

768/FT.01/SKRIP/01/2008

**PENGUKURAN KAPASITAS INFILTRASI DAN
DAYA DUKUNG *PERMEABLE PAVEMENT* UNTUK
JALAN LINGKUNGAN DENGAN MENGGUNAKAN
MATERIAL LOKAL**

SKRIPSI

Oleh

DIAN INDAH PURNAMA SARI

04 03 01 022 4



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GANJIL 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

**PENGUKURAN KAPASITAS INFILTRASI DAN DAYA DUKUNG
PERMEABLE PAVEMENT UNTUK JALAN LINGKUNGAN DENGAN
MENGUNAKAN MATERIAL LOKAL**

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 7 Januari 2008

Dian Indah Purnama Sari
NPM 04 03 01 022 4

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

**PENGUKURAN KAPASITAS INFILTRASI DAN DAYA DUKUNG
PERMEABLE PAVEMENT UNTUK JALAN LINGKUNGAN DENGAN
MENGUNAKAN MATERIAL LOKAL**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 19 Desember 2007 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Dosen Pembimbing I

Ir. Herr Soeryantono, Ph.D
NIP 131 473 810

Depok, 7 Januari 2008

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Wiwik Rahayu
NIP 132 095 545

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah. Segala puji bagi Allah SWT yang atas rahmat dan hidayah-Nya, akhirnya penulis dengan segenap usaha telah berhasil menyelesaikan skripsi ini. Rasa syukur yang begitu besar pada Allah yang telah menganugerahkan keluarga tercinta, sahabat dan orang-orang berhati mulia di sekitar saya sebagai motivator hingga saya dapat tetap memiliki semangat dan keyakinan akan tujuan mulia dari apa yang saya kerjakan.

Ucapan terima kasih ini juga ingin penulis sampaikan pada :

1. Ayah, Mama dan Kakak dengan segala dukungan, doa dan cintanya;
2. Bapak Ir. Herr Soeryantono, Ph.D dan Ibu Dr. Ir. Wiwik Rahayu selaku dosen pembimbing yang selalu membimbing dan memotivasi penulis dalam penyusunan skripsi ini;
3. Bapak Dr. Ir. Sigit Pranowo Hadiwardoyo DEA selaku dosen penguji yang terkadang bagi penulis adalah pembimbing dalam pemahaman materi mengenai *pavement*, juga Ibu Dr-Ing Ir. Dwita Sutjiningsih Marsudiantoro Dipl-HE dan Bapak Dr-Ing Ir. Henki W. Ashadi selaku dosen penguji seminar dan skripsi yang telah membuat skripsi ini terasa begitu spesial;
4. Pak Ir. Widjojo Adi Prakoso, M.Sc Ph.D selaku Kepala laboratorium Mekanika Tanah yang telah memberikan ijin untuk penggunaan laboratorium Mekanika Tanah dan juga Bapak Toha Saleh, ST, M.Sc yang telah meluangkan waktu untuk berdiskusi tentang
5. PT. TETRASA GEOSININDO yang telah mensponsori material-material geotekstil untuk skripsi ini;
6. Keluarga laboratorium Mekanika Tanah yang telah membantu banyak dalam pengujian-pengujian tanah yaitu Pak Narto, Mas Anto, Pak Wardoyo, Pak Acong dan pak Yun;
7. Beberapa laboran Bahan (Aspal dan Beton) : Pak Samsudin, Pak Samin, Pak Hanafi yang telah meluangkan waktu untuk berdiskusi tentang Struktur Jalan;
8. *All of Water Family* di laboratorium Hidro Departemen Teknik Sipil;
9. Sahabat-sahabat setia yang telah memberikan bantuan, doa dan dukungan, mulai dari tenaga, waktu dan motivasi besar agar saya dapat menyelesaikan masa studi dengan segera, yaitu Jaya dan Nisa, serta Nila, Halim, Erly, Donny, Toddy, Shinta, Pradit, Toyo, Andri, Tanzil, Tyan, Yadi, Diana, Dicky, Wildy, Geni, Uri, Liger, dan teman-teman lain yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu;

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan sumbangan ilmu pengetahuan bagi khalayak secara umum dan mahasiswa jurusan teknik sipil pada khususnya.

Warisi generasi selanjutnya dengan mata air-mata air, bukan dengan air mata.

“Dan Kami turunkan air dari langit menurut suatu ukuran; lalu Kami jadikan air itu menetap di bumi, dan sesungguhnya Kami benar-benar berkuasa menghilangkannya.”

(QS. Al Mu'minun: 18)

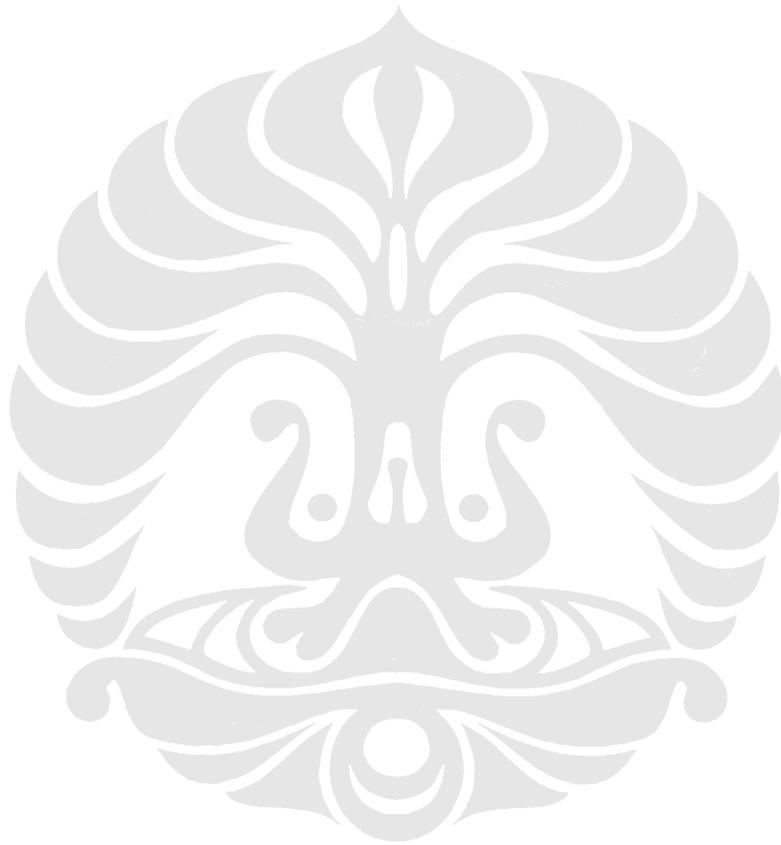
Penyusun

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|-------------|
| PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI | ii |
| PENGESAHAN | iii |
| UCAPAN TERIMA KASIH | iv |
| ABSTRAK | v |
| ABSTRACT | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 LATAR BELAKANG | 1 |
| 1.2 PERUMUSAN MASALAH | 3 |
| 1.3 TUJUAN PENELITIAN | 4 |
| 1.4 BATASAN DAN RUANG LINGKUP PENELITIAN | 4 |
| 1.5 METODOLOGI PENELITIAN | 5 |
| 1.6 SISTEMATIKA PENULISAN | 7 |
| BAB II DASAR PERANCANGAN <i>PERMEABLE PAVEMENT</i> | 8 |
| 2.1 <i>PERMEABLE PAVEMENT</i> SEBAGAI SATU DARI TEKNOLOGI BMP DARI LID | 8 |
| 2.2 KELAS JALAN | 10 |
| 2.3 PERKERASAN JALAN LENTUR | 11 |
| 2.3.1 Lapisan perkerasan | 12 |
| 2.3.1.1 Tanah dasar | 12 |
| 2.3.1.2 Lapisan pondasi bawah | 12 |
| 2.3.1.3 Lapisan pondasi | 12 |
| 2.3.1.4 Lapisan Permukaan | 13 |
| 2.3.2 Perencanaan Tebal Perkerasan | 13 |
| 2.4 METODE GEOTEKSTIL | 19 |
| 2.5 PENGUKURAN KAPASITAS INFILTRASI | 20 |
| 2.5.1 Metode Horton | 20 |
| 2.5.2 Metode Rasional | 21 |
| 2.6 PENGUKURAN DAYA DUKUNG | 22 |
| BAB III RANCANGAN MODEL FISIK KONSTRUKSI JALAN <i>PERMEABLE PAVEMENT</i> YANG DAPAT DIUKUR KAPASITAS INFILTRASI DAN DAYA DUKUNGNYA | 23 |
| 3.1 PERTIMBANGAN DESAIN | 23 |
| 3.1.1 Lokasi Penelitian | 23 |
| 3.1.1.1 Kelandaian Lapangan | 23 |

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 3.1.1.2 | <i>Karakteristik Tanah Dasar</i> | 24 |
| 3.1.2 | Karakteristik Material Penyusun | 27 |
| 3.1.3 | Pengukuran yang Dibutuhkan | 28 |
| 3.1.3.1 | <i>Pengukuran Infiltrasi</i> | 28 |
| 3.1.3.2 | <i>Pengukuran Daya Dukung</i> | 28 |
| 3.1.4 | Desain Rekomendasi | 29 |
| 3.2 | MODIFIKASI DESAIN PERMEABLE PAVEMENT | 31 |
| 3.2.1 | Perencanaan Tebal Perkerasan | 32 |
| 3.2.1.1 | <i>Lapisan Struktural</i> | 33 |
| 3.2.1.2 | <i>Lapisan Non Struktural</i> | 40 |
| 3.2.2 | Penyiapan Material | 42 |
| 3.2.2.1 | <i>Pasir dan Agregat</i> | 42 |
| 3.2.2.2 | <i>Pipa Perforated</i> | 45 |
| 3.2.2.3 | <i>Geotekstil</i> | 46 |
| 3.2.2.3.1 | <i>Geotekstil impermeable liner</i> | 46 |
| 3.2.2.3.2 | <i>Geotekstil non woven</i> | 47 |
| 3.2.2.4 | <i>Instalasi Simulator Hujan</i> | 47 |
| 3.3 | INSTALASI PENGUKURAN | 51 |
| 3.3.1 | Pengukuran Daya Serap | 51 |
| 3.3.1.1 | <i>Data Rainfall</i> | 51 |
| 3.3.1.2 | <i>Data Surface Run Off</i> | 52 |
| 3.3.1.3 | <i>Data Infiltrasi</i> | 53 |
| 3.3.2 | Pengukuran CBR Lapangan | 53 |
| BAB IV | PEMBUATAN DAN UJI COBA PENGOPERASIAN | 55 |
| | MODEL FISIK KONSTRUKSI JALAN PERMEABLE | |
| | PEVEMENT | |
| 4.1 | PELAKSANAAN KONSTRUKSI | 55 |
| 4.1.1 | Model Fisik Struktur Jalan <i>Permeable Pavement</i> | 56 |
| 4.1.2 | Instalasi Simulator Hujan | 70 |
| 4.2 | INSTALASI PERLENGKAPAN UNTUK PENGUKURAN | 70 |
| | INSTENSITAS HUJAN, INFILTRASI DAN LIMPASAN | |
| 4.2.1 | Hujan Alami | 71 |
| 4.2.2 | Hujan Simulasi | 72 |
| 4.3 | PENGOPERASIAN ALAT UKUR | 72 |
| 4.3.1 | Percobaan dengan Hujan Alami | 72 |
| 4.3.1.1 | <i>Percobaan I</i> | 73 |
| 4.3.1.2 | <i>Percobaan II</i> | 76 |
| 4.3.2 | Percobaan dengan Hujan Simulasi | 77 |
| 4.3.2.1 | <i>Percobaan I</i> | 78 |
| 4.3.2.2 | <i>Percobaan II</i> | 79 |
| 4.4 | PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS HASIL PENGUKURAN | 81 |
| 4.4.1 | Hujan Alami | 81 |
| 4.4.2 | Hujan Simulasi | 84 |
| 4.4.3 | Daya Dukung Model Fisik Jalan Permeabel | 86 |
| 4.5 | KASUS KHUSUS DAN STUDI LANJUT | 86 |

| | |
|--|-----------|
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 90 |
| 5.1 PERANCANGAN DESAIN UJI COBA | 90 |
| 5.2 PELAKSANAAN KONSTRUKSI MODEL FISIK STRUKTUR JALAN <i>PERMEABLE PAVEMENT</i> | 91 |
| 5.3 PENGOPERASIAN ALAT UKUR | 91 |
| 5.4 PENGOLAHAN DATA | 92 |
| 5.5 HASIL | 92 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |



DAFTAR GAMBAR

| | | Halaman |
|--------------------|---|---------|
| Gambar 1.1 | Metodologi Penelitian | 6 |
| Gambar 2.1 | Variasi sistem perkerasan permeabel | 10 |
| Gambar 2.2 | Lapisan Pondasi Perkerasan Jalan Lentur | 12 |
| Gambar 2.3 | Kurva Laju Infiltrasi | 20 |
| Gambar 3.1 | Grafik perolehan ω -optimum dan γ_{dry} maksimum | 24 |
| Gambar 3.2 | Grafik <i>Penetration vs Resistance</i> pada uji CBR laboratorium tanah dasar | 24 |
| Gambar 3.3 | Grafik gradasi butiran pada tanah dasar | 26 |
| Gambar 3.4 | Desain jalan <i>Voided PCP (Porous Concrete Pavement)</i> dengan sistem <i>underdrain</i> | 30 |
| Gambar 3.5 | Desain jalan PCP (<i>Porous Concrete Pavement</i>) dengan <i>underdrain</i> | 30 |
| Gambar 3.6 | Desain jalan CBP (<i>Cobblestone Block Pavement</i>) | 30 |
| Gambar 3.7 | <i>Conblock</i> tipe <i>grassblock</i> | 31 |
| Gambar 3.8 | Penentuan tebal perkerasan dengan nomogram 1 | 35 |
| Gambar 3.9 | Grafik <i>Penetration vs Resistance</i> pada uji CBR laboratorium pada pasir | 36 |
| Gambar 3.10 | Grafik <i>Penetration vs Resistance</i> pada uji CBR laboratorium pada agregat | 37 |
| Gambar 3.11 | Desain modifikasi (masih dalam <i>in</i>) | 39 |
| Gambar 3.12 | Desain modifikasi jalan permeabel dengan <i>grassblock</i> : (a) tampak atas; (b) potongan A-A; dan (c) potongan B-B | 40 |
| Gambar 3.13 | Rentang ukuran partikel | 44 |
| Gambar 3.14 | Saringan yang digunakan untuk meloloskan agregat | 44 |
| Gambar 3.15 | Sekop, karung-karung berisi agregat #4 dan terpal pelindung hujan | 45 |
| Gambar 3.16 | Pipa berlubang dibungkus dengan kain kasa dan disambung dengan <i>knee</i> | 45 |
| Gambar 3.17 | Instalasi Simulator Hujan | 48 |
| Gambar 3.18 | Beberapa perlengkapan untuk merakit instalasi hujan simulator, yaitu kunci inggris, kran, seal tape, obeng dan klem selang (dari atas ke bawah) | 49 |
| Gambar 3.19 | Pemasangan cincin selang pada kran sumber air | 50 |
| Gambar 4.1 | Pengelupasan dengan linggis | 56 |
| Gambar 4.2 | Penyerokan tanah hasil galian dengan serokan karet | 56 |
| Gambar 4.3 | Perataan dinding galian dengan golok atau kapak | 57 |
| Gambar 4.4 | Angkur dan kanal 1,25 m sebagai penahan beban | 57 |

| | | |
|--------------------|--|----|
| Gambar 4.5 | Pemasangan angkur di kedua sisi galian untuk pemeriksaan CBR lapangan | 57 |
| Gambar 4.6 | Longsornya dinding galian akibat pemasangan angkur yang terlalu dekat dan posisi yang miring | 58 |
| Gambar 4.7 | Stamper untuk pemadatan tanah | 59 |
| Gambar 4.8 | Grafik hubungan Penetrasi vs Ketahanan tanah untuk uji CBR tanah dasar | 60 |
| Gambar 4.9 | Alat ukur dan pengukuran CBR lapangan | 60 |
| Gambar 4.10 | Pemasangan geotekstil sebagai <i>impermeable liner</i> | 61 |
| Gambar 4.11 | Pemasangan pipa pada bagian dasar pondasi | 62 |
| Gambar 4.12 | Penginstalan material pasir dan kondisi lapisan pasir yang sudah diratakan | 63 |
| Gambar 4.13 | Pemadatan pasir dengan distamper | 63 |
| Gambar 4.14 | Pemasangan alat ukur CBR lapangan untuk pasir | 64 |
| Gambar 4.15 | Grafik hubungan Penetrasi vs Ketahanan tanah untuk uji CBR pasir | 65 |
| Gambar 4.16 | Pemasangan geotekstil <i>non woven</i> sebagai separator | 66 |
| Gambar 4.17 | Penginstalan lapisan agregat | 66 |
| Gambar 4.18 | Grafik hubungan Penetrasi vs Ketahanan tanah untuk uji CBR agregat | 67 |
| Gambar 4.19 | Kondisi pipa dan geotekstil sampai penginstalan lapisan agregat | 68 |
| Gambar 4.20 | Pengisian abu batu dan pasir pada <i>grassblock</i> | 68 |
| Gambar 4.21 | Pemasangan karpet merah hitam dan <i>grassblock</i> | 69 |
| Gambar 4.22 | Penegakan karpet dengan bambu, tali rafia dan batu penahan | 69 |
| Gambar 4.23 | Selokan sementara yang dibuat untuk limpasan | 70 |
| Gambar 4.24 | Pengukuran dengan hujan alami | 73 |
| Gambar 4.25 | Awal mula banjir hingga genangan setinggi betis | 75 |
| Gambar 4.26 | Grafik dari data hujan pada stasiun hujan (data hujan yang diambil yang dilingkari) | 76 |
| Gambar 4.27 | Susunan <i>conblock</i> untuk membendung dan mengalihkan aliran | 76 |
| Gambar 4.28 | Pengoperasian instalasi simulator hujan untuk pengukuran dengan hujan simulasi | 77 |
| Gambar 4.29 | Grafik debit hujan simulasi I | 79 |
| Gambar 4.30 | Grafik intensitas hujan simulasi I | 79 |
| Gambar 4.31 | Grafik debit hujan alami II | 80 |
| Gambar 4.32 | Grafik intensitas hujan alami II | 81 |
| Gambar 4.33 | Hidrograf limpasan | 82 |
| Gambar 4.34 | Grafik debit hujan alami | 83 |
| Gambar 4.35 | Grafik intensitas hujan alami | 83 |
| Gambar 4.36 | Grafik modifikasi akumulasi infiltrasi | 84 |
| Gambar 4.37 | Grafik pertambahan infiltrasi saat pengukuran | 84 |
| Gambar 4.38 | Persamaan dari Uji <i>Chi-square</i> untuk data infiltrasi yang diperoleh | 85 |
| Gambar 4.39 | Pertambahan Infiltrasi yang terjadi hasil perhitungan | 86 |
| Gambar 4.40 | Selokan sementara yang dibuat untuk limpasan | 88 |

DAFTAR TABEL

| | | Halaman |
|-------------------|---|---------|
| Tabel 2.1 | Klasifikasi kelas jalan berdasarkan fungsi dan jenis angkutan | 10 |
| Tabel 2.2 | Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada lajur rencana | 14 |
| Tabel 2.3 | Angka ekivalen (E) beban sumbu kendaraan | 15 |
| Tabel 2.4 | Batas-batas minimum tebal lapisan perkerasan | 16 |
| Tabel 2.5 | Indeks permukaan pada awal usia rencana (Ipo) | 17 |
| Tabel 2.6 | Indeks permukaan pada akhir umur rencana (Ipt) | 17 |
| Tabel 2.7 | Koefisien kekuatan relatif (a) | 18 |
| Tabel 3.1 | Data uji CBR laboratorium untuk tanah dasar | 24 |
| Tabel 3.2 | Hasil Uji CBR laboratorium untuk tanah dasar | 26 |
| Tabel 3.3 | Data uji CBR laboratorium pada pasir | 36 |
| Tabel 3.4 | Hasil Uji CBR pasir di laboratorium | 36 |
| Tabel 3.5 | Data uji CBR laboratorium agregat | 38 |
| Tabel 3.6 | Hasil Uji CBR agregat di laboratorium | 38 |
| Tabel 3.7 | Daftar Porositas | 41 |
| Tabel 3.8 | Daftar Nilai Koefisien Pemeabilitas | 41 |
| Tabel 3.9 | <i>Grading requirement for soil – aggregate materials</i> | 44 |
| Tabel 3.10 | Data hujan simulasi | 52 |
| Tabel 3.11 | Data limpasan | 52 |
| Tabel 3.12 | Data infiltrasi | 53 |
| Tabel 4.1 | Persentase nilai CBR tanah dasar di lapangan | 59 |
| Tabel 4.2 | Persentase nilai CBR pasir di lapangan | 64 |
| Tabel 4.3 | Persentase nilai CBR agregat di lapangan | 67 |
| Tabel 4.4 | Data limpasan satu periode hujan pada percobaan I | 75 |
| Tabel 4.5 | Data hujan simulasi | 78 |
| Tabel 4.6 | Data infiltrasi hujan simulasi | 80 |
| Tabel 4.7 | Data hujan simulasi | 80 |
| Tabel 4.8 | Data debit limpasan satu periode hujan pada percobaan I | |
| Tabel 4.9 | Data debit hujan dari grafik curah hujan stasiun hujan | 82 |
| Tabel 4.10 | Data dan perhitungan infiltrasi | 85 |