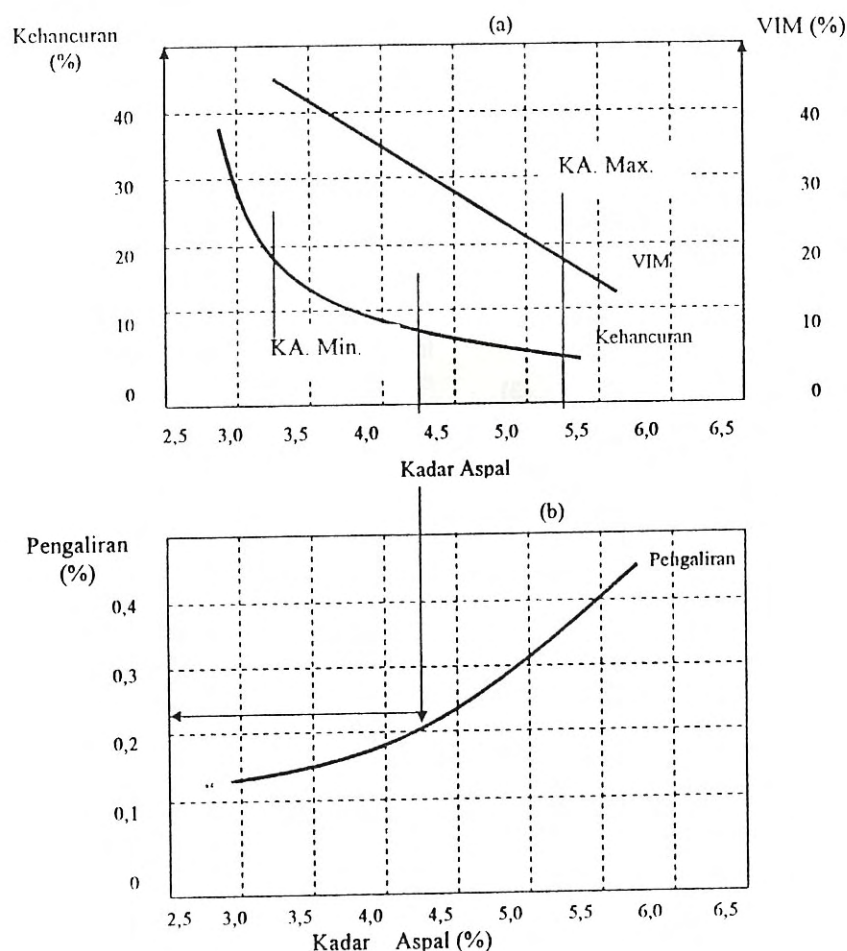
Walapun lapisan aspal porus dianggap tidak memiliki kekuatan struktural (SABITA, 1995, Michaut, 1997 dan Van Bochove et al., 1997), tetapi kenyataannya di lapangan lapisan ini mampu memikul beban lalu lintas yang melwatinya. Oleh karena itulah, dalam perencanaannya, kekuatan campuran diperhatikan dengan melakukan uji kehancuran campuran.

Berdasarkan kenyataan ini, pendekatan pertama yang dilakukan untuk perencanaan campuran aspal porus untuk CTAM adalah dengan mengadopsi prosedur perencanaan aspal porus yang sudah ada seperti yang telah diuraikan di atas (Roffe, 1989) untuk campuran bergradasi terbuka. Hasil pengujian pembuatan aspal porus dengan metode ini dengan menggunakan 4 variasi gradasi agregat dan empat jenis aspal diberikan dalam Lampiran 1.

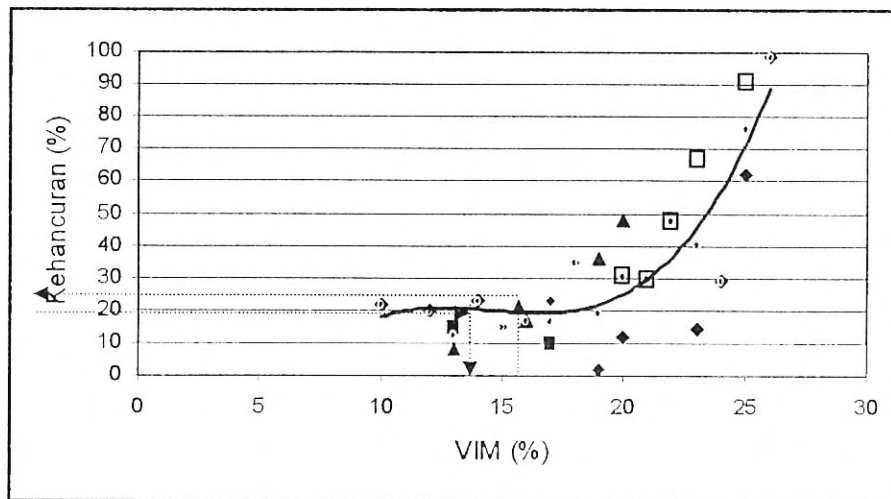
Dari data ini diketahui bahwa nilai pengaliran aspal berbanding terbalik dengan nilai kehancuran campuran. Semakin kecil nilai pengaliran aspal semakin tinggi nilai kehancuran campurannya. Bila semua persyaratan pengaliran aspal dan kehancuran campuran aspal porus untuk CTAM sama dengan persyaratan aspal porus biasa maka tidak ada nilai kadar aspal yang dapat memenuhi persyaratan tersebut. Gradasi agregat yang memberikan rongga dalam campuran sekitar 25% adalah gradasi 4 dengan kadar aspal sekitar 3 - 3,5%. Pada kadar aspal ini, nilai pengaliran aspal dan kehancuran campuran 1,89% dan 93,34%. Selain itu, grafik hubungan

antara nilai kehancuran aspal porus dengan VIM seperti yang diberikan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa bila VIM minimum yang disyaratkan dipenuhi (> 20%) maka nilai kehancuran campuran tidak akan terpenuhi, dan sebaliknya bila nilai kehancuran campuran minimum yang disyaratkan dipenuhi (> 20%) maka nilai VIM minimum yang disyaratkan tidak terpenuhi. Nilai kehancuran campuran dapat dikurangi dengan menggunakan aspal modifikasi, tetapi nilai kehancurannya masih jauh di atas persyaratan.

Berkecenderungan dengan VIM, aspal porus untuk CTAM harus memiliki VIM yang tinggi dan saling berhubungan (interconnected) satu dengan lainnya. Hal ini perlu untuk menjamin agar mortar semen yang akan diinjeksikan ke VIM pada campuran aspal porus mampu masuk secara maksimal. Untuk itu, campuran aspal porus untuk CTAM harus memiliki VIM yang sangat tinggi (>25%) dan saling berhubungan satu dengan yang lainnya. Nilai VIM yang tinggi ini tercapai bila menggunakan kombinasi agregat bergradasi terbuka dengan sedikit mungkin aspal.



Gambar 1.
HUBUNGAN ANTARA PERSENTASE KEHANCURAN CAMPURAN BERASPAL, VIM DAN
PENGALIRAN ASPAL TERHADAP KADAR ASPAL



Gambar 2.
HUBUNGAN ANTARA NILAI KEHANCURAN ASPAL PORUS DENGAN KANDUNGAN RONGGA UDARA PADA VARIASI JENIS ASPAL

Dari kenyataan ini dapat ditarik kesimpulan bahwa prosedur penentuan kadar aspal optimum campuran aspal porus yang ada pada saat ini tidak dapat digunakan untuk menentukan kadar aspal optimum campuran aspal porus untuk CTAM.

Bertitik tolak dari hal tersebut di atas dan atas pertimbangan bahwa campuran aspal porus untuk CTAM tidak dibuka untuk lalu lintas sebelum semen mortarnya cukup memiliki kekuatan maka pengujian kehancuran campuran tidak dijadikan acuan pada penentuan kadar aspal optimum campuran aspal porus untuk CTAM. Dengan kata lain campuran aspal porus untuk CTAM masih ditolerir memiliki nilai kehancuran lebih dari 20%, tetapi campuran ini harus memiliki kekuatan awal yang cukup tinggi untuk memikul mobil molen pada saat pengroutingan. Oleh sebab itu maka persyaratan stabilitas Marshall dicoba untuk dijadikan pertimbangan dalam perencanaan campuran.

Untuk mencapai rongga udara yang tinggi pemakaian aspal harus sesedikit mungkin. Sedikitnya kadar aspal dalam campuran akan sangat mempengaruhi durabilitas campuran terutama terhadap penuaan. Untuk itu persyaratan keawetan campuran juga harus dipertimbangkan perencanaan campuran aspal porus.

Dengan demikian persyaratan yang dipertimbangkan pada perencanaan campuran aspal porus untuk CTAM adalah VIM (min 25%), pengaliran aspal (maks 5%), tebal film aspal (min 8 mikron), kepadatan, stabilitas (min 350 kg) dan kelelahan (maks/min 5/2 mm).

Dari pengujian-pengujian yang dilakukan, persyaratan tersebut di atas kecuali stabilitas dan kelelahan Marshall dapat diterapkan pada prosedur perencanaan campuran aspal porus untuk CTAM.

Perendaman benda uji pada temperatur 60°C selama 30 menit sebelum pengujian Marshall menyebabkan perubahan bentuk dan kehancuran benda uji sebelum pengujian dilakukan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Hal ini disebabkan karena pengaruh kombinasi panas dan air pada campuran aspal porus dapat melunakkan aspal dan menyebabkan terjadinya pengelupasan aspal pada agregat. Berdasarkan hasil tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa penggunaan prosedur Marshall standar dalam perencanaan campuran aspal porus untuk CTAM tidak dapat dilakukan, untuk perlu dicarikan jalan keluarnya yaitu dengan melakukan sedikit modifikasi pada prosedur tersebut.

Modifikasi awal yang dilakukan adalah dengan mengganti metode pengkondisian benda uji sebelum pengujian dengan cara pemanasan dalam oven pada temperatur 60°C. Lamanya waktu yang diperlukan untuk memanaskan benda uji sehingga setiap bagian dari benda uji (diukur pada kulit dan inti benda uji) memiliki temperatur yang sama adalah waktu pengkondisian benda uji dengan cara pemanasan dalam oven. Lamanya waktu ini seperti yang diberikan Gambar 3. a adalah 120 menit.

Tabel 1.
HASIL PENGUJIAN MARSHALL STANDARD PADA CAMPURAN ASPAL PORUS UNTUK CTAM

Kadar Aspal	Stabilitas(kg) / Kelelahan (mm)		
	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3
1	Gagal, buyar saat dibuka dari cetakan		
2	Gagal, buyar saat perendaman		129 / 3,3
3	Gagal, buyar saat perendaman		
3,5	134 / 5,1	Gagal, berubah bentuk setelah perendaman	
4	106 / 33	Gagal, berubah bentuk setelah perendaman	
4,5	Gagal, berubah bentuk setelah perendaman		
5	Gagal, berubah bentuk setelah perendaman		101 / 3,8

Hasil pengamatan benda uji setelah dioven pada temperatur 60°C selama 120 menit menunjukkan bahwa terjadinya perubahan bentuk pada benda uji. Benda uji tidak lagi berbentuk silinder sempurna dan terjadi kegompalan pada benda uji yang mengandung sedikit aspal. Dengan demikian modifikasi prosedur Marshall dengan cara pemanasan dalam oven pada temperatur 60°C selama 120 menit juga tidak dapat digunakan.

Modifikasi selanjutnya dilakukan dengan menurunkan temperatur pemanasan menjadi 50°C. Pemilihan temperatur ini didasarkan pada kenyataan bahwa temperatur perkerasan rata-rata di Indonesia adalah 50°C seperti yang diungkapkan oleh Soejatmiko (1999). Lamanya waktu pemanasan dalam oven untuk mencapai temperatur ini seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.b adalah 100 menit.

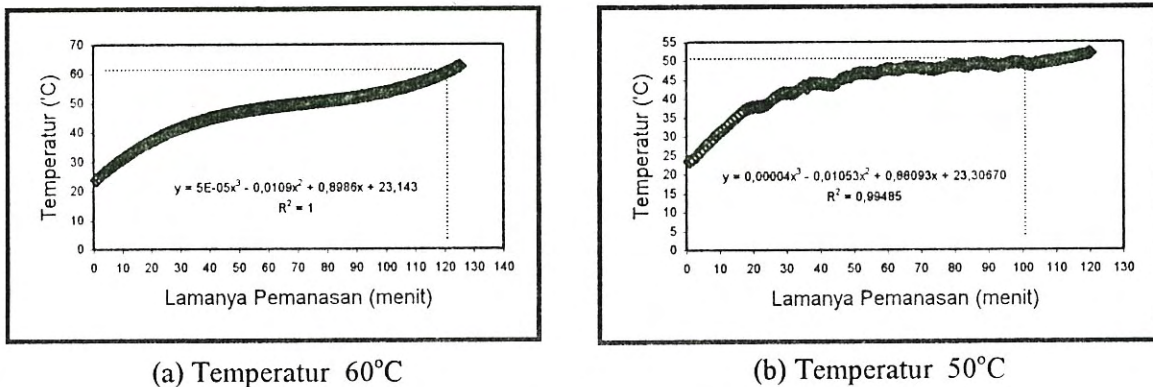
Pengamatan secara visual menunjukkan bahwa tidak ada perubahan bentuk benda uji setelah pemanasan dalam oven pada temperatur 50°C selama 100 menit ini dan perbedaan temperatur antara bagian kulit benda uji dengan intinya seperti yang ditunjukkan

dalam Gambar 4 adalah sebesar 1,0°C. Dengan demikian modifikasi prosedur Marshall yang dilakukan adalah pada cara pengkondisian benda uji, temperatur dan lamanya waktu pengkondisian tersebut.

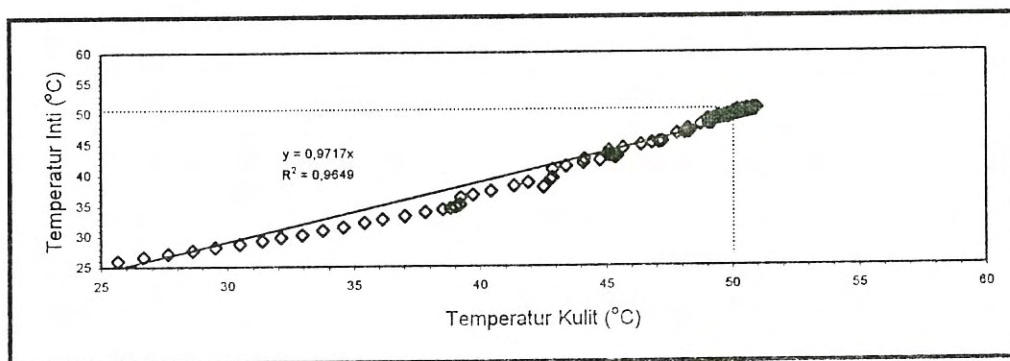
3.1 Penentuan Kadar Aspal Optimum Aspal Porus untuk CTAM

Penentuan kadar aspal optimum aspal porus untuk CTAM didasarkan pada persyaratan campuran seperti yang telah disebutkan sebelumnya, yaitu : VIM (min 25), pengaliran aspal (maks 5%), tebal film aspal (min 8 mikron), kepadatan, stabilitas (min 350 kg) dan kelelahan (maks/min 5/2 mm). Nilai stabilitas dan kelelahan Marshall didapat melalui prosedur modifikasi Marshall. Hasil pengujian parameter-parameter tersebut pada variasi kadar aspal diberikan pada Tabel 2.

Dari grafik hubungan antara parameter campuran, VIM, VFB, kepadatan, stabilitas, kelelahan angka perbandingan Marshall, dengan kadar aspal yang digunakan didapat kadar aspal optimum campuran porus aspal untuk CTAM adalah 4%.



Gambar 3.
HUBUNGAN ANTARA LAMANYA WAKTU PEMANASAN DALAM OVEN DENGAN TEMPERATUR UNTUK MENCAPAI TEMPERATUR 60°C DAN 50°C



Gambar 4.
PERBEDAAN TEMPERATUR PADA BAGIAN KULIT DAN INTI BENDA UJI PADA SAAT PEMANASAN DALAM OVEN PADA TEMPERATUR 50°C SELAMA 100 MENIT

3.2 CTAM yang Dihasilkan

Setelah kadar aspal optimum ditetapkan, dibuat lagi campuran aspal porus dengan kadar aspal ini. CTAM dibuat dengan mengisi rongga udara campuran aspal porus yang sudah dingin dengan mortar semen. Komposisi mortar semen harus diatur sedemikian hingga sehingga memiliki viskositas yang mendekati viskositas air tetapi masih memiliki nilai kuat tekan, untuk itu bahan aditif harus ditambahkan. Gambar 5 menunjukkan tampak samping dari CTAM yang dihasilkan. Dari gambar ini dapat dilihat bahwa mortar semen mampu masuk dan mengisi hampir seluruh rongga udara yang ada, hanya rongga udara yang terisolasi saja yang tidak terisi. Kekuatan campuran ini terus berkembang dari waktu ke waktu. Kapan CTAM dapat dibuka untuk lalu lintas tergantung pada kecepatannya atau lamanya waktu untuk mencapai kekuatan izin minimum.

IV. KESIMPULAN

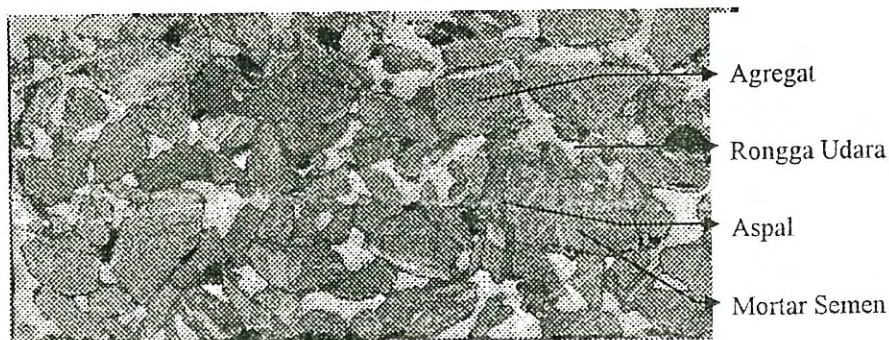
1. Prosedur penentuan kadar aspal optimum campuran aspal porus yang ada pada saat ini tidak dapat digunakan untuk penentuan kadar aspal optimum campuran aspal porus untuk CTAM.

2. Penggunaan prosedur Marshall standard (perendaman 60°C selama 30 menit) sebagai pengganti uji kehancuran pada penentuan kadar aspal optimum campuran aspal porus akan menyebabkan kehancuran dan terjadinya perubahan bentuk pada benda uji pada saat pengkondisian
3. Prosedur pengkondisian benda uji untuk pengujian Marshall dengan cara pengovenan pada temperatur 60°C selama 120 menit menyebabkan terjadinya perubahan bentuk dan keompakan benda uji.
4. Pengkondisian benda uji dengan cara pemanasan dalam oven pada temperatur 50°C selama 100 menit dianggap cukup mewakili kondisi perkerasan sebenarnya di lapangan dan tidak menyebabkan perubahan bentuk benda uji.
5. Perbedaan temperatur kulit dan inti benda uji yang dikondisikan dengan cara tersebut di atas hanya sebesar 1,0° C.
6. Penentuan kadar aspal optimum aspal porus untuk CTAM didasarkan pada persyaratan rongga udara (min 25), pengaliran aspal (maks 5%), tebal film aspal (min 8 mikron), kepadatan, stabilitas (min 350 kg) dan kelelahan (maks/min 5/2 mm). Nilai stabilitas dan kelelahan Marshall didapat melalui prosedur modifikasi Marshall.

Tabel 2.
HASIL PENGUJIAN SIFAT-SIFAT CAMPURAN ASPAL PORUS UNTUK CTAM

KA (%)	VIM 2x35-118°C min. 20%	Pengaliran Aspal maks. 5%	Tebal Film (mikron) min. 8	Kepadatan (grm/cm ³)	Stabilitas* (kg) Min. 350	Kelelahan* (mm) min/maks. 2/5
1	*	0,95	4,7	*	*	*
2	26,5	0,94	9,5	1,827	347,29	4
3	26,9	1,25	14,4	1,775	398	4
3,5	25,4	1,86	16,9	1,822	434,88	5
4	25	3,02	19,4	1,865	393,39	4
4,5	23,2	4,29	21,9	1,865	517,86	6
5	22,2	4,6	24,5	1,839	408,75	5
5,5	21,7	15,49	27,1	1,844	375,95	6
6	20,8	18,05	29,7	1,861		
6,5	18,3	23,93	32,3	1,902		

Catatan : * Marshall modifikasi, benda uji dioven 50° C selama 100 menit



Gambar 5.
TAMPANG SAMPING DARI CTAM

DAFTAR PUSTAKA

- Anderton G., Ahlrich R., (1997), Resin Modified Pavement : A Composite Paving Materials, *Proc. 18th Int. Conf. on Asphalt Pavement, Vol. 1*, Seattle, Wasingthon.
- Brown, S.F., Janet, M., Bruton (1982), *An Introduction to The Analytical Design of Bituminous Pavement*, 2nd Edition, University of Nottingham, U. K.
- Michaut, J. P., (1997), High Void Content Porous Asphalt, European Confrence on Porous Asphalt, Vol. I, Madrid.
- Mahboub, K. and D.N. Little Jr. (1990), An Improvement Asphalt Mix Design Procedure, *Journal of The Asphalt Paving Technologists*, Vol. 59.
- Roffe, J. C., (1989), *Salviacim – Introducing the Pavement*, Jean Lefebvre Enterprise, Paris, France.
- SABITA, (1995), Porous Asphalt Mixes – Design and Uses, Manual 17, SABITA Ltd., South Africa.
- The Asphalt Institute, (1983), Asphalt Technology and Construction Practices – Instructor's Guide, *ES. No.1, 2nd Edition*, The asphalt Institute, U. S. A.
- Soedjatmiko Eddy A. Triyanto, (1999), Characterization of Asphalt Layer Modulus for Indonesian Temperature Condition, *MSc. Thesis*, Institute Technology Bandung, Bandung, Indonesia.
- Van Bochove, G. G. and Van Gorkum, F., (1997), Two Layered Porous Asphalt – A New Concept Civil Technical Properties and Experiences, European Confrence on Porous Asphalt, Vol. I, Madrid.

Penulis :

- *Ir. R. Anwar Yamin, MSc, MIHT., TMIPENZ., Balai Bahan dan Perkerasan Jalan, Puslitbang Prasarana Transportasi.*
- *Ir. Bambang Ismanto Siswosubroth, MSc, PhD., MIHT., Departemen Teknik Sipil, ITB*

LAMPIRAN 1. Kondisi dan Rongga Udara Benda Uji Porus Aspal dengan Variasi Gradasi dan Dipadatkan pada Variasi Temperatur, Jumlah Tumbukan, dan Kadar aspal

Ukuran Saringan (mm)	Jenis Gradasi Porus Aspal yang Digunakan															
	Gradasi 1 (% Lolos)				Gradasi 2 (% Lolos)				Gradasi 3 (% Lolos)							
19	100				100				100							
12.5	76				65				54							
9.5	60				49				38							
4.75	26				18				10							
2.36	16				12				8							
0.6	10				7				4							
0.075	3				2				1							
Temp Pemadatan (° C)	120	140	140	140	125	125	125	125	125	125	120	125	125	135	135	140
Jlh. Tumbukan (kali)	2x35	2x50	2x50	2x50	2x50	2x35	2x35	2x35	2x35	2x35	2x35	2x35	2x50	2x35	2x50	2x50
K. Aspal (%)	4.4	4.5	5	5.5	5	3	3.5	4	4.5	5	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	5
Kondisi sth mold dibuka	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	Ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
VIM (%)	18	18	18	17	17	21	19	19	17	16	15	16	13	13	13	19

Ukuran Saringan (mm)	Gradasi 4															
19	100															
12.5	54															
9.5	38															
4.75	10															
2.36	1															
0.6	1															
0.075	1															
Temp Pemadatan (° C)	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	125	125	125	125
Jlh. Tumbukan (kali)	2x35	2x35	2x35	2x35	2x35	2x35	2x35	2x35	2x35	2x35	2x35	2x35	2x35	2x35	2x35	2x35
K. Aspal (%)	1	2	3	3.5	4	4.3	4.5	5	5.5	6	6.5	3	3.5	4	4.5	5
Kondisi sth mold dibuka	fail	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
VIM (%)	-	26	26	24	22	21	21	22	22	21	18	25	24	23	23	21



PENGARUH PENGGUNAAN KERIKIL TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN LAPIS TIPIS ASPAL BETON (LATASTON)

Iriansyah. As

RINGKASAN

Umumnya Sungai di Indonesia sangat banyak terdapat kerikil (batu bulat) yang berupa deposit. Saat ini penggunaan kerikil belum banyak dimanfaatkan disebabkan tidak memenuhi spesifikasi material standar. Menggunakan kerikil di dalam campuran beraspal yang mengutamakan kerikil lokal akan lebih ekonomis.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan kerikil sebagai agregat kasar terhadap sifat-sifat campuran lapis tipis beton aspal (Lataston). Penggunaan kerikil sebagai agregat kasar adalah 0% , 25%, 50%, 75% dan 100% terhadap berat agregat. Masing-masing variasi penggunaan kerikil dicampur aspal penetrasi 60/70 dengan variasi kadar aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, 8%, 8,5% dan 9%. Untuk mengetahui kadar aspal optimum dan karakteristik campuran beraspal yang disebabkan oleh pengaruh kandungan kerikil, telah digunakan metoda Marshall.

SUMMARY

A round stone (kerikil) is available in large quantity in Indonesia as river deposit. In the current time the utilization of this material is only small because the characteristic does not meet the material specification standart requirement. The utilization of kerikil from local material in the asphalt mix is considered to be more economic.

The aim of this test is to know the influence of kerikil as coarse aggregate to the Lataston characteristic. The application of kerikil as coarse aggregate is 0%, 25%, 50%, 75%, and 100% of aggregate weight. Each of the keriki variation is mixed with the asphalt penetration 60/70 with asphalt content variation of 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, 8%, 8,5% and 9%. To know the optimum asphalt content and the asphalt mix characteristic caused of the kerikil influence, the Marshall method was used

I. PENDAHULUAN

Pada umumnya perkerasan beraspal menggunakan agregat pecah atau pecah mesin yang telah memenuhi spesifikasi standar. Penggunaan kerikil untuk bahan campuran beraspal belum banyak dimanfaatkan disebabkan tidak memenuhi spesifikasi standar. Sebenarnya di berbagai daerah di Indonesia banyak terdapat kerikil yang umumnya merupakan deposit dari sungai yang merupakan material lokal. Oleh karena itu perlu upaya pengkajian penggunaan kerikil ini seoptimal mungkin digunakan didalam campuran beraspal.

Tulisan ini menguraikan hasil pengujian campuran lapis tipis aspal beton (Lataston) menggunakan kerikil sebagai agregat

kasar yang divariasikan 0%, 25%, 50%,75% dan 100% terdapat berat agregat kasar. Aspal yang digunakan penetrasi 60/70

II. PENGUJIAN SIFAT BAHAN CAMPURAN

2.1 Aspal

Aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70 Pertamina. Hasil pengujian sifat aspal seperti tercantum pada Tabel 1.

2.2 Agregat

Agregat yang digunakan adalah agregat kasar lolos saringan 3/4" (19,10 mm) tertahan saringan No. 8 (2,38 mm) yang terdiri dari 2 macam agregat yaitu agregat bentuk kubikal hasil pecah mesin yang berasal dari Banjarnegara Kabupaten Bandung

dan kerikil berasal dari Rumpin Serpong Tangerang.

Agregat halus lolos saringan No.4 (4,76 mm) hasil pecah mesin yang berasal dari Banjaran. Hasil pengujian agregat seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1
HASIL PENGUJIAN ASPAL

Jenis Pengujian	Hasil	Spesifikasi		Satuan
		Min.	Maks.	
- Penetrasi	62,4	60	79	0,1 cm
- Titik Lembek	48,75	46	58	°C
- Daktilitas	> 140	100	-	cm
- Berat Jenis	1,034	1	-	gr/ml
- Titik Nyala	339	200	-	°C

Tabel 2
HASIL PENGUJIAN AGREGAT

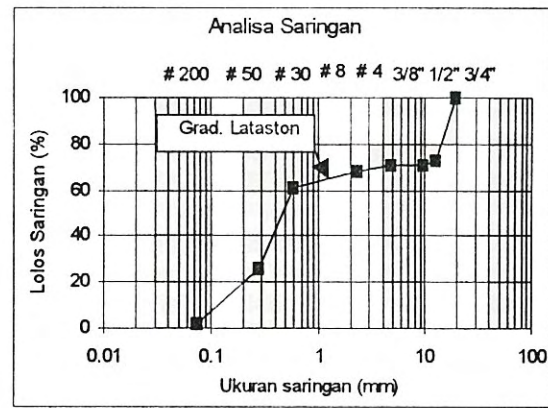
Jenis Pengujian	Agregat	Kerikil	Agregat	Syarat
	Kasar		Halus	
- Berat Jenis Bulk	2,636	2,213	2,635	
- Berat Jenis SSD	2,682	2,331	2,676	
- Berat Jenis Semu	2,763	2,508	2,750	
- Keausan	20,72	28,52	-	max.40%
- Kelekatan aspal	> 95	> 95	> 95	max.95%
- Penyerapan	1,735	5,305	1,583	max. 3%

2.3 Spesifikasi

Spesifikasi agregat campuran menggunakan spesifikasi Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) Bina Marga No.12/PT/B/1983 seperti ditunjukkan pada Tabel 3. Gradasi campuran agregat menggunakan gradasi ideal spesifikasi dengan perbandingan 30% agregat kasar dan 70% agregat halus seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 3
SPESIFIKASI CAMPURAN AGREGAT

No.Saringan	Persen Lolos Saringan				
	Inch	mm	Agr. Kasar	Agr. Halus	Ideal Spec.
3/4"	19,10		100		100
1/2"	12,70		85 - 100		73
3/8"	9,52		0 - 95		71
# 4	4,76		0 - 60	100	71
# 8	2,38			95 - 100	68
# 30	0,59			75 - 100	61
# 50	0,279			13 - 50	26
# 200	0,074			0 - 5	2



Gambar 1
GRADASI IDEAL CAMPURAN AGREGAT

Persyaratan sifat-sifat campuran Lataston menurut spesifikasi No.023/T/BM/1999 SK No. 76/KPTS/Db/1999 Bina marga dilakukan berdasarkan cara Marshall dengan tumbukan 2 x 50. Sifat – sifat campuran Lataston seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4
SPESIFIKSI CAMPURAN LATASTON

Sifat Campuran	Syarat	Satuan
- Rongga Dalam Campuran (VM)	3 - 6	%
- Rongga Diantara Agregat (VMA)	min. 18	%
- Rongga Terisi Aspal (VFB)	min. 68	%
- Stabilitas	800	kg
- Kelelahan	min.2	mm
- Hasil Bagi Marshall	min. 200	kg/mm

III. PENGUJIAN CAMPURAN BERASPAL

3.1 Variasi Kerikil Dalam Campuran

Spesifikasi agregat campuran beraspal menggunakan spesifikasi Lataston 30% agregat kasar dan 70% agregat halus. Gradasi agregat campuran beraspal digunakan gradasi ideal spesifikasi dengan maksud untuk menghilangkan pengaruh perubahan gradasi pada benda uji dan karakteristik campuran beraspal. Variasi penggunaan kerikil dilakukan hanya pada agregat kasar dengan variasi 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% terhadap berat agregat kasar.

3.2 Sifat-Sifat Campuran Beraspal

Benda uji campuran beraspal dibuat dengan variasi kadar aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, 8%, 8,5%, dan 9% untuk setiap variasi kadar kerikil dalam campuran. Kadar aspal optimum ditentukan berdasarkan sifat-sifat campuran yang masih dalam batas-batas persyaratan yang telah ditentukan.

Hasil pengujian dari sifat-sifat campuran beraspal seperti ditunjukkan pada Lampiran sedangkan sifat-sifat campuran beraspal pada kadar optimum seperti ditunjukkan pada Tabel 5, 6, 7, 8, dan 9.

Tabel 5
SIFAT CAMPURAN 0% KERIKIL

Sifat Campuran	Hasil	Satuan
- Kadar Aspal Optimum	7,8	
- Rongga Dalam Campuran (VIM)	5,03	%
- Rongga Terisi Aspal (VFB)	75,58	%
- Stabilitas	1073	kg
- Hasil Bagi Marshall	317	kg/mm

Tabel 6
SIFAT CAMPURAN 25% KERIKIL

Sifat Campuran	Hasil	Satuan
- Kadar Aspal Optimum	8,3	
- Rongga Dalam Campuran (VIM)	4,98	%
- Rongga Terisi Aspal (VFB)	76,31	%
- Stabilitas	1060	kg
- Hasil Bagi Marshall	288	kg/mm

Tabel 7
SIFAT CAMPURAN 50% KERIKIL

Sifat Campuran	Hasil	Satuan
- Kadar Aspal Optimum	8,5	
- Rongga Dalam Campuran (VIM)	4,96	%
- Rongga Terisi Aspal (VFB)	76,65	%
- Stabilitas	993	kg
- Hasil Bagi Marshall	256	kg/mm

Tabel 8
SIFAT CAMPURAN 75% KERIKIL

Sifat Campuran	Hasil	Satuan
- Kadar Aspal Optimum	8,65	
- Rongga Dalam Campuran (VIM)	4,92	%
- Rongga Terisi Aspal (VFB)	76,67	%
- Stabilitas	968	kg
- Hasil Bagi Marshall	225	kg/mm

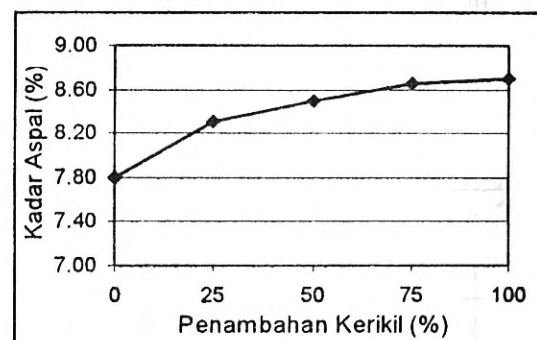
Tabel 9
SIFAT CAMPURAN 100% KERIKIL

Sifat Campuran	Hasil	Satuan
- Kadar Aspal Optimum	8,7	
- Rongga Dalam Campuran (VIM)	4,90	%
- Rongga Terisi Aspal (VFB)	76,69	%
- Stabilitas	960	kg
- Hasil Bagi Marshall	192	kg/mm

3.3 Analisis Sifat Campuran

3.3.1 Kadar Aspal Optimum

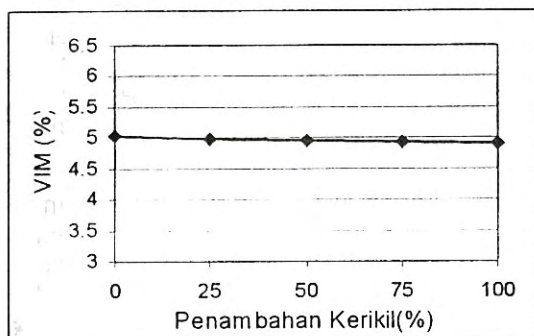
Kadar Aspal makin tinggi seiring dengan penambahan kerikil didalam campuran hal ini disebabkan penyerapan kerikil terhadap aspal cukup tinggi. Kadar aspal terendah dicapai pada 0% kerikil sebesar 7,8% pada 25% kerikil 8,3%, 50% kerikil 8,5%, 75% kerikil 8,65% dan 100% kerikil 8,7% seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2
HUBUNGAN KADAR ASPAL OPTIMUM DAN PENAMBAHAN KERIKIL

3.3.2 Rongga Dalam Campuran (VIM)

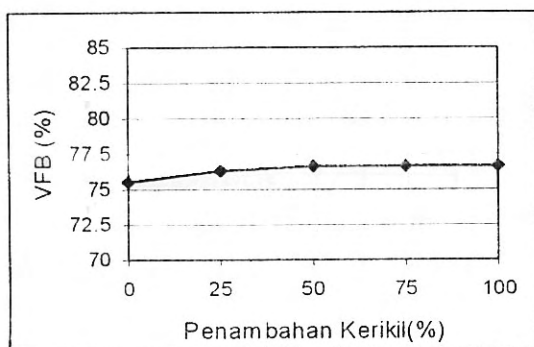
1. Rongga dalam campuran (VIM) makin turun seiring dengan penambahan kerikil didalam campuran hal ini disebabkan kadar aspal makin meningkat. Rongga dalam campuran tertinggi dicapai pada 0% kerikil 5,03%, kemudian menurun pada 25% kerikil 4,98%, 50% kerikil 4,96%, 75% kerikil 4,92% dan 100% kerikil 4,90% seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3
HUBUNGAN RONGGA DALAM CAMPURAN (VIM) DAN PENAMBAHAN KERIKIL

3.3.3 Rongga Terisi Aspal (VFB)

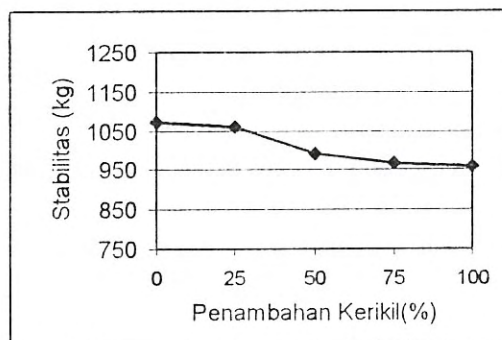
Rongga terisi aspal (VFB) makin meningkat seiring dengan penambahan kerikil didalam campuran hal ini disebabkan aspal lebih banyak mengisi rongga antar agregat. Rongga dalam campuran tertinggi dicapai pada 0% kerikil 75,58%, kemudian meningkat pada 25% kerikil 76,31%, 50% kerikil 76,65%, 75% kerikil 76,65% dan 100% kerikil 76,69% seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4
HUBUNGAN RONGGA TERISI ASPAL (VFB) DAN PENAMBAHAN KERIKIL

3.3.4 Stabilitas Campuran

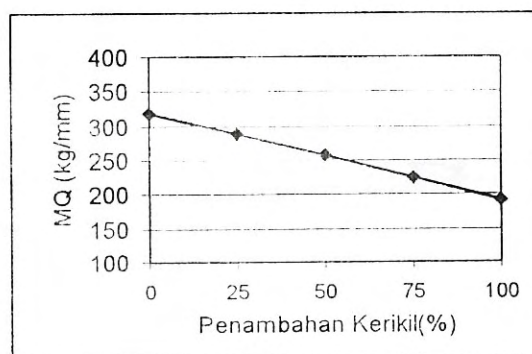
Stabilitas campuran makin menurun seiring dengan penambahan kerikil didalam campuran hal ini disebabkan kadar aspal dalam campuran bertambah dan interlocking dari kerikil kurang sempurna. Stabilitas dalam campuran tertinggi dicapai pada 0% kerikil 1073 kg, kemudian menurun pada 25% kerikil 1060 kg, 50% kerikil 983 kg, 75% kerikil 968 kg dan 100% kerikil 960 kg seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5
HUBUNGAN STABILITAS DAN PENAMBAHAN KERIKIL

3.3.5 Hasil Bagi Marshall (MQ)

Hasil bagi Marshall (MQ) makin menurun seiring dengan penambahan kerikil didalam campuran hal ini disebabkan penurunan nilai stabilitas dan meningkatnya kelelahan campuran. MQ dalam campuran tertinggi dicapai pada 0% kerikil 317 kg/mm, kemudian menurun pada 25% kerikil 288 kg/mm, 50% kerikil 250 kg/mm, 75% kerikil 225 kg/mm dan 100% kerikil 192 kg/mm. seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6
HUBUNGAN HASIL BAGI MARSHALL (MQ) DAN PENAMBAHAN KERIKIL

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Penggunaan kerikil pada campuran beraspal Lataston dengan variasi dari 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% kerikil pada kadar aspal optimum didapatkan hal-hal sebagai berikut :

1. Makin besar kadungan kerikil dalam campuran beraspal kadar aspal yang dibutuhkan juga makin tinggi.
2. Rongga dalam campuran (VIM) menurun seiring makin bertambahnya kadar kerikil. Penurunnya rongga dalam campuran dari 0% kerikil ke 100% kerikil sebesar 5%
3. Rongga terisi aspal (VFB) meningkat seiring makin bertambahnya kadar kerikil dalam campuran. Bertambahnya rongga terisi aspal dari 0% kerikil ke 100% kerikil sebesar 22%
4. Stabilitas makin menurun seiring bertambahnya kadar kerikil dalam campuran. Penurunan stabilitas dari 0% kerikil ke 100% kerikil sebesar 10%
5. Hasil bagi Marshall (MQ) makin menurun seiring bertambahnya kadar kerikil dalam campuran. Penurunan hasil bagi Marshall dari 0% kerikil ke 100% kerikil sebesar 40%.

4.2 Saran

Disarankan membatasi penggunaan kerikil didalam campuran beraspal Lataston sebesar 25% karena sehubungan dengan penambahan kadar aspal serta penurunan stabilitas dan hasil bagi Marshall (Marshall quotient). Makin besar kadar aspal dalam campuran dan makin kecilnya rongga dalam campuran kemungkinan terjadi kelelahan plastis makin besar.

DAFTAR PUSTAKA

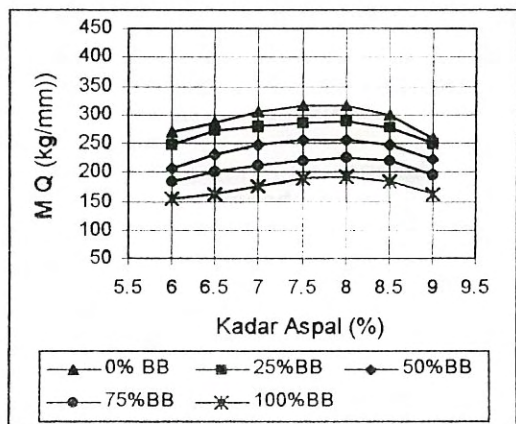
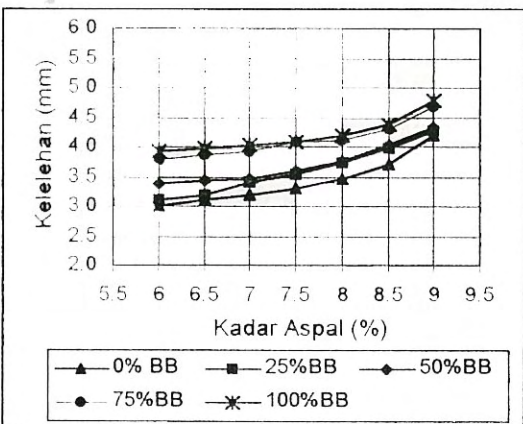
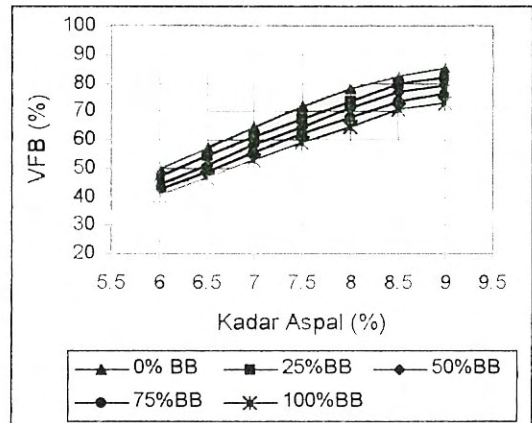
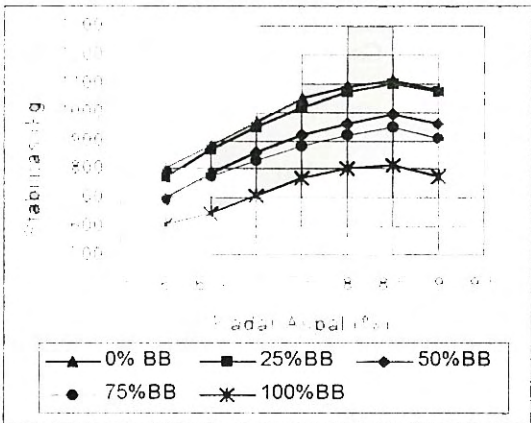
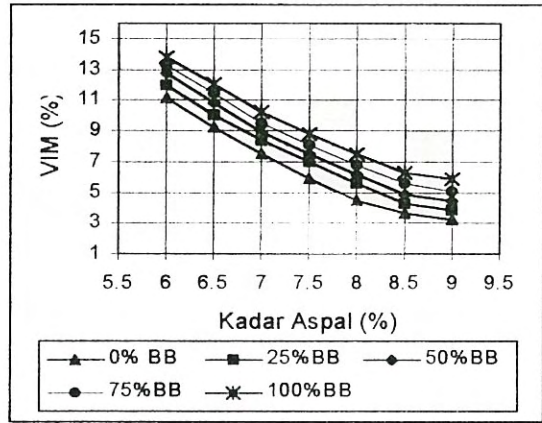
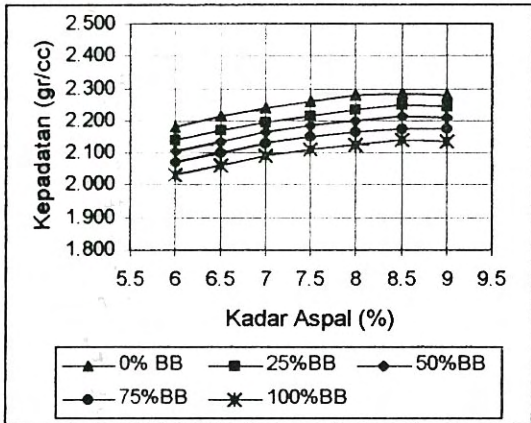
1. Bina Marga, 1983. Penunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Beton Aspal (LATASTON), No. 12/PT/B/1983, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
2. Bina Marga, 2000, Spesifikasi Umum Bab 5 Bagian I, Departemen Permukiman dan Pengembangan Wilayah Direktorat Jendral Pengembangan Prasarana Wilayah.
3. Suhud Ridwan Ir, DR, 1997, Beton Kinerja Tinggi Dengan menggunakan Kerikil Alam (sungai), Jurnal Puslitbang Jalan No. 2 Tahun XIV, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.

Penulis :

Ir. Iriansyah, A.S Ajun Peneliti Muda Bidang Perkerasan Jalan, Pusat Litbang Jalan.

Lampiran

SIFAT-SIFAT CAMPURAN LATASTON





PENGARUH TiO₂ DALAM CAT TEMBOK DAN CAT BESI TERHADAP REDUKSI POLUTAN NO_x

Nanny Kusminingrum
Asep Sunandar

RINGKASAN

Telah diketahui bahwa lapisan tipis TiO₂ bertindak sebagai material fotokatalis yang mampu mereduksi atau mengeliminasi polutan di atmosfer seperti NO, NO₂ atau NO_x.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang dilakukan di luar negeri, khususnya Jepang, ada beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja dari fotokatalis TiO₂, diantaranya Ketebalan lapisan, luas struktur permukaan lapisan, ukuran partikel, intensitas sinar UV dan lain-lain

Penelitian-penelitian tentang fotokatalis di Indonesia relatif masih sedikit. Salah satu institusi yang sedang melakukan penelitian fotokatalis TiO₂ tersebut adalah Pusat Litbang Prasarana Transportasi. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan pada tahun anggaran 2000/2001.

Maksud penelitian adalah untuk mengetahui kinerja TiO₂ dalam Cat Besi dan cat Tembok terhadap kemampuannya mereduksi polutan NO_x, dengan harapan akan diperoleh komposisi penambahan TiO₂ ke dalam cat yang optimal dalam mereduksi polutan NO_x.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara keseluruhan kinerja TiO₂ dalam Cat Tembok lebih baik dibandingkan Cat Besi yang ditunjukkan dengan nilai *t*-test 2 ekor untuk Cat Tembok lebih besar dari standar (0,05). Disamping itu juga, penelitian ini menunjukkan bahwa reduksi polutan NO_x terbesar (59,87%) terjadi pada Cat Tembok yang ditambah TiO₂ 23% (penambahan optimal).

SUMMARY

Titanium dioxide (TiO₂) is well known as a photocatalyst for reduction and elimination of environmental pollutants, such as NO, NO₂ : NO_x. Based on the previous researchs that have been done in some foreign countries, especially Japan, there are several factors influencing the performance of TiO₂ photocatalyst namely film thickness, area structure surface film, particle size, UV intensity and so on.

The research on photocatalyst is relatively scarce in Indonesia. One of many institutions that has been doing photocatalyst research is the Research Institute for Transport Infrastructure. This Study makes up a continuing of prior studies, which has been done in 2000/2001. The purpose of the study is to know performance of TiO₂ in Wall Paint and Iron Paint in order to reduce NO_x pollutant, and to obtain the optimal adding of TiO₂ composition in reducing concentration of NO_x pollutant.

The results are shown that the performance of TiO₂ in the Wall paint is better than the Iron Paint proved by means the *t*-test 2-tails of the Wall Paint is higher than 0,05. In addition, the study shows that the higher reduction of NO_x pollutant (59.87%) occurs in the Wall Paint added 23% TiO₂ (the optimal adding).

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Asap kendaraan bermotor berupa gas mengandung zat-zat atau bahan-bahan pencemar yang dikeluarkan langsung ke udara melalui corong pembuang. Gas buang yang mengandung elemen-elemen dari pusi udara antara lain: Carbon Monoksida (CO), Sulphur Oksida (SO₂), Oksida Nitrogen (NO), Hydro Carbon (HC), partikel yang terdiri dari asap, atau debu dan lain-lain. Semua elemen tersebut dapat menimbulkan gangguan pada manusia, hewan, tumbuh-tumbuhan dan benda-benda lainnya.

Hasil penelitian dari Departemen maupun lembaga perguruan tinggi menunjukkan bahwa polusi udara di jalan sudah melebihi nilai ambang batas yang diperkenankan. Dari hasil penelitian dan pengukuran

yang telah dilakukan oleh PUSLITBANG PRASARANA TRANSPORTASI, BAPEDAL dan ITB, tingkat kualitas udara di kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya, Bandung dan Semarang diatas 0,1 ppm (NO_x) untuk lokasi road side (1992), sedangkan konsentrasi yang diperkenankan 0,05 ppm. Hal ini sangat berperan terhadap lingkungan khususnya kesehatan manusia.

Salah satu penelitian yang telah dilakukan oleh PUSAT LITBANG PRASARANA TRANSPORTASI untuk mengurangi dampak negatif yang terjadi akibat polusi udara, yaitu meneliti dan mengkaji kinerja TiO₂ dalam cat dalam hubungannya dengan mereduksi polutan No_x.

faktor yang sangat berpengaruh terhadap kinerja TiO₂ dalam mereduksi polutan NO_x salah satunya adalah luas bidang kontak dan besarnya kandungan TiO₂ dalam cat.

1.2 Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Hanya satu jenis polutan yang diukur, yaitu NO_x
2. Jenis cat yang digunakan adalah cat tembok dan cat besi
3. Pengukuran NO_x dilakukan pada Box Kaca ukuran 0,50 cm x 0,50 cm x 0,50 cm

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengetahui kinerja TiO₂ dalam Cat Besi dan Cat Tembok dalam mereduksi polutan No_x.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis Polusi Udara

Polusi udara dapat dikelompokkan kedalam 2 bentuk: gas dan bahan partikulat. Dalam bentuk aslinya, polutan gas dapat dikategorikan lebih jauh kedalam 2 katagori, yaitu :

- Polutan primer : langsung dikeluarkan dari sumber emisi
- Polutan Sekunder: dibentuk dari hasil interaksi kimia antara polutan primer dan unsur-unsur di atmosfer.

Polutan banyak ditemukan dalam bentuk berbagai senyawa utama dseperti:

- Sulfur
- Nitrogen
- Karbon
- Oksida Karbon
- Halogen

Bahan partikulat dengan sederhana dapat ditentukan sebagai senyawa baik itu cairan atau padatan, kecuali air murni. Berdasarkan ukurannya, bahan partikulat dapat dibedakan menjadi:

- Partikel kasar, ukuran diameter partikel lebih besar dari 2,5 um
- Partikel halus, ukuran diameter partikel kurang dari 2,5 um.
- Bahan partikulat "inhalable", ukuran diameter partikel kurang dari 10 um.

2.2 Dampak Polusi Udara

Pengaruh yang khas dari beberapa polusi udara terhadap kesehatan manusia, sebagian besar masuk melalui sistem pernapasan.

Di bawah ini dikemukakan sifat, sumber dan akibat pada kesehatan manusia dari adanya polusi udara yang terdapat di lingkungan hidup sesuai dengan pengalaman negara-negara maju (William J. Baumol dan Wallace E. ates, hal. 45-47)

1. Benda berbentuk butiran (dust)

Sifa : Butiran-butiran baik padat maupun cair yang tersebar di atmosfer, seperti debu, dari tepung, abu, jelaga, logam, serta berbagai bentuk kimia, butiran-butiran tersebut biasanya dikelompokkan menurut ukuran sebagai berikut :

- Lebih besar dari 50 mikron (mengendap)
- Lebih kecil dari 50 mikron (aerosol)
- Lebih kecil dri 3 mikron (bahan sangat kecil)
Sumber : kebakaran hutan, transportasi, pembakaran bahan-bahan padat dll.
Akibat terhadap kesehatan: beracun, asma serta pernapasan terganggu, batuk , dada terasa sesak, menaikan kematian.

2. Sulfur Dioksida (SO₂)

Sifat: gas tak berwarna, bau pedas/tjam, beroksidasi membuat sulfur Trioksida (SO₃) yang dengan air membentuk asam yang mengandung belerang

Sumber: pembakaran bahan bakar fosil, proses industri, tarnsportasi

Akibat pada kesehatan : gangguan pernapasan, empysema, fungsi paru-paru berkurang, mata terganggu, menaikan kematian

3. Hidro Karbon (HC)

Sifat : bahan organik dalam bentuk gas atau butiran-butiran

Sumber: pembakaran tidak sempurna, bahan bakar serta benda-benda yang mengandung karbon, kebakaran hutan, metabolisme tumbuh-tumbuhan, reaksi atmosfer.

Akibat terhadap kesehatan: mengganggu mata, hidung dan tenggorokan bila terlalu lama kontak dengannyadapat meimbulkan kanker

4. Oksida Nitrogen (NO_x)

Sifat: gas berwarna merah kecoklatan dengan bau tajam

Sumber: pembakaran dalam mesin, pembakaran stationer pada pabrik-pabrik, rekasi atmosfer, transportasi

Akibat pada kesehatan: Salesmphysema, penyakit paru-paru, pada anak-anak menimbulkan penyakit pernapasan, nephritis kronis

5. Karbon Monoksida (CO)

Sifat: tidak berwarna, tidak berbau, berbahaya karena dapat bergabung dengan haemoglobin dalam darah

Sumber: pembakaran tak sempurna bahan bakar, asap rokok, industri

Akibat pada kesehatan: mengurangi kapasitas darah mengangkut O₂, gangguan jiwa, mengganggu perkembangan janin, fungsi panca indra berkurang, kemampuan berpikir berkurang, dll.

6. Timah Hitam (Pb)

Sifat : berat, lunak, unsur kimiawi kelabu, logam yang ditempa

Sumber: asap mobil sepanjang jalan raya, radiator mobil, cat

Akibat pada kesehatan: berakumulasai dengan organ tubuh, gangguan jiwa, anemia

2.3 Mikrostruktur TiO₂

Seperti telah diketahui, sebagai fotokatalis, TiO₂ berfungsi dalam mengeliminasi polutan berbahaya di lingkungan/di atmosfer. Dalam bentuk lapisan tipis, fotokatalis yang tidak berfungsi merupakan hal yang menarik karena fotokatalis tersebut memudahkan proses pemisahan katalis dari aliran yang aktif. Ada 2 tipe lapisan tipis fotokatalis yaitu tipe transparan dan tipe non-transparan (opaque). Tipe transparan menggunakan Polyethylene Glycol (PG; dengan berat molekul 600) sedangkan tipe lainnya atau opaque menggunakan PEG1000 (berat molekul 1000). Lapisan tipis transparan bersifat datar, porus dan kekristalan yang cukup. Perbedaan antara kedua tipe tersebut muncul dikarenakan ukuran polimernya. Pada penelitian-penelitian sebelumnya, peneliti belum dapat menjelaskan alasan mengapa luas permukaan spesifik lapisan tipis transparan serupa dengan luas lapisan tipis buram (opaque) kecuali perbedaan-perbedaan yang nyata dalam struktur permukaannya.

Perbedaan yang cukup signifikan antara TiO₂-PEG600 and TiO₂-PEG1000 adalah dalam kepadatan ukuran partikel (ukuran nanometer) TiO₂. Telah diketahui bahwa perbedaan karakteristik ini dikaitkan dengan ukuran polimer. Dalam hal ini, TiO₂-PEG600, ukuran partikel nonometernya ditemukan selama proses pemisahan/penarikan. Situasi ini dapat dilihat dimana partikel PEG600 akan mengapung dalam larutan substrat selama proses pemisahan. PEG600 dipisahkan dengan cara pemanasan dan kemudian lapisan porus akan terbentuk. Begitu pula dengan partikel TiO₂ yang terbentuk dalam sistem PEG1000.

Pengetahuan tentang mikrostruktur fotokatalis lapisan tipis sangat penting untuk mengarahkan penelitian-penelitian selanjutnya yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan fotokatalis dari suatu material.

2.4 Kemampuan Lapisan Tipis Fotokatalis

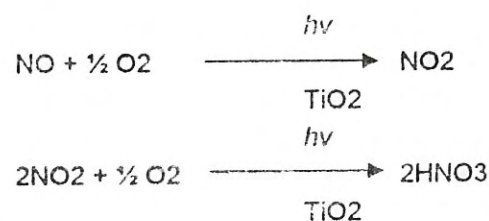
Nitrogen Oksida (NO_x, NO + NO₂) yang diemisikan dari kendaraan dan fasilitas-fasilitas pembakaran adalah polutan udara yang berbahaya. Konsentrasi NO_x yang tinggi sering diobservasi di sepanjang jalan dan oleh karena itu, teknik untuk menurunkan polutan tersebut di atmosfer sangat diperlukan. Salah satu teknologi yang telah dikembangkan adalah dengan memanfaatkan senyawa TiO₂ yang secara aktif dapat mereduksi polutan NO_x di udara ambien.

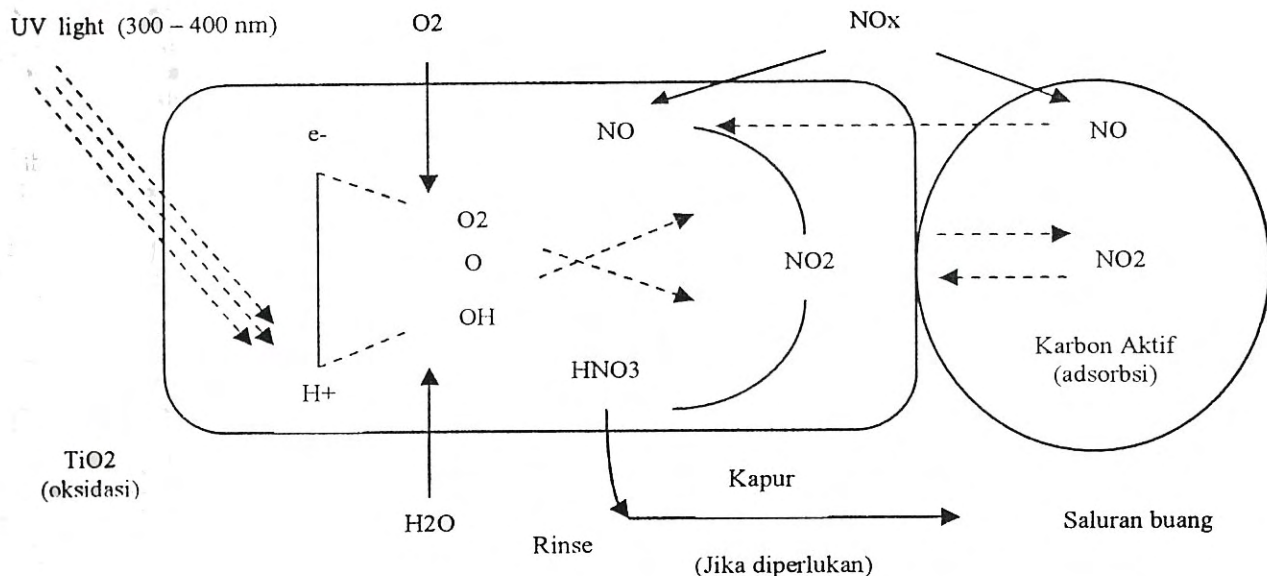
TiO₂ telah banyak dikenal sebagai fotokatalis dan zat kimia berwarna putih dan berbentuk powder yang berbahaya. Fotokatalis TiO₂ bereaksi dengan adanya irradiasi sinar UV di atmosfer pada panjang gelombang sekitar 360 nm. Tujuan utama pemanfaatan fotokatalis TiO₂ adalah untuk mengeliminasi NO_x di udara terbuka dalam kondisi intensitas sinar matahari yang cukup. Kendatipun demikian, dalam mengeliminasi NO_x, TiO₂ menghadapi satu masalah yaitu: desorpsi NO₂ dari permukaan fotokatalis TiO₂. Desorpsi NO₂ dari permukaan fotokatalis TiO₂ diamati selama proses oksidasi NO₂, dan proses ini sangat mengejutkan karena NO₂ itu sendiri merupakan polutan.

Penggunaan Karbon aktif dalam campuran fotokatalis TiO₂ telah dilaporkan oleh Ibusuki dan Uchida. Polutan-polutan akan diserap oleh Karbon Aktif dan kemudian dioksidasi oleh fotokatalis menjadi HNO₃. Meskipun demikian, perkembangan material fotokatalitis aktif yang mengandung karbon sangat sulit. Penelitian selanjutnya dilakukan dengan mendesain permukaan lapisan tipis Fotokatalis, dimana dengan memodifikasi luas permukaan, penyerapan NO₂ dapat terjadi. Diharapkan bahwa lapisan tipis fotokatalis memiliki banyak mikrospora, dan mereka bertindak sebagai katalis yang baik dalam mengeliminasi NO_x.

Perubahan konsentrasi NO dan NO₂ oleh fotokatalis lapisan tipis juga dipengaruhi oleh ketebalan lapisan. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh N. Negishi, disebutkan bahwa ketebalan lapisan tipis fotokatalis mempengaruhi kemampuan untuk mereduksi polutan NO dan NO₂. Percobaan ketebalan dilakukan dengan beberapa variasi seperti 1, 05 dan 0.25 um. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa fotokatalis dengan tebal 1 um mampu mengeliminasi polutan NO dan NO₂ lebih terbesar dibandingkan dengan ketebalan 0.5 dan 0.25 um.

Mekanisme reaksi yang terjadi dalam proses eliminasi tersebut dapat dilihat pada persamaan reaksi dan gambar 1 berikut ini.





Gambar 1
MEKANISME PELEASAN NO_x OLEH TEKNOLOGI PHOTOKATALIS

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Hipotesis

Beberapa hipotesis yang diambil dalam menjawab permasalahan yang timbul dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tingkat reduksi TiO₂ dalam cat besi dan cat tembok sama
2. Penambahan TiO₂ kedalam Cat (cat besi dan cat tembok) dapat mereduksi polutan NO_x

3.2 Lingkup Kegiatan

3.2.1 Persiapan

a. Bahan Kimia

Bahan-bahan kimia yang diperlukan adalah:

- TiO₂
- Tinner
- Aquades

b. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- Midget Impigner
- Spektrofotometer UV 260
- Termometer
- Generator
- Flow meter
- Pompa Isap

c. Benda Uji

Persiapan benda uji (cat + TiO₂) dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu :

1. Siapkan plat seng dengan ukuran 10 x 20 cm
2. Pembuatan campuran Cat + TiO₂ dengan variasi sebagai berikut: 0% TiO₂, 4% TiO₂, 8% TiO₂, 12% TiO₂, 16% TiO₂, dan 20% TiO₂

3. Masing-masing campuran dikuaskan pada permukaan plat seng dan kemudian keringkan.

d. Laboratorium (BOX kaca)

Sebelum melakukan pengukuran, beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Box kaca tidak bocor dan bersih selama penggunaan
2. Masing-masing box kaca mendapatkan perlakuan yang sama baik itu jenis polutan, konsentrasi polutan, waktu penghembusan, interval penghembusan dan laju aliran udara.
3. Box kaca berada pada ruang terbuka dan langsung terkena sinar matahari.

3.2.2 Teknik Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengukuran di laboratorium.

Variabel-variabel yang diukur adalah sebagai berikut:

- Konsentrasi NO_x, ppm
- Temperatur udara, °C

3.2.3 Teknik Pengukuran

Teknik pengukuran yang dilakukan untuk semua variabel tersebut adalah sebagai berikut :

1. Temperatur udara

Pengukuran temperatur udara dilakukan dengan menggunakan termometer yang diletakan di dalam masing-masing box kaca. Pembacaan dilakukan sesuai dengan lamanya pengukuran NO_x.

2. Konsentrasi NO_x

Pengukuran NO_x untuk masing-masing variasi (cat + TiO₂) dilakukan secara simultan dengan menggunakan alat Midget Impigner dan Spektrophotometer. Selama pengukuran, benda uji selalu dibandingkan terhadap kontrol (cat +

tanpa TiO₂). Rata-rata konsentrasi kontrol untuk NO_x adalah sebesar 0.1 ppm.

Pengukuran dilakukan dengan agregat waktu 20 menitan selama 8 jam, mulai jam 8.00 s/d 16.00.

3.2.4 Rancangan Analisis

Model statistik yang digunakan untuk menggambarkan adanya suatu hubungan antara Tingkat reduksi NO_x dengan Penambahan TiO₂ pada Cat adalah statistik deskriptif dan uji signifikansi (t-test).

3.2.5 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balai teknik Lalu Lintas dan Lingkungan Jalan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi, Bandung

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Komposisi Kimia Cat

TiO₂ merupakan salah satu bahan dasar pigmen putih yang umum digunakan dalam cat, maka komposisi kimia masing-masing cat yang digunakan perlu diketahui sebelumnya. Lebih jauh lagi komposisi awal ini perlu diketahui dalam upaya mengetahui kinerja cat awal yang berfungsi sebagai kontrol dalam mereduksi No_x.

Komposisi kimia masing-masing cat tersebut diuraikan pada tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1:
KOMPOSISI KIMIA CAT

No.	Parameter	Hasil (%)		
		Cat Besi Tipe A	Cat Besi Tipe B	Cat Tembok
1.	Padatan Total:	38.82	51.83	53.81
	1.1. Kadar Binder	32.57	41.82	13.26
	1.2. Kadar Pigmen:	6.25	10.01	40.55
	- Kadar TiO ₂	5.56	5.52	4.74
2.	Kadar Solven	61.18	48.17	46.19

4.2 Cat Tembok

4.2.1 Konsentrasi NO_x

Pengamatan penurunan konsentrasi NO_x oleh TiO₂ + cat tembok dilakukan dengan cara membandingkan masing-masing variasi penambahan TiO₂ ke dalam cat tembok terhadap kontrol yaitu box kaca kosong tanpa plat uji. Variasi penambahan TiO₂ terhadap cat tembok tersebut antara lain: 0%, 4%, 8%, 12%, 16% dan 20%.

Rata-rata penurunan konsentrasi No_x untuk masing-masing variasi tersebut disajikan dalam tabel-tabel berikut ini.

Tabel 4.2
PENGAMATAN PENURUNAN KONSENTRASI NO_x OLEH CAMPURAN CAT TEMBOK + 0% DAN 8% TiO₂.

	Konsentrasi NO _x			Pengurangan Konsentrasi NO _x Oleh			
	Cat Tembok			Cat Tembok			
	Kontrol Ppm	+ 0% TiO ₂ ppm	+ 8% TiO ₂ ppm	+ 0% TiO ₂		+ 8% TiO ₂	
			ppm	%	ppm	%	
Rata-rata	0,105	0,068	0,061	0,037	35	0,044	42
St. Deviasi	0,012	0,008	0,007	0,010	7	0,009	5
T-Test	0,104	-	-	-	0,000	-	0,000
Varians	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	46	0,0001	27

Tabel 4.3
PENGAMATAN PENURUNAN KONSENTRASI NO_x OLEH CAMPURAN CAT TEMBOK + 4% DAN 20% TiO₂.

	Konsentrasi NO _x			Pengurangan Konsentrasi NO _x Oleh			
	Cat Tembok			Cat Tembok			
	Kontrol Ppm	+ 4% TiO ₂ ppm	+ 20% TiO ₂ ppm	+ 4% TiO ₂		+ 20% TiO ₂	
			ppm	%	ppm	%	
Rata-rata	0,103	0,065	0,045	0,038	36	0,058	56
Std. Deviasi	0,011	0,004	0,004	0,009	6	0,012	7
T-Test	0,301	-	-	-	0,000	-	0,000
Varians	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	40	0,0001	43

Dari tabel 4.2, secara parsial terlihat bahwa rata-rata penurunan konsentrasi polutan Nox untuk 0% (0,037 ppm atau 35%) dan 8% (0,044 ppm atau 42%) berbeda nyata, hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikansi 2 ekor t-test untuk campuran tersebut di bawah 0,05 yaitu 0,000 dimana penambahan 8% TiO2 ke dalam cat tembok memperlihatkan reduksi yang relatif besar bila dibandingkan dengan penambahan 4% TiO2 terhadap cat yang sama.

Dari tabel 4.3, secara parsial terlihat bahwa rata-rata penurunan konsentrasi polutan NOx untuk 4% (0,038 ppm atau 36%) dan 20% (0,058 ppm atau 56%) berbeda nyata, hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikansi 2 ekor t-test untuk campuran tersebut di bawah 0,05 yaitu 0,000 di mana reduksi yang besar di tunjukkan oleh cat tembok yang ditambah dengan 20% TiO2.

Dari tabel 4.4, secara parsial terlihat bahwa rata-rata penurunan konsentrasi polutan Nox untuk 12% (0,065 ppm atau 59%) dan 16% (0,067 ppm atau 61%) tidak berbeda nyata, hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikansi 2 ekor t-test untuk campuran tersebut di bawah 0,05 yaitu 0,178. Hal ini terjadi dimungkinkan campuran sudah mendekati kejenuhan sehingga penambahan TiO2 tidak signifikan dengan kenaikan reduksi NOx.

4.2.2 Uji Hipotesis Cat Tembok

A. Uji T Sampel Berpasangan (CatTembok+TiO2)
Untuk mengetahui apakah semua perlakuan (0%, 4%, 8%, 12%, 16% dan 20%) mempunyai nilai rata-rata reduksi NOx yang sama maka dapat dilakukan dengan uji Uji T sampel berpasangan (Paired-Sample T-Test). Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.5 di bawah ini.

Dari uji Paired-sampel T-Test di atas terlihat bahwa secara umum menunjukkan bahwa rata-rata % penurunan NOx berbeda nyata untuk setiap perlakuan kecuali untuk pasangan 0% - 4%, 12%-16%, 12%-20% dan 16%-20%. Untuk CA0-CA4 nilai signifikan t-testnya 0,443 di atas 0,05 artinya bahwa penambahan 4% TiO2 kedalam cat tembok tidak berpengaruh besar terhadap reduksi yang terjadi. Begitu pula untuk pasangan CA12 s/d CA20, diasumsikan bahwa campuran telah mencapai jenuh sehingga penambahan TiO2 selanjutnya tidak berpengaruh besar terhadap reduksi NOx. Namun demikian, untuk membuktikan asumsi tersebut perlu dilakukan penelitian lebih lanjut

Tabel 4.4
PENGAMATAN PENURUNAN KONSENTRASI NOX OLEH CAMPURAN CAT TEMBOK + 12% DAN 16% TiO2.

	Konsentrasi NOx			Pengurangan Konsentrasi NOx Oleh			
	Cat Tembok			Cat Tembok			
	Kontrol Ppm	+12% TiO2 ppm	+16% TiO2 ppm	+12% TiO2		+ 16% TiO2	
			ppm	%	Ppm	%	
Rata-rata	0,109	0,044	0,042	0,065	59	0,067	61
Std. Deviasi	0,010	0,007	0,006	0,013	8	0,013	7
T-Test	0,001	-	-	-	0,178	-	0,178
Varians	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	59	0,0002	51

Tabel 4.5
PAIRED -SAMPLE T-TEST PENAMBAHAN TiO2 TERHADAP CAT TEMBOK

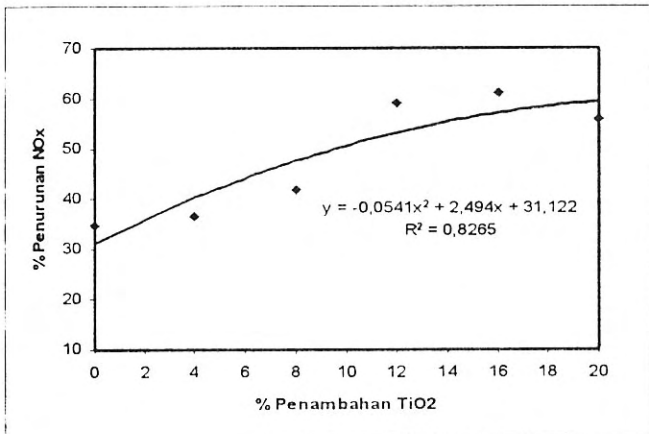
Pasangan	T	Df	Sig. (2-tailed)
Pair 1 CA0 - CA4	-0,788	15	0,443
Pair 2 CA0 - CA8	-6,599	15	0,000
Pair 3 CA0 - CA12	-8,314	15	0,000
Pair 4 CA0 - CA16	-9,622	15	0,000
Pair 5 CA0 - CA20	-7,425	15	0,000
Pair 6 CA4 - CA8	-2,584	15	0,021
Pair 7 CA4 - CA12	-7,483	15	0,000
Pair 8 CA4 - CA16	-8,995	15	0,000
Pair 9 CA4 - CA20	-14,144	15	0,000
Pair 10 CA8 - CA12	-7,300	15	0,000
Pair 11 CA8 - CA16	-8,832	15	0,000
Pair 12 CA8 - CA20	-5,927	15	0,000
Pair 13 CA12 - CA16	-1,412	15	0,178
Pair 14 CA12 - CA20	1,249	15	0,231
Pair 15 CA16 - CA20	2,130	15	0,050

B. Uji Korelasi dan Nilai Optimum % Penambahan TiO2 Pada Cat Tembok

Secara keseluruhan korelasi antara tingkat reduksi Nox dengan penambahan TiO2 dalam Cat Tembok dapat dilihat pada tabel 4.6 dan Gambar 2 Berikut ini.

Tabel 4.6
KORELASI PENURUNAN POLUTAN NOX OLEH TIO2 + CAT TEMBOK

Variasi Penambahan TiO2	Konsentrasi Nox		Reduksi	
	Tanpa Cat Tembok (ppm)	Ada Cat Tembok (ppm)	(ppm)	(%)
0	0,105	0,068	0,037	35
4	0,103	0,065	0,038	36
8	0,105	0,061	0,044	42
12	0,109	0,044	0,065	59
16	0,109	0,042	0,067	61
20	0,108	0,045	0,058	56
R2				0.8265



Gambar 2
TRENDLINE REDUKSI NOX OLEH TIO2 DALAM CAT TEMBOK

Dari Tabel 4.6 dan Gambar 2, terlihat bahwa penambahan TiO2 kedalam Cat Tembok berpengaruh terhadap kemampuan mereduksinya. Adanya

hubungan positif antara penambahan TiO2 terhadap Reduksi NOx ditunjukkan dengan nilai korelasi yang cukup baik yaitu 0,8265.

Berdasarkan atas persamaan yang diperoleh, penambahan % TiO2 optimum terhadap cat tembok dapat diketahui dengan cara menurunkan persamaan tersebut seperti yang diuraikan berikut ini.

$$\frac{dY}{dX} = 0$$

Dimana

$$Y = -0,0541 x^2 + 2,494x + 31,122$$

$$\frac{d(-0,0541 x^2 + 2,494x + 31,122)}{dX} = 0$$

$$-0,1082x + 2,494 = 0$$

$$x = \frac{2,4940}{0,1082}$$

$$x = 23,05 \approx 23\%$$

dengan mensubstitusikan nilai x kedalam persamaan, maka nilai optimum % penurunan NOx dapat dihitung sebagai berikut :

$$Y = -0,0606 (23)^2 + 2,5318(23) + 29,109$$

$$Y = 59,87\% \text{ penurunan NOx}$$

Dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan 23% TiO2 kedalam cat tembok dapat menurunkan konsentrasi NOx optimum sebesar 59,87 %.

4.3 Cat Besi

4.3.1 Konsentrasi NOx

Seperti halnya pengamatan terhadap cat tembok + % TiO2, untuk cat besi pun dilakukan pengamatan yang sama. Variasi penambahan TiO2 terhadap cat besi adalah 0%, 4%, 8%, 12%, 16% dan 20%.

Rata-rata penurunan konsentrasi Nox untuk masing-masing variasi tersebut disajikan dalam tabel-tabel berikut ini.

Tabel 4.7
PENGAMATAN PENURUNAN KONSENTRASI NOX OLEH CAMPURAN CAT BESI + 0% TIO2 TANPA PENAMBAHAN TIO2)

No. Sampel	Konsentrasi Nox			Reduksi Nox			
	Kontrol (ppm)	CB-A (ppm)	CB-B (ppm)	CB-A (ppm)	CB-A (%)	CB-B (ppm)	CB-B (%)
Rata - rata	0,097	0,059	0,060	0,038	39	0,037	38
Std. Deviasi	0,007	0,006	0,006	0,008	7	0,005	4
T Test	0,098	-	-	-	0,757	-	0,757
Varian	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	47	0,0000	17

Tabel 4.8:
PENGAMATAN PENURUNAN KONSENTRASI NOX OLEH CAMPURAN CAT BESI + 4% TiO₂
(TANPA PENAMBAHAN TiO₂)

No. Sampel	Konsentrasi Nox			Reduksi Nox			
	Kontrol (ppm)	CB-A (ppm)	CB-B (ppm)	CB-A (ppm)	CB-A (%)	CB-B (ppm)	CB-B (%)
Rata – rata	0,102	0,064	0,064	0,038	37	0,038	37
Std. Deviasi	0,009	0,008	0,005	0,008	7	0,006	4
T Test	0,351	-	-	-	0,984	-	0,984
Varian	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	46	0,0000	13

Keterangan:

CB-A: Cat Besi Jenis A

CB-B: Cat Besi Jenis B

Tabel 4.9:
PENGAMATAN PENURUNAN KONSENTRASI NOX OLEH CAMPURAN CAT BESI + 8% TiO₂
(TANPA PENAMBAHAN TiO₂)

No. Sampel	Konsentrasi Nox			Reduksi Nox			
	Kontrol (ppm)	CB-A (ppm)	CB-B (ppm)	CB-A (ppm)	CB-A (%)	CB-B (ppm)	CB-B (%)
Rata – rata	0,097	0,059	0,061	0,039	39	0,036	37
Std. Deviasi	0,007	0,005	0,005	0,010	8	0,005	4
T Test	0,140	-	-	-	0,316	-	0,316
Varian	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	67	0,0000	19

Keterangan:

CB-A: Cat Besi Jenis A

CB-B: Cat Besi Jenis B

Tabel 4.10:
PENGAMATAN PENURUNAN KONSENTRASI NOX OLEH CAMPURAN CAT BESI + 12% TiO₂
(TANPA PENAMBAHAN TiO₂)

No. Sampel	Konsentrasi Nox			Reduksi Nox			
	Kontrol (ppm)	CB-A (ppm)	CB-B (ppm)	CB-A (ppm)	CB-A (%)	CB-B (ppm)	CB-B (%)
Rata – rata	0,094	0,058	0,059	0,036	38	0,035	37
Std. Deviasi	0,012	0,007	0,011	0,014	11	0,008	7
T Test	0,082	-	-	-	0,985	-	0,985
Varian	0,0002	0,0000	0,0001	0,0002	129	0,0001	47

Keterangan:

CB-A: Cat Besi Jenis A

CB-B: Cat Besi Jenis B

Dari tabel 4.7, terlihat bahwa rata-rata penurunan konsentrasi polutan NO_x untuk 0% TiO₂ + CB-A dan 0% TiO₂ + CB-B, masing-masing sebesar 0,038 ppm atau 39% dan 0,037 ppm atau 38% tidak berbeda nyata. Hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikansi 2 ekor t-test untuk campuran tersebut di atas 0,05 yaitu 0,757, artinya meskipun kemampuan Cat Besi A asli (tanpa penambahan TiO₂) dalam mereduksi NO_x lebih besar 1% dari Cat Besi B asli (tanpa penambahan TiO₂), secara statistik ternyata dianggap sama satu sama lain.

Dari tabel 4.8, terlihat bahwa rata-rata penurunan konsentrasi polutan NO_x untuk 4% TiO₂ + CB-A dan CB-B yang masing-masing sebesar 0,038 ppm atau 37% dan 0,038 ppm atau 37% tidak berbeda nyata satu sama lain, hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikansi 2 ekor t-test untuk campuran tersebut di atas 0,05 yaitu 0,984. Ini berarti bahwa penambahan 4% TiO₂ terhadap cat besi jenis A maupun cat besi jenis B tidak menunjukkan hasil reduksi yang berbeda.

Dari tabel 4.9, terlihat bahwa rata-rata penurunan konsentrasi polutan NO_x untuk 8% TiO₂ + CB-A dan 8% TiO₂ + CB-B

masing-masing sebesar 0,039 ppm atau 39% dan 0,036 ppm atau 37% tidak berbeda nyata satu sama lain, hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikansi 2 ekor t-test untuk campuran tersebut di atas 0,05 yaitu 0,316. Ini berarti bahwa penambahan 8% TiO₂ terhadap cat besi jenis A atau jenis B menunjukkan hasil reduksi yang sama.

Dari tabel 4.10, terlihat bahwa rata-rata penurunan konsentrasi polutan NO_x untuk 12% TiO₂ + CB-A dan 12% TiO₂ + CB-B masing-masing sebesar 0,036 ppm atau 38% dan 0,035 ppm atau 37% tidak berbeda nyata satu sama lain, hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikansi 2 ekor t-test untuk campuran tersebut di atas 0,05 yaitu 0,985. Ini berarti bahwa penambahan 12% TiO₂ terhadap cat besi jenis A atau B menunjukkan hasil reduksi yang sama kendatipun cat besi jenis A (CB-A) reduksinya relatif lebih besar 1%.

Dari kehomogenan data, hasil yang diperoleh untuk masing-masing cat besi adalah relatif homogen ditunjukkan dengan nilai varian yang mendekati 0 yaitu 0,0001 dan 0,0002.

Tabel 4.11:
PENGAMATAN PENURUNAN KONSENTRASI NOX OLEH CAMPURAN CAT BESI + 16% TiO₂
(TANPA PENAMBAHAN TiO₂)

No. Sampel	Konsentrasi Nox			Reduksi Nox			
	Kontrol (ppm)	CB-A (ppm)	CB-B (ppm)	CB-A (ppm)	CB-A (%)	CB-B (ppm)	CB-B (%)
Rata – rata	0,103	0,062	0,063	0,042	40	0,041	39
Std. Deviasi	0,009	0,005	0,007	0,007	4	0,007	5
T Test	0,161	-	-	-	0,658	-	0,658
Varian	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	18	0,0000	27

Keterangan:

CB-A: Cat Besi Jenis A

CB-B: Cat Besi Jenis B

Tabel 4.12:
PENGAMATAN PENURUNAN KONSENTRASI NOX OLEH CAMPURAN CAT BESI + 20% TiO₂
(TANPA PENAMBAHAN TiO₂)

No. Sampel	Konsentrasi Nox			Reduksi Nox			
	Kontrol (ppm)	CB-A (ppm)	CB-B (ppm)	CB-A (ppm)	CB-A (%)	CB-B (ppm)	CB-B (%)
Rata – rata	0,095	0,059	0,060	0,037	38	0,035	37
Std. Deviasi	0,011	0,007	0,007	0,014	11	0,007	5
T Test	0,105	-	-	-	0,785	-	0,785
Varian	0,0001	0,0001	0,0000	0,0002	129	0,0000	21

Keterangan:

CB-A: Cat Besi Jenis A

CB-B: Cat Besi Jenis B

Dari tabel 4.11, terlihat bahwa rata-rata penurunan konsentrasi polutan NO_x untuk 16% TiO₂ + CB-A dan 16% TiO₂ + CB-B adalah masing-masing sebesar 0,042 ppm atau 40% dan 0,041 ppm atau 39% tidak berbeda nyata satu sama lain, hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikansi 2 ekor t-test untuk campuran tersebut di atas 0,05 yaitu 0,658. Ini berarti bahwa penambahan 16% TiO₂ terhadap cat besi jenis A atau B menunjukkan hasil reduksi yang sama meskipun reduksi yang lebih besar ditunjukkan oleh cat besi jenis A (CB-A).

Dari tabel 4.12, terlihat bahwa rata-rata penurunan konsentrasi polutan NO_x untuk 20% TiO₂ + CB-A dan 20% TiO₂+CB-B masing-masing sebesar 0,037 ppm atau 38% dan 0,035 ppm atau 37% tidak berbeda nyata satu sama lain, hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikansi 2 ekor t-test untuk campuran tersebut di atas 0,05 yaitu 0,785. Ini berarti bahwa penambahan 20% TiO₂ terhadap cat besi jenis A atau B menunjukkan hasil reduksi yang sama walaupun cat besi jenis A (CB-A) menunjukkan reduksi yang lebih besar.

4.3.2 Uji Hipotesis Cat Besi

Uji T Sampel Berpasangan (Cat Besi + TiO₂)

Untuk mengetahui apakah semua perlakuan (0%, 4%, 8%, 12%, 16% dan 20%) mempunyai nilai rata-rata reduksi NO_x yang sama di dalam grupnya, maka dapat dilakukan dengan uji Uji T sampel berpasangan (Paired-Sample T-Test). Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini.

Dari Uji Paired-sampel T-Test di atas terlihat bahwa secara keseluruhan menunjukkan bahwa rata-rata % penurunan NO_x tidak berbeda nyata untuk setiap perlakuan terlihat dengan nilai signifikan 2 ekor t-testnya di atas 0,05. Hasil tersebut membuktikan bahwa penambahan TiO₂ 0% s/d 20% terhadap cat besi jenis A tidak menyebabkan tingkat reduksi menjadi meningkat. Hal ini diduga karena cat besi memiliki daya tutup dan resin yang relatif lebih baik dari cat tembok sehingga akan menutupi/mengalangi kontak antara TiO₂ dengan udara luar. Adapun reduksi yang terjadi, diduga disebabkan oleh absorpsi material/bahan cat yang terkandung didalamnya. Untuk mendukung dan membuktikan dugaan tersebut perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Seperti halnya cat besi jenis A, cat besi jenis B pun menunjukkan pola yang sama dimana dari hasil Uji Paired-sampel T-Test-nya secara keseluruhan, nilai signifikan 2 ekor t-testnya di atas 0,05. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan TiO₂ 0% s/d 20% tidak berpengaruh terhadap tingkat reduksi NO_x, diduga karena cat besi memiliki daya tutup dan resin yang relatif lebih baik dari cat tembok sehingga akan menutupi/mengalangi kontak antara TiO₂ dengan udara luar. Adapun reduksi yang terjadi, diduga disebabkan oleh absorpsi material/bahan cat yang terkandung didalamnya. Untuk mendukung dan membuktikan dugaan tersebut perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Tabel 4.13:
PAIRED -SAMPLE T-TEST PENAMBAHAN TIO2 UNTUK CAT BESI A

Pasangan		T	Df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	CBA0 - CBA4	0,785	15	0,445
Pair 2	CBA0 - CBA8	-0,215	15	0,832
Pair 3	CBA0 - CBA12	0,349	15	0,732
Pair 4	CBA0 - CBA16	-0,587	15	0,566
Pair 5	CBB0 - CBA20	-1,370	15	0,893
Pair 6	CBA4 - CBA8	-0,914	15	0,375
Pair 7	CBA4 - CBA12	-0,111	15	0,913
Pair 8	CBA4 - CBA16	-1,679	15	0,114
Pair 9	CBA4 - CBA20	-0,137	15	0,893
Pair 10	CBA8 - CBA12	-0,458	15	0,653
Pair 11	CBA8 - CBA16	-0,412	15	0,686
Pair 12	CBA8 - CBA20	0,452	15	0,658
Pair 13	CBA12 - CBA16	-0,894	15	0,385
Pair 14	CBA12 - CBA20	-0,035	15	0,973
Pair 15	CBA16 - CBA20	0,570	15	0,461

Tabel 4.14:
PAIRED -SAMPLE T-TEST PENAMBAHAN TIO2 UNTUK CAT BESI B

Pasangan		T	Df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	CBB0 - CBB4	0,877	15	0,395
Pair 2	CBB0 - CBB8	0,773	15	0,541
Pair 3	CBB0 - CBB12	0,358	15	0,725
Pair 4	CBB0 - CBB16	-0,660	15	0,519
Pair 5	CBB0 - CBB20	1,837	15	0,417
Pair 6	CBB4 - CBB8	-0,047	15	0,963
Pair 7	CBB4 - CBB12	-0,243	15	0,812
Pair 8	CBB4 - CBB16	-1,491	15	0,157
Pair 9	CBB4 - CBB20	0,120	15	0,906
Pair 10	CBB8 - CBB12	-0,130	15	0,898
Pair 11	CBB8 - CBB16	-1,255	15	0,229
Pair 12	CBB8 - CBB20	0,171	15	0,867
Pair 13	CBB12 - CBB16	-0,889	15	0,388
Pair 14	CBB12 - CBB20	0,243	15	0,811
Pair 15	CBB16 - CBB20	1,830	15	0,087

C. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Dari uji Paired-Sampel T-Test cat tembok secara umum menunjukkan rata-rata % penurunan NOx berbeda nyata.
- Adanya hubungan positif antara penambahan TiO2 ke dalam cat tembok vs tingkat reduksi Nox ditunjukkan dengan nilai $R^2 = 0,8265$
- Penambahan 23% TiO2 ke dalam cat tembok, mampu mereduksi NOx optimum sebesar 59,87%

- Penambahan TiO2 0% s/d 20% terhadap cat besi jenis A atau B tidak berpengaruh terhadap tingkat reduksi Nox dibuktikan dengan uji paired-sampel t-test secara keseluruhan nilai signifikansi 2 ekor t-testnya di atas 0,05
- TiO2 dalam Cat tembok mampu mereduksi Nox mereduksi NOX lebih baik dibandingkan cat besi

5.2 Saran

- Untuk mengetahui kinerja Cat Tembok + TiO2, perlu dilakukan uji lapangan dengan mempertim-

bangkan : jarak peletakkan panel, jumlah panel dan disain panel yang murah, aman dan ramah lingkungan

- Untuk mendukung dan membuktikan bahwa reduksi yang terjadi pada cat besi disebabkan oleh adanya zat atau bahan kimia lain selain TiO₂ maka perlu penelitian lebih lanjut

DAFTAR PUSTAKA

1. Motor Vehicle Pollutant, Reduction Strategies Beyond 2010, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris.
2. Widyapura, Masalah Pencemaran Udara, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkotaan dan Lingkungan (P4L), Oktober 1988, Jakarta.

3. Fachrudin M. Mangunjaya, 1992. Polusi Udara Ancaman Kesehatan bagi Manusia. Buletin Amerta No. 2/vol.7 Juli – September 1992.
4. Pusat Litbang Jalan (1999), laporan Penelitian Teknologi Pereduksi Polusi Udara dengan Menggunakan Photokatalis Semi Konduktor, 2000.

Penulis :

- *Ir. Nanny Kusminingrum, Ahli Peneliti Muda Bidang Lingkungan Jalan, Puslitbang Prasarana Transportasi*
- *Asep Sunandar, Staf Balai Teknik Lalu Lintas dan Lingkungan Jalan, Puslitbang Prasarana Transportasi.*



PENELITIAN KERUSAKAN LINGKUNGAN JALAN AKSES KUARI AKIBAT PENGAMBILAN MATERIAL KONSTRUKSI JALAN

Benny Moestofa

RINGKASAN

Makalah ini menguraikan metodologi penilaian dampak lingkungan akibat penambangan sumber-sumber material yang digunakan untuk pembangunan dan pemeliharaan konstruksi jalan. Banyaknya keluhan dan tuntutan masalah lingkungan dari masyarakat yang bermukim di sepanjang jalan akses kuari. Beberapa keluhan dan tuntutan tersebut telah menimbulkan pertikaian/konflik yang serius antara pemilik kuari dengan masyarakat di sekitar jalan akses kuari.

Makalah ini berkaitan dengan aspek-aspek teknik metodologi penilaian dampak lingkungan di sepanjang jalan akses kuari. Makalah ini juga merangkum dan menganalisa keluhan dan tuntutan tersebut yang telah dikumpulkan dari sumber-sumber material (kuari) selama beberapa tahun di kabupaten Purwakarta, propinsi Jawa Barat. Kaitan-kaitan berbagai keluhan dan tuntutan yang terjadi di sepanjang tepi jalan akses kuari, kebisingan lalu-lintas serta polusi udara dikaji dan dianalisa. Selanjutnya dikaji pula masalah lingkungan yang besar dan kritis, termasuk proses terjadinya serta beberapa saran untuk menghindari timbulnya masalah tersebut

SUMMARY

This paper illustrates a methodology for the assessment of the environmental impact connected with the development and exploitation of material sources for use in road construction and maintenance. Many complaints and claims on the environmental problems have been arising from the roadside residents along the quarry access road. Some of them had developed to serious conflicts between quarry owners and the residents.

This paper deals with the technical aspects of the assessment methodology of the environmental impact along the quarry access road. This paper also is to summaries and analyzes these complaints and claims, which were collected of material sources for several years in Purwakarta district, West Java province. Some relationships between various issues of the complaints and claims and the features of access roadsides, traffic noises, and air pollution were studied and analyzed. Then, major serious environmental problems and their processes to occur were also studied and some suggestions are made in order to avoid the occurrence of such problems.

I. PENDAHULUAN

Pembangunan pada dasarnya merupakan suatu upaya untuk mengelola dan memanfaatkan sumber daya alam guna meningkatkan taraf kehidupan rakyat. Dalam setiap pelaksanaan kegiatan pembangunan, termasuk pula penyediaan material untuk konstruksi jalan akan menimbulkan perubahan lingkungan, khususnya pada jalan akses kuari dan sekitarnya. Perubahan lingkungan alam tersebut dapat menimbulkan dampak positif (menguntungkan) maupun dampak negatif (merugikan) dengan tingkat besaran dampak berbeda-beda, makin besar perubahan lingkungan yang terjadi, maka makin besar pula dampak yang ditimbulkannya.

Dengan demikian dalam pengambilan material, khususnya pengangkutannya melalui jalan akses kuari dapat menimbulkan kerusakan lingkungan. Oleh karena itu dampak lingkungan yang timbul pada jalan akses kuari harus dipantau untuk mengetahui seberapa jauh kegiatan pengambilan material dapat menimbulkan dampak atau perubahan kualitas lingkungan jalan akses kuari. Untuk itu diperlukan suatu prosedur operasional standar dalam identifikasi pencemaran lingkungan jalan akses kuari. Hasil identifikasi ini akan memberikan gambaran yang

lebih jelas tentang komponen-komponen lingkungan akses kuari, besar dan tingkat kepentingan dampak yang timbul, sehingga dapat dirumuskan saran tindak lanjut dalam upaya mengurangi dampak negatif (merugikan) dan meningkatkan dampak positif (menguntungkan).

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Hipotesa

Penggunaan Prosedur Operasional Standar (POS) dalam Identifikasi Pencemaran Lingkungan dapat menjelaskan jenis komponen-komponen lingkungan dan besarnya dampak yang timbul apakah melewati ambang batas atau tidak pada jalan akses kuari dan sekitarnya, sehingga dapat dijadikan alat pengawasan dan pengendalian pemerintah daerah setempat dalam pemberian Surat Izin Penambangan Daerah (SIPD).

2.2. Pendekatan penelitian

Pendekatan yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah pendekatan interdisipliner dengan mengikuti alur kegiatan pengadaan material

secara sistematis. Pendekatan ini diawali dengan kegiatan pengumpulan data sekunder berupa informasi dasar tentang seluruh kegiatan pengadaan material untuk proyek infrastruktur, khususnya konstruksi jalan yang menimbulkan perubahan komponen atau kerusakan lingkungan jalan akses kuari.

Data sekunder tersebut digunakan untuk menentukan komponen lingkungan yang mengalami perubahan mendasar (dampak penting) dan perlu mendapat perhatian khusus untuk dijadikan sebagai isu pokok. Untuk memudahkan identifikasi dampak yang timbul, maka dilakukan pengelompokan dampak penting dengan tujuan agar diperoleh isu-isu pokok lingkungan yang dapat menggambarkan secara utuh dan lengkap perihal :

- 1). Keterkaitan antara pengadaan material dengan komponen lingkungan jalan akses kuari yang mengalami perubahan mendasar (dampak penting)
- 2). Keterkaitan antara berbagai komponen dampak penting yang timbul sebagai akibat adanya pengadaan material.

Langkah selanjutnya adalah menentukan :

1. Indikator lingkungan
2. Parameter lingkungan
3. Indikasi dan tingkat kerusakan lingkungan
4. Metode pengamatan dan pengambilan contoh lingkungan
5. Metode identifikasi atau pengukuran komponen-komponen lingkungan.

Kegiatan awal yang paling penting dalam penelitian ini adalah membuat rancangan formulir isian lapangan standar dilengkapi dengan petunjuk cara pengisiannya serta kuesioner. Oleh karena itu, formulir isian lapangan tersebut dibuat secara sistematis dan praktis, terdiri dari dua lembar formulir yaitu :

1. Lokasi, Lingkungan dan Cara Penambangan Kuari
2. Kondisi Lingkungan Jalan Akses Kuari

Sedangkan kuesioner mencakup data responden, keadaan sebelum dan sesudah adanya penambangan kuari.

2.3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1). Tahap persiapan merupakan kegiatan pengumpulan data sekunder yang mencakup, antara lain: pengumpulan peta topografi, peta geologi, peta sistim lahan, peta ruas jalan, data curah hujan, data kerusakan lingkungan serta program perencanaan dan pelaksanaan pembangunan jaringan jalan.
- 2). Tahap survei pendahuluan merupakan kegiatan pengumpulan data awal kondisi jalan akses pada

beberapa lokasi kuari terpilih dengan melakukan penyebaran kuesioner terhadap penduduk yang bermukim di sepanjang jalan akses kuari.

- 3). Tahap pekerjaan lapangan merupakan kegiatan identifikasi jenis kegiatan yang menimbulkan dampak dan tingkat pencemaran yang terjadi dengan menggunakan formulir isian lapangan standar (standar field forms) yang dilengkapi dengan petunjuk cara pengisiannya (manual) yang telah dirancang secara sistematis dan praktis.

2.4. Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi penelitian ini dilakukan berdasarkan hasil-hasil survei pendahuluan dengan mempertimbangkan beberapa kriteria :

1. Jalan akses kuari harus berdekatan dengan daerah pemukiman penduduk
2. Panjang jalan akses kuari minimal 500 meter
3. Jumlah kendaraan pengangkut material yang lewat jalan akses kuari perhari minimal 50 buah kendaraan
4. Jalan akses kuari yang diteliti harus dari lokasi kuari-kuari yang sedang aktif beroperasi
5. Jalan akses kuari yang diteliti harus yang paling potensial terkena dampak akibat adanya kegiatan operasional kuari, antara lain pengangkutan material dan mobilisasi alat-alat berat.

Dengan mempertimbangkan beberapa kriteria tersebut di atas, maka dapat dipilih lokasi penelitian yang paling potensial dan representatif untuk digunakan sebagai proyek percontohan (pilot project).

2.5. Metode Evaluasi dan Analisa Dampak

Metode evaluasi dampak yang timbul terhadap lingkungan jalan akses kuari akibat pengambilan material untuk konstruksi jalan adalah metode sekoring. Metode sekoring adalah metode yang menggunakan besaran perubahan kualitas lingkungan dengan skor 1 sampai 5 seperti tampak pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1
PENILAIAN BESARAN DAMPAK

NO.	PERUBAHAN KUALITAS LINGKUNGAN (%)	TINGKAT BESARAN	SEKOR
1.	> 81	Sangat besar	5
2.	61 - 80	Besar	4
3.	41 - 60	Sedang kecil	3
4.	21 - 40	Kecil	2
5.	0 - 20	Sangat kecil	1
6.	Tidak ada perubahan	Tidak ada	0

Besaran dampak dinilai berdasarkan besarnya perubahan terhadap kondisi awal, sedangkan penilaian derajat pentingnya dampak ditentukan berdasarkan 7 kriteria pokok dampak yang tercantum dalam pasal 3 ayat 1, Peraturan Pemerintah Nomor 51 tahun 1993, yaitu :

1. Jumlah manusia yang terkena dampak
2. Luas wilayah sebaran dampak
3. Lamanya dampak berlangsung
4. Intensitas dampak
5. Banyaknya komponen lingkungan lainnya yang terkena dampak
6. Sifat kumulatif dampak
7. Berbalik atau tidak berbaliknya dampak.

Adapun analisa dampak yang dilakukan terhadap komponen-komponen lingkungan pada jalan akses kuari adalah :

- 1). Komponen Fisik Kimia, terdiri dari:
 1. Iklim
 2. Fisiografi
 3. Hidrologi
 4. Kebisingan
 5. Pencemaran udara
- 2). Komponen Sosial Ekonomi dan Budaya, terdiri dari :
 - a. Analisa Deskriptif, yaitu melihat kondisi ekonomi, sosial dan budaya yang diperkirakan mempunyai potensi terkena dampak dari kegiatan pengangkutan material
 - b. Analisa Korelasi, yaitu untuk menentukan ada atau tidak adanyahubungan atau korelasi antara kegiatan proyek dengan aspek lingkungan ekonomi, sosial dan budaya.

III. HASIL-HASIL PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Berdasarkan hasil survei pendahuluan, maka dipilih 6(enam) lokasi jalan akses kuari yang paling potensial terkena dampak disekitar rencana lokasi proyek jalan tol Cikmpek-Padalarang. Adapun nama lokasi, desa, kecamatan dan kabupaten terpilih dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2.
DAFTAR LOKASI PENELITIAN

No.	Nama Lokasi	Desa	Kecamatan	Kabupaten
1.	Citalang	Citalang	Purwakarta	Purwakarta
2.	Cicadas	Cicadas	Cicadas	Purwakarta
3.	Pasir Pining	Batu Tumpang	Plered	Purwakarta
4.	Gunung Keris	Sela Awi	Pesawahan	Purwakarta
5.	Gunung Sembung	Malang Nengah	Sukatani	Purwakarta
6.	Batu Datar	Cibodas	Sukatani	Purwakarta

3.2. Pekerjaan Lapangan

3.2.1 Survei Pendahuluan

Setelah dilakukan pemilihan lokasi penelitian yang representatif, maka dalam survei pendahuluan dilakukan pula kegiatan pengumpulan data awal kondisi jalan akses kuari pada setiap lokasi terpilih. Pengumpulan data awal dilakukan dengan penyebaran kuesioner terhadap penduduk yang bermukim di sepanjang jalan akses kuari.

Penyebaran kuesioner dimaksudkan untuk mengkaji komponen social, budaya, ekonomi dan kesehatan penduduk. Kajian komponen lingkungan tersebut dilakukan dengan wawancara terhadap responden yang bermukim di sepanjang jalan akses kuari dan sekitarnya dengan menggunakan formulir kuesioner yang telah dipersiapkan sebelumnya. Pemilihan responden dilakukan secara acak di setiap lokasi penelitian, khususnya pemuka masyarakat atau pejabat desa (lurah), sedangkan keluarga yang diwawancari sebanyak 10 kk yang dianggap mewakili setiap lokasi.

Pendataan dilakukan terhadap struktur penduduk dan dikelompokkan menurut umur, jenis kelamin, mata pencaharian, pendidikan dan agama. Demikian pula pendataan komponen sosial yang penting lainnya yaitu :

1. Tingkat dan sebaran kepadatan penduduk
2. Angkatan kerja produktif
3. Pola perkembangan penduduk

Disamping itu didata pula kondisi sebelum dan sesudah adanya kegiatan penambangan material (kuari), antara lain :

1. Kebisingan
2. Kondisi air
3. Kondisi udara
4. Kondisi kesehatan

3.2.2 Pencemaran Udara dan Kebisingan

Untuk mengetahui sejauhmana tingkat pencemaran lingkungan yang terjadi dari setiap lokasi jalan akses kuari yang diteliti, maka dilakukan pengukuran dan pengamatan terhadap komponen-komponen lingkungan yang mengalami perubahan mendasar (dampak penting), yaitu :

1. Pencemaran udara
2. Kebisingan

i. Pengambilan Sampel

Untuk mengetahui tingkat pencemaran udara dilakukan pengambilan sampel udara, debu dan gas buangan sebanyak 3(tiga) sampel pada setiap lokasi penelitian. Sampel udara, debu dan gas buangan yang ditimbulkan oleh alat angkut material (dump truck) yang melewati jalan akses kuari diambil dengan menggunakan alat penakar debu (miget duster) seperti tampak foto dalam Gambar 1.

Demikian pula dilakukan pengukuran kebisingan alat angkut material dengan pemantau kebisingan (sound system level). Hal ini dilakukan untuk mengetahui sejauhmana tingkat pencemaran lingkungan terhadap kesehatan penduduk yang bermukim disepanjang jalan akses kuari dan sekitarnya.

ii. Pengujian Laboratorium

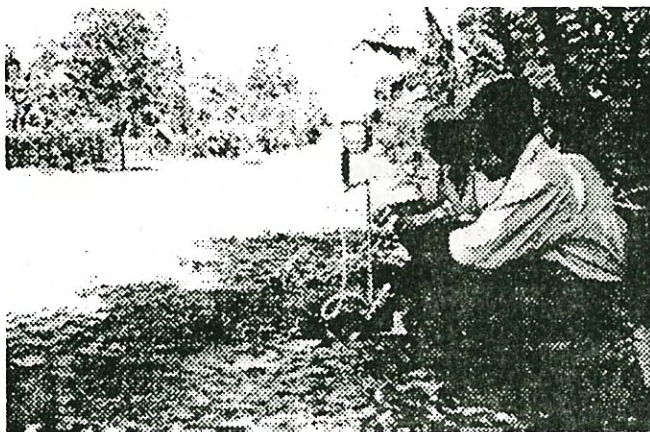
Pengujian laboratorium dilakukan terhadap seluruh sampel komponen lingkungan yang diperoleh dari hasil penyelidikan lapangan untuk mengetahui jenis dan tingkat polutan yang terjadi pada setiap lokasi jalan akses kuari yang diteliti.

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium terhadap sampel udara berupa fraksi debu, NOx, CO, SO2 dan HC dari seluruh lokasi yang diteliti, maka diketahui bahwa tingkat pencemaran udara di lingkungan jalan akses kuari dan sekitarnya cukup besar seperti tampak dalam Tabel 3.1. dibawah ini.

Tabel 3.1.
DATA PENCEMARAN UDARA

Parameter	Satuan	Lokasi Jalan Akses Kuari						Ambang Batas
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	
HC	PPM	1,65	1,71	1,61	1,63	1,60	1,68	1,60
SO2	mg/m ³	189	261	263	259	260,5	259,9	260
CO	PPM	22,5	21,95	21,8	19,9	19,96	20,10	20
NOx	PPM	92,8	91,91	92,97	92,0	91,99	92,45	92,50
Debu	mg/m ³	0,215	0,261	0,221	0,189	0,267	0,250	0,190

K1 = Citalang K3 = Pasir Pining K5 = Gunung Sembung
K2 = Cicadas K4 = Gunung Keris K6 = Batu Datar



Gambar 1.
FOTO PENGUKURAN DAN PENGAMATAN PENCEMARAN UDARA PADA LOKASI GUNUNG SEMBUNG

Berdasarkan hasil pengukuran kebisingan terhadap alat angkut material yang melewati keenam jalan akses kuari diteliti, maka diketahui bahwa tingkat

polusi kebisingan (Noise Pollution Level dari setiap lokasi yang diteliti telah melewati ambang batas seperti tampak dalam Tabel 3.2. dibawah ini.

Tabel 3.2.
Tingkat Kebisingan Lalu-Lintas

No.	Nama Lokasi	Tingkat Kebisingan		
		TNI	LEQ	LNP
1	Citalang	73	73	81
2	Cicadas	75	73	81
3	Pasir Pining	69	75	82
4	Gunung Keris	69	75	82
5	Gunung Sembung	77	76	84
6	Batu Datar	69	75	82

TNI = Traffic Noise Index = $4(L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30$

LEQ = Noise Level Equivalent = $L_{50} + \frac{(L_{10} - L_{90})^2}{56}$

LNP = Noise Pollution Level = $L_{50} + (L_{10} - L_{90}) + \frac{(L_{50} - L_{90})^2}{60}$

3.3. Evaluasi dan Analisa

3.3.1 Data Sosio Ekonomi

Hasil penyebaran kuesioner dan observasi di lapangan (wawancara dengan penduduk setempat), menunjukkan adanya dampak positif, khususnya penyerapan tenaga kerja, peningkatan kesejahteraan dan keterampilan penduduk setempat.

Dampak positif yang makin lama cenderung makin berkembang adalah perubahan struktur sosio ekonomi penduduk yang bermukim di sepanjang jalan akses kuari dan sekitarnya. Disamping itu pemerintah daerah setempat, mulai dari kelurahan, kecamatan dan kabupaten (Dati II), bahkan kadang-kadang Dati I memperoleh keuntungan ekonomi berupa retribusi sebagai salah satu sumber pendapatan daerah. Selain dampak positif dijumpai pula adanya dampak negatif yang langsung dirasakan penduduk setempat, yaitu pengaruh budaya atau kultural yang dibawa oleh para pendatang serta masalah kesehatan yang cenderung memburuk. Umumnya gangguan kesehatan penduduk yang bermukim di sepanjang jalan akses kuari disebabkan adanya polusi udara.

Berdasarkan hasil wawancara dengan penduduk setempat, maka dapat diketahui bahwa persepsi penduduk terhadap adanya kegiatan pengambilan material (kuari) cukup baik, meskipun semua harapan belum ada yang terpenuhi, antara lain perbaikan jalan akses kuari yang rusak berat, sarana kesehatan, sarana ibadah dan sebagainya. Dari keenam lokasi yang diteliti diketahui bahwa umumnya jalan akses kuari mengalami rusak berat, akibat bobot kendaraan dengan muatan material (± 18 ton) telah melebihi kemampuan daya dukung jalan akses tersebut

3.3.2 Data Pencemaran Udara

Berdasarkan data pencemaran udara hasil penyelidikan lapangan dan pengujian laboratorium terhadap fraksi debu dan gas buangan yang terdiri

dari NOx, CO, SO2 dan HC, maka diketahui bahwa lingkungan pada jalan akses kuari telah mengalami pencemaran udara cukup besar.

Tingkat pencemarannya telah melewati ambang batas yang diizinkan (Tabel 3.1) atau adanya kegiatan pengangkutan material melalui jalan akses kuari telah menimbulkan dampak negatif. Adapun besarnya dampak yang timbul termasuk dalam kategori "sedang" dengan skor 3, yaitu besarnya perubahan kualitas lingkungan adalah 41-60%.

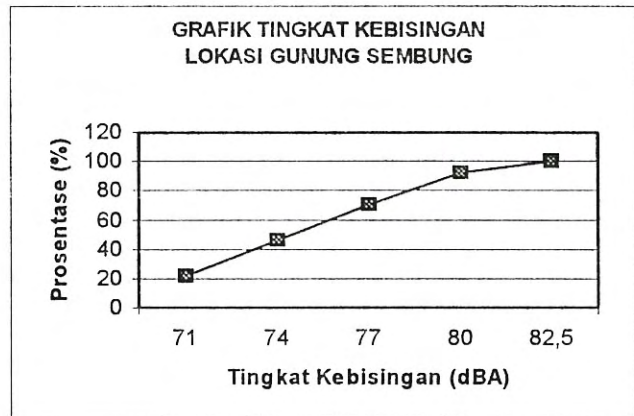
3.3.3 Data Kebisingan

Berdasarkan data kebisingan hasil pengukuran dan pengamatan lapangan terhadap alat angkut material yang melewati jalan akses kuari diketahui bahwa umumnya tingkat kebisingan dari setiap lokasi telah melewati ambang batas yang telah diizinkan. Sesuai dengan peraturan yang berlaku untuk baku mutu kebisingan yang dikeluarkan oleh Menteri KLH No.02/MEN/KLH/1988 seperti tampak pada Tabel 3.3, maka tingkat kebisingan yang terjadi pada semua lokasi jalan akses kuari yang diteliti telah melewati ambang batas dan dapat mengganggu kesehatan penduduk yang bermukim disekitarnya.

Tabel 3.3.
TINGKAT KEBISINGAN YANG DIIZINKAN

No.	Daerah/ Wilayah	Tingkat Kebisingan (dBA)	
		Yang Diizinkan	Yang Disarankan
1.	Pemukiman	45	60
2.	Industri	65	70
3.	Pertokoan	75	85
4.	Rekrasi	50	60

Tingkat kebisingan daerah pemukiman yang masih dapat ditoleransi (disarankan) maksimum 60 dBA, sedangkan nilai kebisingan hasil pengukuran dan pengamatan di lapangan telah melewati ambang batas yang diizinkan (lihat Tabel 3.2), khususnya LNP = 81-84 dBA. Besarnya dampak yang timbul termasuk dalam kategori "sedang" dengan skor 3, yaitu besarnya perubahan kualitas lingkungan akibat adanya kebisingan adalah 41-60%. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang perolehan nilai kebisingan pada Tabel 3.2, maka diberikan contoh perhitungan tingkat kebisingan pada lokasi Gunung Sembung dalam Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2.
CONTOH PERHITUNGAN TINGKAT KEBISINGAN PADA LOKASI JALAN AKSES KUARI GUNUNG SEMBUNG.

Distribusi Komulatif Kebisingan Lokasi Gunung Sembung

fi (dBA)	Dist (fi)	Kumulatif	%
71	11	11	22
74	12	23	46
77	12	35	70
80	11	46	92
82,5	4	50	100

Nilai Tingkat Kebisingan:

TNI = Traffic Noise Index = 77 < 74

LEQ = Noise Level Equivalent = 76 > 67

LNP = Noise Pollution Level = 84 > 74

3.3.4 Pengaruh Dampak Negatif terhadap Masyarakat

Berdasarkan analisa data pencemaran udara, data kebisingan yang umumnya melewati ambang batas serta hasil penyebaran kuesioner terhadap penduduk yang bermukim di sepanjang jalan akses kuari dan sekitarnya, maka dapat diuraikan pengaruh dampak negatif terhadap komponen lingkungan hidup, khususnya gangguan terhadap kesehatan serta kehidupan masyarakat pada umumnya sebagai berikut :

1. Debu yang ditimbulkan oleh alat angkut material mengganggu penglihatan dan membuat mata terasa sangat pedih
2. Debu dan gas emisi yang ditimbulkan oleh alat angkut material tersebut membuat sesak napas, batuk dan sakit mata terutama anak-anak penduduk yang bermukim disekitar jalan akses tersebut

3. Kebisingan ditimbulkan oleh alat angkut material sangat mengganggu ketenangan kehidupan masyarakat, terutama mengganggu pendengaran, sehingga tidak dapat bekerja atau istirahat dengan tenang, dimana sebelum ada kegiatan penambangan/angkutan material kehidupan masyarakat umumnya tenang atau tidak terganggu.

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

- 1). Metode pengumpulan data komponen lingkungan dengan penyebaran kuesioner terhadap responden yang bermukim di sepanjang jalan akses kuari serta penggunaan formulir isian lapangan dalam identifikasi dampak penting merupakan suatu cara yang efisien dan tepat guna.
- 2). Penggunaan alat penakar debu (miget duster) dan alat deteksi tingkat kebisingan (sound system level) sangat membantu dalam penentuan komponen lingkungan yang terkena dampak serta besarnya dampak yang terjadi, sehingga memudahkan penilaian baku mutu lingkungan jalan akses kuari dan sekitarnya.
- 3). Berdasarkan evaluasi dan analisis pencemaran udara dan kebisingan dari keenam lokasi jalan akses kuari, maka hasilnya diuraikan sebagai berikut:
 1. Nilai fraksi debu dan gas buangan yang ditimbulkan oleh alat angkut material (dump truck) umumnya telah melewati ambang batas, khususnya fraksi debu, HC dan CO
 2. Tingkat kebisingan yang ditimbulkan oleh alat angkut material (dump truck) jauh melewati ambang batas dan cenderung dapat membahayakan kesehatan masyarakat yang bermukim di sepanjang jalan akses kuari dan sekitarnya,
 3. Gangguan terhadap kesehatan masyarakat umumnya berupa gangguan pendengaran, batuk, sesak napas dan sakit mata.
- 4). Besarnya dampak negatif yang ditimbulkan oleh adanya kegiatan pengangkutan material melalui jalan akses kuari termasuk dalam kategori "sedang" dengan skor 3, yaitu besarnya perubahan kualitas lingkungan akibat adanya pencemaran udara dan kebisingan adalah 41-60%.

4.2. Saran-Saran

- 1). Untuk menertibkan dan mengurangi kegiatan yang berpotensi menimbulkan dampak negatif serta mengembangkan dampak positif, maka disarankan untuk melakukan identifikasi komponen-komponen lingkungan secara periodik.

- 2). Untuk mengurangi tingkat kerusakan jalan akses kuari, maka disarankan melakukan pembatasan muatan maksimal 12 ton atau disesuaikan dengan desain perkerasan yang ada.
- 3). Untuk dapat merealisasikan saran pada butir 2, maka perlu dilakukan koordinasi secara terpadu antara Pemerintah Daerah Tingkat I dan II dengan instansi terkait secara langsung, khususnya instansi yang mengeluarkan Surat Izin Penambangan Daerah (SIPD).
- 4). Untuk menekan dampak negatif yang timbul akibat adanya pengeluaran gas emisi dari kendaraan pengangkut material, maka para pengusaha kuari diwajibkan untuk memasang saringan knalpot pada setiap dump truck milik pengusaha atau proyek yang melewati jalan akses kuari.

DAFTAR PUSTAKA

1. Soemarwoto, O. 1988. Analisis Dampak Lingkungan. Gajah Mada Univ. Press., Yogyakarta.
2. Hardjosoemantri, K. 1983. Hukum Tata Lingkungan. Gajah Mada Univ. Press., Yogyakarta
3. Soeryani, M. 1985. Analisis dan Pengelolaan Kualitas Lingkungan dalam AMDAL. Konferensi PSL VI di Jakarta, 15-17 Oktober 1985.
4. Undang-Undang No. 4/1982 tentang Ketentuan-Ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup.
5. Pedoman Penentuan Dampak Penting dan Lampiran-nya (Kep-40/MNKLH/6/1987) Kantor Menteri Negara KLH.
6. Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan (Kep-02/MNKLH/1/1988) Kantor Menteri Negara KLH.
7. Moestofa, B. 1994. Penelitian Kerusakan Lingkungan akibat Pengambilan Bahan Jalan, Pusat Litbang Jalan, Badan Litbang PU, Departemen PU, Nomor 11/096/PT/94.
8. Moestofa, B. 1995. Penelitian Pengaruh Pengambilan Bahan Jalan terhadap Lingkungan, Pusat Litbang Jalan, Badan Litbang PU, Departemen PU, Nomor 11/102/PT/95.
9. Moestofa, B. 1996. Penelitian Baku Mutu Pencemaran Lingkungan akibat Pengambilan Bahan Jalan, Pusat Litbang Jalan, Badan Litbang PU, Departemen PU, Nomor 11/-/GT/96.

Penulis:

Ir. Benny Moestofa, Peneliti Muda Bidang Geoteknik Jalan, Pusat Litbang Prasarana Transportas.



BAHAN PEREMAJA UNTUK PROSES DAUR ULANG PERKERASAN BERASPAL YANG DAPAT DIPEROLEH DENGAN MUDAH

Tjitjik Wasiah Suroso

RINGKASAN

Pemanfaatan kembali perkerasan beraspal yang telah rusak yang dikenal dengan nama daur ulang perkerasan beraspal dimana aspal pada perkerasan lama dapat diperbaiki kembali dengan penambahan bahan peremaja. Saat ini bahan peremaja untuk daur ulang perkerasan aspal diperoleh dari luar negeri ataupun dari dalam negeri dimana mutunya belum sesuai dengan yang kita harapkan.

Oleh karena itu Puslitbang Prasarana Transportasi mencoba membuat bahan peremaja dengan bahan dasar produksi dalam negeri.

Komposisi bahan peremaja yang dapat digunakan salah satunya adalah dari campuran olie SAE 10 dan aspal dengan perbandingan 17,5% : 82,5% campuran tersebut mempunyai ketahanan pelapukan yang kecil serta harga yang relatif murah dan memenuhi kriteria (persyaratan) sebagai bahan peremaja tipe Medium (M). Formula tersebut bisa dibuat dengan mudah serta bahan mudah diperoleh sehingga ekonomis dan praktis, dapat dilakukan dengan kemampuan/pendidikan yang rendah sekalipun.

SUMMARY

The re-use of deteriorated asphalt pavement known as asphalt recycling is asphalt in old pavement can be improved by adding rejuvenated agent. Recently, rejuvenated agent for recycling was imported from overseas since home product are low quality.

The fore, IRE conducted a research to make rejuvenated agent using local materials.

One of rejuvenated composition is 17,5 % part of Oil SAE 10 and : 82,5 % part of asphalt . The mixture has small aging index, relative cheap and meet the requirement as rejuvenated agent of medium type (M), the formulation can be easily and the materials are easily obtained, so that it is more economical and practical and no special training is required to make this product.

I. PENDAHULUAN

Di Indonesia pemanfaatan kembali campuran beraspal dari perkerasan lama yang telah mengalami kerusakan atau lebih dikenal dengan daur ulang, belum banyak dilakukan sehingga dianggap kurang tersedia informasi atau data-data bagi pelaksanaan daur ulang. Salah satu faktor berhasil atau tidaknya proses daur ulang adalah dari mutu bahan peremaja (modifier).

Oleh karena itu untuk mencari jenis modifier yang memenuhi persyaratan mutu, kemudahan pelaksanaan serta kemudahan memperoleh bahan campuran, perlu dilakukan penelitian. Sehingga dapat menghasilkan campuran (mutu campuran) seperti yang diharapkan

Dalam penelitian ini diduga bahan peremaja dari campuran Olie SAE 10 dengan perbandingan 17,5% Olie SAE 10 dan 82,5% aspal yang memenuhi persyaratan mutu bahan peremaja type M, dapat meningkatkan mutu aspal (awet) yang telah mengalami penurunan mutu (aging).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Latar Belakang

Faktor utama yang melatarbelakangi meningkatnya penggunaan recycling adalah meningkatnya biaya untuk aspal. Dengan daur ulang berarti ada penghematan aspal dan penghematan agregat sehingga selain menghemat biaya aspal sekaligus dapat membantu melestarikan alam. Hal ini sangat membantu bagi daerah-daerah yang tidak memiliki sumber pengadaan agregat lokal yang berarti dapat mengurangi biaya transportasi agregat.

Di samping itu daur ulang dapat mengurangi bahan bakar karena dengan berkurangnya penggunaan aspal berarti akan berkurang juga bahan bakar untuk memanaskan aspal dan agregat sehingga membantu melestarikan sumber energi (AF. Stock, M. Phil, Phd; tahun 1982).

2.2. Daur ulang

Telah diketahui bahwa aspal akan mengeras selama pencampuran dan penghamparan, proses pengerasan ini dapat terus berlangsung selama masa pelayanan terutama apabila udara dapat bersirkulasi menembus campuran beraspal diperkerasan.

Peremajaan aspal hasil daur ulang menyangkut pencampurannya dengan peremaja yang sesuai, adalah untuk mengembalikan ke kondisi (mutu) aspal semula.

Tahapan - tahapan penggunaan modifier untuk Daur Ulang

1. Meningkatkan mutu aspal sampai nilai penetrasi aspal seperti penetrasi semula (baru)
2. Analisa kimia modifier dan aspal hasil reklamasi, untuk mengetahui mutu aspal dari perkerasan lama dan mutu modifier yang dihasilkan.
3. Perbaiki mutu komposisi campuran beraspal seperti kondisi semula, mengetahui bagaimana pengaruh penambahan modifier terhadap aspal hasil perkerasan lama.

2.3. Hal-hal yang perlu diperhatikan

Campuran beraspal dari perkerasan lama yang telah mengalami kerusakan menunjukkan gejala brittle (rapuh) harus dilakukan pengujian mutu antara lain penetrasi aspal dan kadar aspal. Dari perkerasan jalan yang telah mengalami pelapukan umumnya mempunyai nilai penetrasi yang rendah (keras). Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan dengan cara penambahan bahan peremaja (modifier) sampai mempunyai nilai penetrasi yang diinginkan.

Selain itu perlu diperhatikan setiap atau bila pengadaan bahan daur ulang perkerasan dari lokasi yang berbeda maka harus diperiksa campurannya antara lain komposisi modifier, aspal baru dan agregat baru yang perlu ditambahkan sehingga akan menghasilkan campuran baru sesuai yang diharapkan

2.4. Bahan peremaja

Suatu sifat penting dari bahan peremaja adalah menghasilkan campuran beraspal yang stabil, tidak mudah menguap, dapat menaikkan mutu perkerasan, mudah penyimpanannya, sehingga dapat menghasilkan mutu aspal yang sama atau mendekati aslinya. Jika bahan peremaja mengandung parafin yang tidak stabil, bahan ini akan mengalami syneresis yaitu keluarnya minyak (fraksi cair) ke permukaan.

Dikatakan selama angka perbandingan antara basa Nitrogen (N) terhadap Parafin (P) dalam bahan peremaja lebih besar dari 0,5% campuran aspal lama dan bahan peremaja tidak akan mengalami syneresis (AF. Stock, M. Phil, Phd; tahun 1982).

Sebagai pendekatan, testamen yang dibuat oleh Davidson dan kawan-kawan (1979) dapat mengetahui angka penetrasi atau angka kekentalan yang digunakan untuk memperkirakan jumlah bahan peremaja (Gambar 1 dan Gambar 2).

2.4.1 Penentuan jumlah bahan peremaja berdasarkan penetrasi

1. Tentukan kadar aspal lama, tarik garis vertical garis (1)
2. Tentukan penetrasi aspal lama (X), tarik garis horizontal mel X, sampai berpotongan dengan garis (1) pada titik (Y)
3. Tarik garis antara bahan peremaja yang digunakan (pada contoh grafik tipe M) garis (3) dengan Y sampai memotong garis vertical (4) pada kadar aspal yang diinginkan pada titik Z.
4. Tarik garis mendatar dari Z (5) ke kiri sampai memotong sumbu X dititik P maka diperoleh penetrasi aspal hasil penambahan bahan peremaja.
5. Tentukan prosen modifier sehingga diperoleh penetrasi aspal (Z) dengan cara membuat beberapa perbandingan aspal dan modifier sampai diperoleh angka penetrasi + Z.

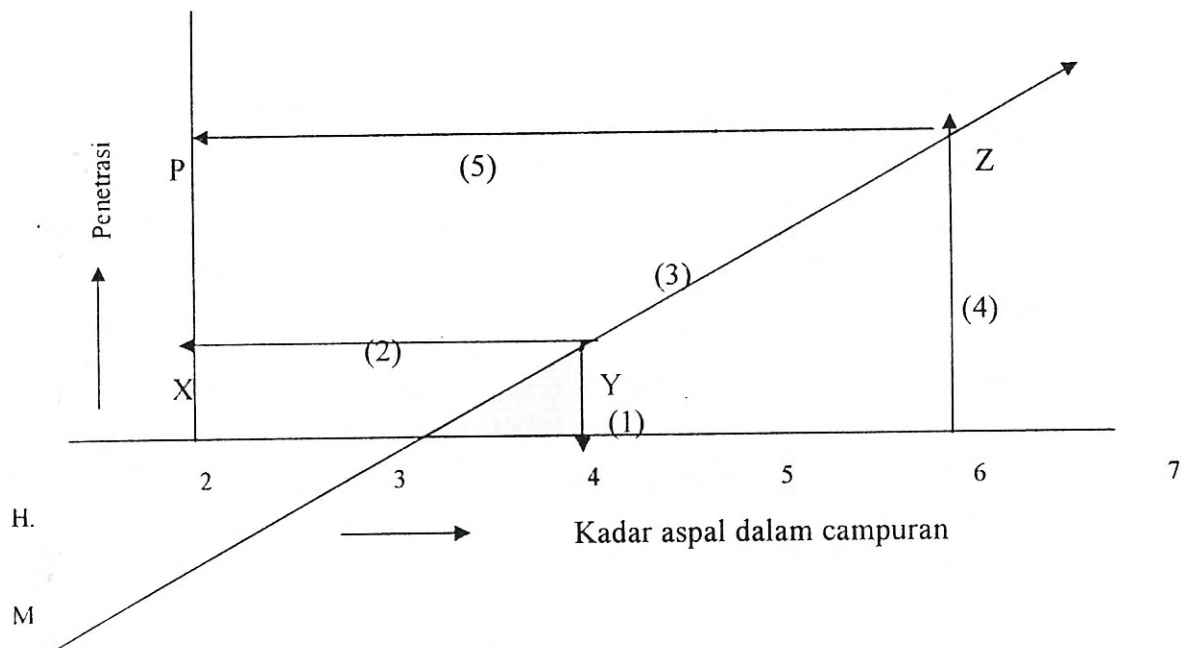


Diagram 1
PENENTUAN PENETRASI ASPAL LAMA + MODIFIER

2.4.2 Bila Bila digunakan data kekentalan maka :

1. Tentukan kekentalan aspal lama, hubungkan titik pada angka kekentalan lama dengan bahan peremaja yang digunakan (tipe H)
2. Tarik garis vertikal dari persen bahan peremaja yang diperoleh dari langkah 5 sampai memotong garis pada langkah (a).
3. Tarik garis mendatar dari titik perpotongan pada langkah (b) hingga memotong sumbu (y) titik potong ini merupakan kekentalan aspal hasil penambahan bahan peremaja.

2.5 Spesifikasi bahan peremaja

Bahan peremaja harus mempunyai tiga fungsi yaitu :

1. Bahan peremaja yang ditambahkan ke dalam campuran harus sesuai/cocok dan mudah pengerjaannya (persyaratan kekentalan dalam tabel 1).
2. Memperbaiki konsistensi yang diinginkan (persyaratan kekentalan dalam tabel 1).
3. Komposisi bahan peremaja dan aspal yang sesuai dapat menaikkan keawetan dari aspal yang dihasilkan. (persyaratan keawetan, komposisi parameter malten, dan bagian yang mudah menguap, pada Tabel 1).

Berdasarkan fungsi tersebut di atas serta hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Davidson (1979), Roster and White (1962), serta Jamicson and Hatting (1970) telah diketahui komposisi kimia akan berubah bila aspal mengalami pelapukan. Hal ini dapat diperbaiki dengan hydrocarbon yang memenuhi syarat (terpilih) yaitu hydrocarbon yang mempunyai titik didih tinggi, penguapannya kecil dan mempunyai nilai keawetan tinggi antara lain olie.

2.6. Mutu Olie Bekas

Dari hasil penelitian analisa kimia yang dilakukan oleh Soewardjo AD, Daur Ulang minyak pelumas bekas, dikatakan bahwa olie bekas tanpa pemurnian mempunyai korosivitas tinggi sehingga akan menyebabkan korosi pada peralatan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metodologi

Penelitian dilaksanakan dengan cara percobaan laboratorium untuk mendapatkan formula modifier yang memenuhi persyaratan sesuai Tabel 1.

3.2 Hipotesa

Olie merupakan produk sefamili dengan aspal yang mempunyai titik didih tinggi, sehingga penambahan oli ke dalam aspal diperkirakan dapat menurunkan parameter keawetan aspal (aspal menjadi lebih awet).

3.3. Peralatan dan contoh penelitian .

3.3.1. Peralatan yang digunakan

- Alat ekstraksi
- Roll Thin Film Oven (RTFO)
- Absolut viskosimeter
- Penetrometer
- Ring and Ball (R&B)
- Ruang asam
- Pressure Aging Vessel (PAV)
- Piknometer, dll.

3.3.2. Contoh penelitian

Pada penelitian ini digunakan Olie SAE 10, 40, 50, 90 dan aspal pen 60 yang beredar dipasaran, bahan campuran aspal dari perkerasan lama diambil dari daerah Yogyakarta

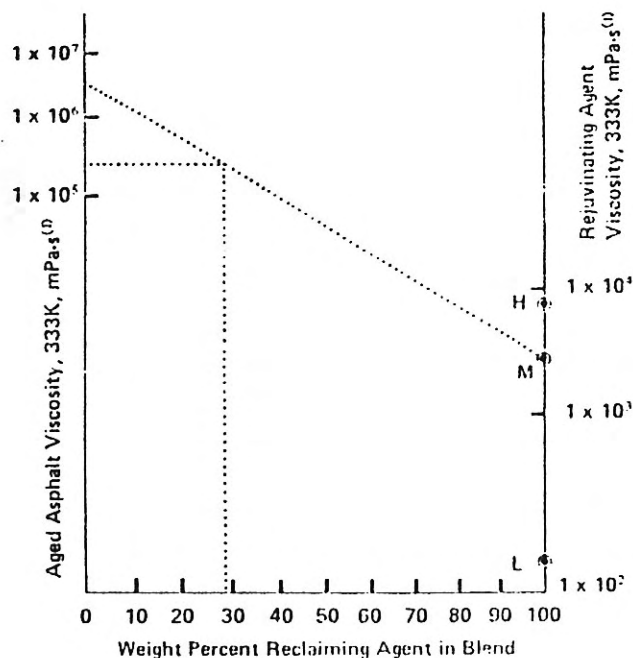


Diagram 2
PENENTUAN KEKENTALAN ASPAL LAMA + MODIFIER

Tabel 1.
SPESIFIKASI BAHAN PEREMAJA⁷

No.	Jenis Pengujian	Fungsi dan Kegunaan	Cara Pengujian	Spesifikasi		
				Tipe L	Tipe M	Tipe H
1.	Kekentalan, cst	Kemudahan pencampuran	ASTM D 2170	80-500	1000-4000	5000-10000
2.	Titik nyala (COC), °F	Faktor keselamatan	ASTM D 92	Min 350	Min 350	Min 350
3.	Bagian yang mudah Menguap ➢ Titik didih awal, °F ➢ Penguapan 2, % ➢ Penguapan 5, %	Menjaga polusi dan pengerasan karena penguapan	ASTM D 1160	Min 300	Min 300	Min 300
				Min 375	Min 375	Min 375
				Min 140	Min 140	Min 140
4.	Keawetan N/P	Menjaga syneresis	ASTM D 2008	Min 0,5	Min 0,5	Min 0,5
5.	Komposisi kimia PM	Keawetan aspal dlm Daur ulang	ASTM D 2006	0,2-1,2	0,2-1,2	0,2-1,2
6.	Berat jenis	Perhitungan	ASTM D 70	-	-	-

Tabel 2.
HASIL PENELITIAN OLIE BEKAS YANG DIAMBIL DARI BENGKEL
SELAMA DUA BULAN BERTURUT-TURUT

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian Olie Bekas	
		Contoh I	Contoh II
1.	Viskositas pada 50°F, cst	44	40
2.	Titik nyala, °C	220	224
3.	Berat jenis	0,852	0,854
4.	Penyulingan		
	➢ Tetes pertama, °C	275	210
	➢ Pada 190, % asli	-	-
	225, % asli	-	7
	260, % asli	-	33
	315, % asli	33	50
	360, % asli	100	100
5.	Viskositas residu pada :		
	➢ 50°C	45	50
	➢ 60°C	28	35
6.	Titik nyala, °C	236	224
7.	Penurunan berat, %	1,838	2,105
8.	Kadar parafin, %	0,196	0,212

Tabel 3.
HASIL PENGUJIAN CAMPURAN BITUMEN DARI PERKERASAN LAMA
DENGAN BERBAGAI BAHAN PEREMAJA DAN ASPAL BARU (FRESH)

No.	Jenis Pengujian	AC Pen 60/70	B. garukan Cikampek	Mod. Olie 20	Mod olie 10	Olie bekas	Mophalt
		A	B	C	D	E	F
1.	Penetrasi	65	18	60,3	60,8	61,4	58,8
2.	Titik lembek	47,6	59,6	49	50,2	49	52,2
3.	Daktalitas	>140	>140	>140	>140	>140	>140
4.	LOH	0,0273	0,4627	0,3181	0,3256	0,3285	0,6176
5.	Pen. Stlh LOH	55(85)	15(88)	50(83)	51(84)	51(83)	48(81)
6.	Dak. Stlh LOH	>140	10	>140	>140	>140	>140
7.	T. Lembek Stlh LOH	48,8	62	50,8	52	51,4	54
8.	Berat jenis	1,0294	1,0319	1,0227	1,0261	1,0283	1,0311
9.	Parameter Malthene	1,06	1,35	1,05	1,08	1,14	1,4
10.	N/P	1,52	2,2	1,36	1,38	1,5	> 0,5

Keterangan :

- A = Aspal pen 60/70
- B = Aspal dari bahan garukan Tol Cikampek
- C = Aspal lama + bahan peremaja dari aspal + Olie SAE 20
- D = Aspal lama + bahan peremaja dari aspal + Olie SAE 10
- E = Aspal lama + bahan peremaja dari aspal + minyak nabati

IV. HASIL PENELITIAN

4.1 Penelitian bahan peremaja.

4.1.1 Mutu Oli bekas

Oli bekas diambil di bengkel yang sama pada dua bulan berturut turut. Hasil pengujian seperti tertera pada tabel 2.

Dari hasil penelitian pada Tabel 2 tersebut di atas menunjukkan tidak konstannya mutu olie bekas sehingga tidak disarankan menggunakan olie bekas. Oleh karena itu penelitian di arahkan dengan menggunakan olie baru dan minyak nabati dengan pemikiran bahan tersebut agak susah menguap, dapat melarutkan aspal dan mudah diperoleh dipasaran.

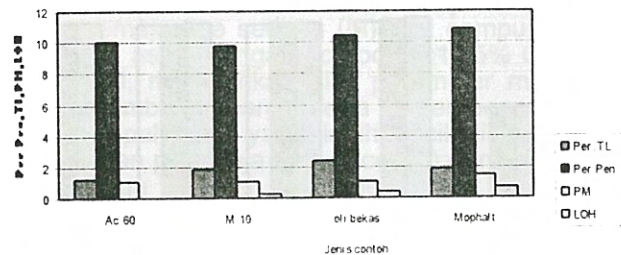
4.1.2 Oli dan Mophalt sebagai bahan peremaja .

Hasil penelitian bahan peremaja dari campuran aspal ditambah Olie SAE 10, Olie SAE 20, dan minyak nabati seperti tertera pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 4.
KRITERIA KEAWETAN ASPAL.

Parameter Malten (PM)	Kriteria keawetan aspal
< 0,4	Aspal terlalu lunak
0,4 - 1, 2	Keawetan sangat bagus.
1,2 - 1,7	Keawetan sedang
> 1,7	Aspal tidak awet

Jenis contoh Vs. Per Pen, TL, PM, LOH



Gambar 1
BERBAGAI BAHAN PEREMAJA VS SIFAT FISIK

Dari hasil percobaan tersebut di atas dapat diambil kesimpulan bahwa bahan peremaja dari campuran Olie + aspal lama, lebih baik, lebih awet dari peremaja mophalt plus aspal lama, karena setelah pemanasan perubahan penetrasi, perubahan titik lembek, penurunan berat yang kecil, Parameter Maltene (PM) =1,08 lebih kecil dibandingkan PM Mophalt plus aspal = 1,4.

Aspal yang mempunyai Parameter Malten kecil akan lebih awet dari pada aspal yang mempunyai parameter malten yang lebih besar , sesuai kreteria dari Rostler and White Seperti tertera pada tabel 3.

4.2. Jenis dan Komposisi oli

4.2.1 Penelitian jenis Olie sebagai bahan peremaja

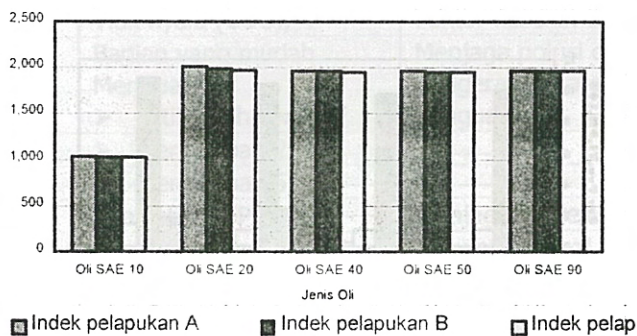
Untuk menentukan jenis Olie mana yang akan digunakan sebagai bahan peremaja dilakukan penentuan Indeks pelapukan campuran Olie dan aspal.

Tabel 4.
JENIS OLIE VS INDEK PELAPUKAN

Jenis Olie	Indek pelapukan		
	A	B	C
➤ Olie SAE 10 (I)	1,030	1,027	1,025
➤ Olie SAE 20 (II)	2,010	1,980	1,970
➤ Olie SAE 40 (III)	1,960	1,960	1,950
➤ Olie SAE 50 (IV)	1,960	1,950	1,950
➤ Olie SAE 90 (V)	1,960	1,959	1,957

Keterangan :

- A = Olie : Aspal = 25 : 75
 B = Olie : Aspal = 20 : 80
 C = Olie : Aspal = 17,5 : 82,5



Gambar 2
JENIS OLIE VS INDEK PELAPUKAN

Pembahasan :

Dari Gambar 2 di atas menunjukkan bahwa Olie SAE 10 + Aspal mempunyai Indeks pelapukan paling rendah sehingga penelitian dilanjutkan dengan menggunakan Olie 10 untuk pembuatan bahan peremaja.

4.2.2. Komposisi oli terhadap aspal.

Untuk menentukan komposisi campuran antara Olie ditambah aspal yang baik dilakukan pengujian Indeks pelapukan untuk masing-masing tipe bahan peremaja (RL, RM dan RH) pada berbagai komposisi

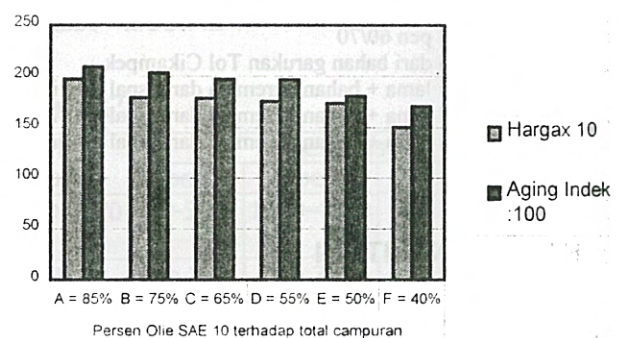
a. Untuk bahan peremaja tipe kekentalan rendah (RL) Hasil pengujian Indeks pelapukan serta perhitungan penambahan harga untuk tiap kg aspal yang telah lapuk seperti tertera pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5.
PERSEN OLIE VS INDEK PELAPUKAN
BAHAN PEREMAJA TYPE RL

Jenis	Persen Olie SAE 10 terhadap total campuran					
	A = 85%	B = 75%	C = 65%	D = 55%	E = 50%	F = 40%
Harga	1.970	1.785	1.786	1.750	1.737	1.500
Aging Indek	2,0893	2,0340	1,9692	1,9632	1,7963	1,7042

Tabel 5. Hasil perhitungan Indeks pelapukan dan harga satuan untuk Tipe kekentalan rendah (RL)

Gambar 3 Persen Olie Vs Indeks Pelapukan bahan peremaja type RL



Gambar 3
PERSEN OLIE VS INDEK PELAPUKAN BAHAN
PEREMAJA TYPE RL

Dari Tabel 5 dan Gambar 3 tersebut di atas menunjukkan untuk bahan peremaja tipe RL dengan komposisi 40% Olie SAE 10+60% aspal memberikan Indeks Pelapukan dan harga paling rendah

b. Untuk bahan peremaja tipe kekentalan sedang (RM)

Hasil pengujian Indeks pelapukan serta hasil perhitungan penambahan harga untuk tiap kg aspal yang telah lapuk seperti tertera pada Tabel 6 di bawah ini.

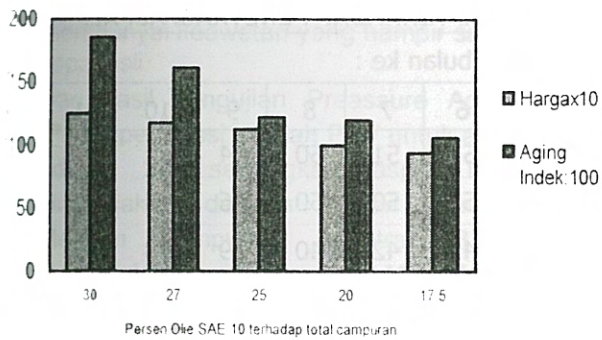
Tabel 6.
HASIL PERHITUNGAN INDEK PELAPUKAN DAN HARGA
SATUAN UNTUK TIPE RM

Jenis	Persen Olie SAE 10 terhadap total campuran				
	30	27	25	20	17,5
Harga	1250	1175	1125	1000	937,5
Indek Pelapukan	1,85	1,61	1,22	1,20	1,06

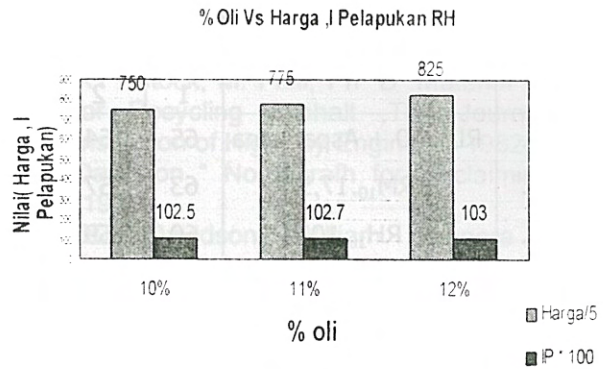
Keterangan :

Harga = x 10

Indek pelapukan = x 10-1



Gambar 4.
PERSEN OLIE VS INDEK PELAPUKAN DAN HARGA PEREMAJA RM



Gambar 5
PERSEN OLIE VS HARGA, INDEK PELAPUKAN PEREMAJA TIPE RH

Dari Tabel 6 dan Gambar 4 dapat diambil kesimpulan bahwa untuk bahan peremaja tipe RM dengan komposisi 17,5% Olie dan 82,5% aspal pen 60 memberikan Indeks pelapukan dengan harga paling murah.

c. Untuk bahan peremaja tipe kekentalan tinggi (RH)

Hasil pengujian Indeks pelapukan serta hasil perhitungan penambahan harga untuk tiap kg aspal yang telah lapuk seperti tertera pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7.
HASIL PERHITUNGAN INDEK PELAPUKAN DAN HARGA SATUAN UNTUK TIPE RH

Jenis	Persen Olie SAE 10 terhadap total campuran		
	10	11	12
Harga	750 x 10	775 x 10	825 x 10
Indek Pelapukan	1,025	1,027	1,030

Pembahasan :

Dari Tabel 7 dan Gambar 5 dapat diambil kesimpulan bahwa untuk bahan peremaja tipe RH dengan komposisi 10% Olie dan 90% aspal pen 60 memberikan Indeks Pelapukan dan harga paling rendah dibandingkan dengan komposisi 11 dan 12%.

4.3. Analisa Hasil

Untuk menentukan jenis Olie mana serta beberapa komposisi yang memenuhi syarat untuk bahan peremaja, dilakukan berdasarkan harga dan Indeks pelapukan.

Dari Tabel 8 tersebut di bawah menunjukkan bahwa bahan peremaja tipe sedang (M) dari campuran Olie SAE 10 dan aspal dengan komposisi 17,5% Olie dan 82,5% aspal, memberikan nilai parameter malthene, persen penambahan harga, serta persen penambahan terhadap aspal lama yang lebih kecil dibandingkan dengan bahan peremaja tipe encer (L) dan tipe kental (H), sehingga modifier tipe M lebih awet dengan arti kata dapat lebih lama umur pakainya serta lebih ekonomis dibandingkan dengan modifier tipe L dan tipe H., seperti terlihat pada uji pengaruh udara dan sinar matahari.

Hasil pengujian campuran aspal pen 60 serta bahan peremaja tipe encer (L), sedang (M), dan kental (H) aspal yang dijemur dengan variasi waktu seperti tertera pada Tabel 9.

Tabel 8.
HARGA INDEK PELAPUKAN, PARAMETER MALTHENE, PERSEN ASPHALTENE SEBAGAI BAHAN PEREMAJA DARI OLIE SAE 10 DAN ASPAL LAMA MENJADI ASPAL PEN 60

No.	Jenis contoh	Harga (Rp)	Indek Pelapukan	Parameter Malthene	Persen Asphaltene	Persen penambahan terhadap aspal lama
1.	RL _{10.40}	727.5	1,27	1,18	25,33	10
2.	RM _{10.17,5}	690.0	1,19	1,06	26,02	15
3.	RH _{10.10}	775.0	1,18	1,09	26,08	20
4.	Aspal pen 60	2.000	1,16	1,04	24,84	100

Keterangan :

- RL_{10.40} = Peremaja tipe encer (L) dari 40% Olie SAE 10 dan 60% aspal
- RM_{10.17,5} = Peremaja tipe sedang (M) dari 17,5 Olie SAE 10% dan 82,5% aspal
- RH_{10.10} = Peremaja tipe kental (H) sebanyak 10% dari Olie SAE 10 dan 90% aspal

Tabel 9.
HASIL PENELITIAN PENGARUH UDARA, SINAR MATAHARI TERHADAP PENETRASI ASPAL.

No.	Jenis Pengujian	Penetrasi bulan ke :										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	RL ₁₀ .40 + Aspal lama	65	64	64	57	55	52	51	50	44	42	41
2.	RM ₁₀ .17,5	63	57	56	55	53	52	50	50	46	44	42
3.	RH ₁₀ .10	60	59	54	51	47	45	42	40	39	38	37
4.	Aspal pen 60	65	61	58	52	51	48	46	44	42	40	38

Keterangan :

RL₁₀.40 = Reclimite low viscosity terdiri dari campuran 40% Olie SAE 10 + 60% aspal pen 60

RM₁₀.17.5 = Reclimite medium viscosity terdiri dari campuran 17,5% Olie SAE 10 + 82,5% aspal pen 60

RH₁₀.10 = Reclimite high viscosity terdiri dari campuran 10% Olie SAE 10 + 90% aspal pen 60

Tabel 10.
HASIL PENGUJIAN MUTU ASPAL CAMPURAN DAUR ULANG PADA KADAR ASPAL OPTIMUM DI LABORATORIUM HASIL EKSTRASKI.

No.	Jenis Pengujian	Hasil pengujian		
		CSS-	CSS+	CMS+
1.	Penetrasi	39	63	92
2.	Titik lembek	58,3	50,4	47,5
3.	Daktalitas	>140	>140	>140
4.	Titik nyala	304	300	296
5.	Kadar aspal	6,6	5,89	6,5

Keterangan :

SS- = Daur ulang dengan Cationic Slow Setting (CSS) sebagai bahan peremaja

SS+ = Daur ulang dengan Cationic Slow Setting (CSS) dan RM sebagai bahan peremaja

MS+ = Daur ulang dengan Cationic Medium Setting (CMS) dan RM sebagai bahan peremaja

Dari Tabel 9 tersebut di atas dapat diambil kesimpulan sementara bahwa aspal lama yang telah diremajakan dengan bahan peremaja tipe sedang (RM) mempunyai penetrasi yang lebih tinggi aspal yang diremajakan dengan RL atau RH pada bulan ke 11 sehingga dapat diambil kesimpulan bahan peremaja tipe RM dapat meremajakan aspal lama.

4.4. Pengujian mutu aspal campuran beraspal dari daur ulang di laboratorium dan dari lapangan

Untuk mengetahui mutu aspal terhadap perkerasan lama yang telah ditambahkan dengan bahan peremaja dilakukan ekstraksi, hasil pengujian seperti tertera pada Tabel 10 di bawah ini.

Dari hasil Tabel 10 tersebut di bawah dapat diambil kesimpulan bahwa daur ulang yang menggunakan CSS ditambah RM lebih baik dari pada daur ulang dengan aspal emulsi jenis CSS tanpa RM. Hal ini ditunjukkan nilai penetrasi yang diperoleh = 63 dan titik lembek = 50 sehingga penetrasi indek yang diperoleh masih berkisar pada -1 sampai +1 sebagai

mana batasan plastis untuk perkerasan jalan dimana apabila lebih kecil -1 aspal mudah sekali terpengaruh suhu dan apabila lebih besar dari +1 aspal mempunyai sifat tidak mudah terpengaruh suhu dan regas.

V. KESIMPULAN

- 5.1 Contoh Olie SAE 10 + aspal paling memenuhi syarat sebagai bahan peremaja karena dengan nilai Loss on Heating (LOH), indek pelapukan paling kecil
- 5.2 Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa campuran Olie SAE 10 sebanyak 17,5% dan aspal 82,5% (Type RM) mempunyai indek ketidak awetan (PM)=1,19 lebih baik dibandingkan dengan type RL(1,27) dan hampir sama dengan type RH(1,18)
- 5.3 Pengamatan selama sebelas bulan menunjukkan bahwa aspal dan aspal dari campuran bahan peremaja dan aspal lama mempunyai nilai (penetrasi) yang hampir sama, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa mutu aspal hasil daur

ulang yang telah diremajakan tipe Medium mempunyai keawetan yang hampir sama dengan aspal asli

- 5.4 Dari hasil pengujian Pressure Aging Vessel (PAV), penetrasi setelah PAV untuk aspal pen 60 adalah 30, sedangkan aspal lama yang diremajakan dengan bahan peremaja tipe Medium mempunyai penetrasi 33. Hal ini menunjukkan modifier tipe M (17,5-10) yang digunakan berfungsi sebagai bahan peremaja.
- 5.5 Bahan peremaja tipe M, lebih ekonomis, lebih awet dan tahan terhadap pelapukan
- 5.6 Dari hasil percobaan campuran beraspal dilaboratorium mutu aspal dari campuran daur ulang setelah ditambah bahan peremaja jenis RM₁₀17,5 lebih baik dari campuran yang tidak menggunakan RM hal ini terlihat pada penetrasi aspal tanpa bahan peremaja, hanya dengan CSS- = 39 sedangkan dengan penambahan bahan peremaja penetrasi aspal 63 dengan kadar optimum hampir sama, oleh karena itu bahan peremaja jenis RM₁₀17,5 dapat berfungsi sebagai bahan peremaja untuk daur ulang campuran beraspal sehingga diharapkan menghasilkan perkerasan yang hampir sama dengan aspal baru dengan pen 60.

DAFTAR PUSTAKA

1. ASTM Special Publication 662 (1979)
2. A.F. Stock, M. Phill, Ph. D. Material Technology for Recycling Asphalt, The Journal of The Institution of Highway Engineers 1982)
3. Davidson " Nomograph for Reclaiming Agent " (1979)
4. DD Davidson, William Gannera and S.J. Escobur
Practical Asphalt of Reconstituting Deteriorated Bituminous Pavement (1979)
5. Mc Kinney, James. L.
An Investigation of Recycling Bituminous Pavements (1980)
6. M.J. Hensley " Recycling Pavement " (1976)
7. R.L. Terrel and D.R. Fritchen
Laboratory Performance of Recycling Asphalt Concrete (1982)
8. Soewardjo A.D " Daur Ulang Minyak Pelumas Bekas " Warta Insinyur Kimia (1979)

Penulis :

Ir. Tjitjik Wasiah Suroso. Peneliti Madya Bidang Aspal dan Cat Jalan (Road paint). Puslitbang Prasarana Transportasi.

