

## ANALISIS PENINGKATAN JALAN AKIBAT KERUSAKAN STRUKTUR PERKERASAN DI ATAS TANAH EKSPANSIF

Faizul Chasanah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

Email: Faizul\_Chasanah@uii.ac.id

### ABSTRACT

*Performance of pavement structure related to the material and subgrade conditions. This research was conducted to evaluate the damage to the flexible pavement, to analyze the influence of potential and expansive pressure of subgrade, and to analyze pavement thickness of flexible pavement and rigid pavement that has been done by the government in 2012. The location for this research is the road from Purwodadi to Geyer and from km 66+650 to km 87+180. The analysis done with evaluate of the road damage was based on secondary data from Bina Marga department and observation in the field. The early research with taking some soil sample and then testing in laboratory to determine the swelling potentials and swelling pressure by Seed (1962) method. While, the analysis of pavement thickness was designed using the AASHTO (1993) and Bina Marga method. The result of research show the existing condition have ten locations with severely damaged and one location with moderately damaged. Based on the laboratory tests results, the soil condition has a critical expansive degree and high expansive pressure. The average value of expansive degree to all sample show  $> 10\%$  and  $> 300$  kPa for expansive pressure. The analysis using AASTHO (1993) method generated additional pavement thickness of 18.5 cm which was required on flexible pavement while the analysis by Bina Marga method produced the required pavement thickness of 23 cm on rigid pavement. Therefore, it can be concluded that overlay in the Purwodadi - Geyer road was not able to serve the traffic based on service life of ten years.*

**Key words:** road damage, expansive soil, overlay, treatment.

### PENDAHULUAN

Prasarana jalan raya mempunyai peran penting dalam pengembangan suatu wilayah. Ketersediaan konstruksi jalan yang memadai masih menjadi proyek besar di negara Indonesia ini. Beberapa wilayah masih mempunyai kondisi jalan yang memperhatikan sehingga perlu upaya yang intensif dari pemerintah. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, ruas jalan Purwodadi-Geyer sering mengalami kerusakan jalan dari yang ringan sampai rusak berat. Pemeliharaan sudah dilakukan namun hasilnya tidak memberikan perubahan yang lebih baik. Kondisi ini diduga akibat dari tanah dasar yang tergolong jenis ekspansif. Hal ini diperkuat dengan adanya data geologi (Kabupaten

Purwodadi) dan tipe kerusakan pada saat musim hujan dan musim kemarau.

Kinerja struktur perkerasan jalan berkaitan langsung dengan sifat-sifat fisik dan kondisi tanah dasar. Perkerasan akan mempunyai kinerja yang baik, apabila perancangan dilakukan dengan baik dan seluruh komponen utama dalam sistem perkerasan berfungsi dengan baik. Tanah dasar merupakan tumpuan yang akan menerima seluruh beban dari lapis perkerasan dan beban lalu lintas yang ada di atasnya sehingga kondisi lapisan tanah dasar sangat berpengaruh terhadap konstruksi yang ada di atas tanah tersebut. Apabila kondisi *subgrade* merupakan tanah ekspansif maka sangat berpotensi memberikan kerugian yang besar pada konstruksi jalan raya.

Tujuan penelitian ini adalah (1) mengevaluasi kerusakan jalan pada perkerasan lentur yang mendasar pada data sekunder Bina Marga; (2) menganalisis pengaruh potensi dan tekanan pengembangan tanah dasar terhadap lapisan perkerasan; dan (3) menganalisis tebal lapis tambah (*overlay*) sebagai upaya peningkatan jalan di lokasi yang mengalami kerusakan.

Kondisi perkerasan lentur pada ruas jalan Purwodadi-Geyer tahun 2012 sangat rusak sehingga pemerintah melakukan *overlay* dengan lapis tambah aspal dan beton. Lapis tambah aspal dihamparkan di atas jalan lama yang telah dibongkar sebelumnya sedangkan lapis tambah beton langsung dihamparkan pada perkerasan yang rusak tanpa membongkar lapis permukaannya.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Tanah Ekspansif

Syawal (2004) menyatakan bahwa tanah ekspansif adalah tanah lempung yang mempunyai ciri-ciri yaitu mengalami perubahan volume yang besar dalam merespon langsung kadar air. Tanah ekspansif cenderung mengalami peningkatan volume yaitu akan mengembang ketika kadar air pada tanah meningkat dan mengalami penyusutan ketika kadar air pada tanah menurun.

Berdasarkan buku pedoman dari Departemen PU, definisi pengembangan atau *swelling* adalah pembesaran volume tanah ekspansif akibat bertambahnya kadar air. Potensi pembesaran volume ini tergantung pada komposisi mineral, peningkatan kadar air, indeks plastisitas, kadar lempung dan tekanan tanah penutup. Penyusutan (*shrinkage*) adalah pengecilan volume tanah ekspansif akibat berkurangnya kadar air. Potensi pengecilan volume ini terjadi apabila nilai kadar air lebih kecil dari nilai batas susutnya.

Salah satu metode untuk analisa potensi pengembangan adalah metode pengukuran (*Indirect method*). Seed dkk (1962) menyatakan bahwa *swelling potential*

adalah persentase pengembangan di bawah tekanan 6,9 kPa pada tanah sampel yang dipadatkan pada kadar air optimum sehingga mencapai berat volume kering maksimumnya menurut standar AASHTO. Klasifikasi derajat ekspansif menurut Seed (1962) ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Klasifikasi derajat ekspansif menurut Seed (1962)

Potensi Pengembangan (%)	Derajat Ekspansif
0 – 1,5	Rendah
1,5 – 5,0	Sedang
5,0 – 25,0	Tinggi
> 25,0	Sangat Tinggi

Sumber: Hardiyatmo (2011)

### Karakteristik Kerusakan Jalan di Atas Tanah Ekspansif

Ciri-ciri kerusakan jalan di atas tanah ekspansif berdasarkan buku pedoman Departemen Pekerjaan Umum adalah sebagai berikut:

1. Retakan  
Retak pada perkerasan terjadi akibat penyusutan maupun pengembangan tanah. Retak ini merupakan retak memanjang yang dimulai dari tepi bahu jalan menuju ke tengah perkerasan.
2. Kenaikkan tanah  
Kenaikkan tanah atau cembungan perkerasan jalan dapat diakibatkan oleh mengembangnya tanah ekspansif yang berada di bawah perkerasan.
3. Penurunan  
Penurunan permukaan perkerasan jalan dapat terjadi akibat berubahnya sifat tanah dasar menjadi tanah lunak atau terjadinya pengecilan volume akibat proses penyusutan.
4. Longsoran  
Air permukaan yang berada di atas perkerasan dapat masuk ke dalam celah yang besar, sehingga tanah menjadi jenuh air dan kadar air di dalamnya

meningkat. Adanya peningkatan kadar air pada tanah ekspansif, maka kuat geser tanah semakin berkurang dan akan mencapai kuat geser kritisnya. Semakin berkurangnya kuat geser tanah akan berakibat semakin berkurang pula daya dukungnya, sehingga pada saat faktor keamanan mendekati satu, tanah dasar tidak mampu lagi menahan beban di atasnya dan longsoran pun tidak dapat dihindari.

Tipe kerusakan jalan pada *flexible pavement* menurut Austroads (1987), terdiri dari:

1. Deformation  
Yaitu perubahan bentuk pada lapisan perkerasan, contoh:
  - a. *Corrugation/ Ripples* (permukaan jalan berombak)
  - b. *Depression* (permukaan jalan membentuk cekungan)
  - c. *Rutting* atau *Longitudinal rut* (kerusakan akibat lintasan roda kendaraan)
  - d. *Shoving* (perkerasan jalan terdorong ke atas atau cekung)
2. *Cracks*  
Yaitu retak-retak pada permukaan jalan, contoh:
  - a. *Block/ladder* (retak berbentuk kotak-kotak)
  - b. *Crescent shaped* (retak berbentuk bulan sabit)
  - c. *Crocodile* atau *Alligator* (retak berbentuk kulit buaya)
  - d. *Diagonal* (retak menyilang)
  - e. *Longitudinal* (retak memanjang)
  - f. *Meandering* (retak berliku-liku)
  - g. *Transverse* (retak melintang)
3. *Surface Texture Deficiencies*  
Yaitu kerusakan pada permukaan perkerasan.
4. Edge Defect  
Yaitu rusak pada tepi perkerasan.
5. Potholes  
Yaitu perkerasan lepas atau berlubang.
6. Patches

Yaitu kerusakan akibat tambalan yang kurang baik.

### Perencanaan Perkerasan Jalan

Faktor-faktor yang mempengaruhi perencanaan tebal perkerasan antara lain sebagai berikut:

1. Lintas harian rata-rata (LHR)  
Jumlah rata-rata lalu lintas kendaraan bermotor 4 atau lebih yang dicatat selama 24 jam sehari untuk kedua jurusan.
2. Beban sumbu kendaraan  
Angka ekuivalen (E) dari suatu beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb).
3. Umur rencana (UR)  
Jumlah waktu dalam tahun dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu diberi lapis permukaan yang baru.
4. Daya dukung tanah dasar (DDT)  
Skala yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan kekuatan tanah dasar.
5. Faktor regional (FR)  
Faktor setempat yang menyangkut keadaan lapangan dan iklim yang mempengaruhi keadaan pembebanan, daya dukung tanah dasar dan perkerasan.
6. Indeks permukaan (Ip)  
Suatu angka yang dipergunakan untuk menyatakan kerataan atau kehalusan dan kekokohan permukaan jalan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

### Lapis Tambah (*Overlay*)

Hardiyatma (2011) menyatakan bahwa pekerjaan lapis tambahan (*overlay*)

dilakukan sebagai suatu usaha untuk memperbaiki kondisi fungsional dan struktural perkerasan. Kerusakan fungsional akan berpengaruh pada kualitas pelayanan. Termasuk jenis kerusakan ini adalah gangguan kerataan dan tekstur permukaan, berlubang, bergelombang, amblas, dan lain-lain. Kerusakan struktural adalah kerusakan yang menyangkut penurunan kemampuan struktur perkerasan dalam mendukung beban lalu lintas, termasuk perkerasan yang kurang tebal dan kerusakan seperti retak, distrosi, dan disintegrasi. Pekerjaan lapis tambahan untuk pemeliharaan dan perawatan permukaan juga ditujukan untuk memperbaiki umur perkerasan dengan jalan memperlambat laju berkembangnya kerusakan.

Bahan lapis tambah (*overlay*) yang dapat digunakan pada perkerasan lentur yaitu (1) lapis tambah aspal; (2) lapis tambah beton semen Portland dengan lapisan pengikat; dan (3) lapis tambah beton semen Portland tanpa lapisan pengikat.

## LANDASAN TEORI

### Identifikasi Kerusakan Jalan

Pengukuran kondisi jalan dapat dilakukan dengan metode *pavement condition index* (PCI). Metode ini merupakan suatu prosedur penentuan *rating* kondisi kerusakan perkerasan jalan. Nilai PCI 0 mengidentifikasi kondisi terburuk dari perkerasan, sedangkan PCI 100 mengidentifikasi kondisi terbaik dari perkerasan. Perhitungan PCI berdasarkan hasil survei kondisi visual meliputi identifikasi jenis kerusakan, tingkat keparahan (*severity*), dan jumlah kerusakan.

Prioritas penanganan jalan ditentukan berdasarkan pada kondisi jalan yaitu kerusakan terberat dan lalu lintas harian tertinggi. Alternatif pemilihan penanganan berdasarkan pada jenis dan tingkat keparahan kerusakan yang terjadi. Tipe penanganan berdasarkan nilai PCI ditunjukkan pada Gambar 1.

PCI	Repair Type
86-100	Preventive Maintenance
71-85	
56-70	
41-55	Major Rehabilitation
26-40	
11-25	Reconstruction
0-10	

Gambar 1 Pemilihan strategi penanganan berdasarkan nilai PCI  
(Sumber: *Colorado Division of Aeronautics*, 2011)

### Potensi Pengembangan dan Tekanan Pengembangan

Seed (1962) menyarankan hubungan potensi pengembangan dinyatakan dalam fungsi dari persen ukuran butiran lempung dan aktivitas pada tanah campuran lempung–pasir yang dipadatkan sampai kepadatan maksimum standar proctor dan dibiarkan mengembang pada tekanan terbagi rata 6,9 kPa. Didasarkan pada hasil pengujiannya, potensi pengembangan dinyatakan oleh persamaan 1.

$$S = \Delta H/H \times 100 \% \quad (1)$$

dengan:

S = regangan pengembangan (%)  
 $\Delta H$  = perubahan tinggi sampel (cm)  
 H = tinggi awal sampel (cm)

Tekanan pengembangan (*swelling pressure*) adalah tekanan yang berfungsi mencegah tanah mengembang. Untuk mendapatkan besar suatu tekanan pengembangan dilakukan dengan uji pengembangan di laboratorium dengan melakukan pengukuran pada uji beban dan menggunakan alat Oedometer.

### Perancangan Tebal Perkerasan

- Perancangan tebal perkerasan lentur dengan metode AASHTO (1993) adalah sebagai berikut:
  - Menganalisis lalu lintas yang mencakup umur rencana, lalu lintas harian rata-rata, pertumbuhan lalu lintas tahunan, dan jumlah ESAL. Faktor pertumbuhan lalu lintas

tahunan dan ESAL dapat dihitung dengan persamaan 2 dan 3.

$$R = ((1+i)^n - 1) / I \quad (2)$$

$$(ESAL)_n = (ESAL)_o \times R \times D_D \times D_L \quad (3)$$

dengan:

$(ESAL)_n$  = ESAL pada sembarang tahun ke- $n$

$(ESAL)_o$  = ESAL pada tahun pertama saat jalan pertama kali dibuka

$D_D$  = distribusi arah (lihat standar AASTHO, 1993)

$D_L$  = distribusi lajur (lihat SNI Departemen Permukiman dan prasarana Wilayah, Pd.T-14-2003)

- b. Menentukan *serviceability loss* ( $\Delta PSI$ )

Berdasarkan AASHTO (1993), nilai kehilangan kemampuan pelayanan total (*total loss of serviceability*) dinyatakan oleh persamaan 4.

$$\Delta PSI = P_o - P_t \quad (4)$$

- c. Menentukan nilai *reliability* (R)  
 Nilai-nilai reliabilitas yang disarankan oleh AASHTO (1993) untuk perancangan berbagai klasifikasi jalan dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.

- d. Menentukan *overall standard deviation*

Disarankan dalam AASHTO (1993), untuk perkerasan aspal nilai  $S_o$  sebesar 0,45 dan untuk perkerasan beton nilai  $S_o$  sebesar 0,35.

Tabel 2 Nilai reliabilitas (R) menurut AASHTO 1993

Tipe jalan	Nilai (R), %	
	Perkotaan	Pedesaan
Jalan bebas hambatan	90 – 99,9	85 – 99,9
Utama	85 – 99	80 – 95
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

Sumber: AASHTO (1993)

- e. Menentukan nilai *modulus resilient* ( $M_r$ )  
 Nilai  $M_r$  dapat ditentukan berdasarkan pada CBR tanah dasar.

- f. Menentukan koefisien drainase ( $m_i$ )  
 Untuk mendapatkan nilai koefisien drainase ( $m_i$ ) harus disesuaikan dengan persentase hari efektif hujan dalam setahun yang akan mempengaruhi perkerasan (P).

- g. Menentukan nilai *structural number* (SN)  
 Untuk mendapatkan nilai SN dinyatakan oleh persamaan 5.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \quad (5)$$

dengan:

$D_1$  = tebal lapis permukaan (in.)

$D_2$  = tebal lapis pondasi (in.)

$D_3$  = tebal lapis pondasi bawah (in.)

$m_2$  = koefisien drainase untuk lapis pondasi

$m_3$  = koefisien drainase untuk lapis pondasi bawah

$a_1, a_2, a_3$  = berturut – turut koefisien lapisan untuk lapis permukaan, lapis pondasi, dan lapis pondasi bawah

- h. Menentukan tebal perkerasan tambahan

$$\Delta D_1 = (SN_{perlu} - SN_{awal}) / a_{1baru} \quad (6)$$

2. Perancangan tebal perkerasan kaku dengan metode Bina Marga adalah sebagai berikut:

- Menentukan konfigurasi beban berdasarkan data LHR yang didapatkan dengan menyesuaikan angka ekivalen sumbu kendaraan Bina Marga.
- Menghitung jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dengan persamaan 7.

$$JSKN = \frac{JSKNH \times 365 \times R \times D_D \times D_L}{D_D \times D_L} \quad (7)$$

- Menentukan nilai faktor keamanan beban ( $F_{KB}$ ) sesuai SNI.
- Menentukan nilai kuat tarik lentur beton 28 hari dengan persamaan 8.

$$f_{cf} = K (fc')^{0.5} \text{ dalam Mpa}$$

$$f_{cf} = 3,13K (fc')^{0.5} \text{ dalam kg} \quad (8)$$

- Menentukan nilai CBR tanah efektif berdasarkan pada CBR rencana
- Menentukan tebal slab beton berdasarkan grafik dengan parameter nilai  $f_{cf}$ , kategori lalulintas luar kota, tulangan dengan ruji, dan  $F_{KB}$ .
- Analisis tulangan dapat dihitung dengan persamaan 9, persamaan 10, dan persamaan 11.

1) Tulangan memanjang

$$S_{perlu} = \frac{(\mu \times P \times W \times g \times D)}{(2 \times f_s)} \quad (9)$$

2) Tulangan melintang

$$A_{S_{perlu}} = \frac{(\mu \times L \times W \times g \times D)}{(2 \times f_s)} \quad (10)$$

3) Tulangan sambungan dowel  
Diameter dowel dapat ditentukan menurut Austroad (1992)

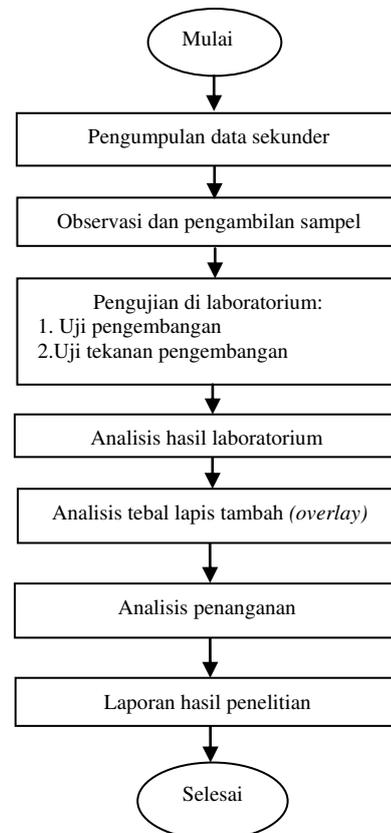
4) Tulangan sambungan tie bar

$$A_{S_{perlu}} = \frac{W \times D \times \mu}{L \times f_s} \dots (11)$$

## CARA PENELITIAN

Survei dalam penelitian ini dilakukan pada ruas jalan Purwodadi–Geyer yaitu pada km 66+650 sampai dengan km 87+180. Bahan uji yang digunakan dalam penelitian berupa tanah dasar yang di ambil di 13 titik lokasi pada ruas jalan Purwodadi–Geyer.

Pengambilan sampel dilakukan di area sekitar jalan dengan menggunakan tabung dari besi yang berukuran panjang 40 cm dan berdiameter 7 cm. Tabung tersebut ditanamkan kedalam tanah dari kedalaman 20 cm sampai dengan 70 cm tergantung kondisi lokasi di lapangan. Setiap lokasi diambil sampel 1 tabung dan 1 kantong plastik. Tabung dan plastik yang berisi bahan uji ini ditutup rapat supaya tidak mengalami penyusutan sehingga kadar airnya masih terjaga sesuai yang asli di lapangan. Bagan alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Bagan alir penelitian  
(Sumber: Analisis, 2012)

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Evaluasi Kerusakan Jalan

Berdasarkan data sekunder dari Dinas Bina Marga Provinsi Semarang, kondisi jalan Purwodadi–Geyer pada awal tahun 2012 sangat ironis. Jalan yang menjadi pusat perhatian adalah ruas jalan pada km 66+650 sampai dengan km 87+100. Ruas jalan ini mengalami kerusakan jalan yang cukup berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan yang melintasinya.

Oleh karena itu, pihak Dinas Bina Marga Kabupaten Purwodadi bekerja sama dengan Dinas Bina Marga Provinsi Semarang untuk melakukan peningkatan jalan pada sebelas lokasi yang mengalami tingkat kerusakan jalan yang tinggi. Data ini yang kemudian menjadi acuan untuk menentukan tiga belas titik lokasi penelitian dengan penambahan dua lokasi yang tidak mengalami kerusakan jalan. Hal ini dilakukan sebagai pembandingan dalam menganalisis kondisi *subgrade* di bawahnya. Adapun kondisi kerusakan jalan ditunjukkan pada Tabel 3.

### Derajat pengembangan

Hasil klasifikasi berdasarkan Seed (1962) menunjukkan bahwa *subgrade* sepanjang ruas lokasi penelitian mempunyai nilai derajat ekspansif yang tinggi. Rata-rata nilai derajat ekspansif dari semua sampel menunjukkan > 10 % sehingga tanah dasar ini mempunyai kualitas tanah yang buruk. Hasil klasifikasi derajat ekspansif ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 3 Kondisi kerusakan jalan Purwodadi – Geyer pada tahun 2012

No	Lokasi	Kondisi Kerusakan Jalan
1	Km 67 + 000	Baik
2	Km 70 + 000	Baik
3	Km 74 + 000	Rusak Sedang
4	Km 76 + 500	Rusak Berat
5	Km 77 + 500	Rusak Berat
6	Km 79 + 000	Rusak Berat
7	Km 80 + 000	Rusak Berat
8	Km 80 + 400	Rusak Berat

No	Lokasi	Kondisi Kerusakan Jalan
9	Km 81 + 500	Rusak Berat
10	Km 82 + 000	Rusak Berat
11	Km 83 + 000	Rusak Berat
12	Km 85 + 000	Rusak Berat
13	Km 86 + 000	Rusak Berat

Sumber: Bina Marga (2012)

Tabel 4 Klasifikasi derajat ekspansif menurut Seed (1962)

Lokasi	S <sub>pengujian</sub> (%)	Klasifikasi
Km 67+000	17,78	Tinggi
Km 70+000	5,64	Tinggi
Km 74+000	14,94	Tinggi
Km 76+000	22,69	Tinggi
Km 77+500	11,88	Tinggi
Km 79+000	25,69	Sangat tinggi
Km 80+000	9,84	Tinggi
Km 81+500	17,96	Tinggi
Km 82+000	15,01	Tinggi
Km 85+000	11,17	Tinggi
Km 86+000	12,40	Tinggi

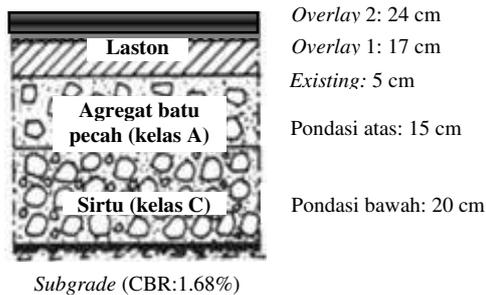
Sumber: Analisis (2012)

### Analisis Tekanan Pengembangan

Rata-rata tekanan pengembangan dalam pengujian bernilai > 300 kPa. Hal ini menunjukkan bahwa *subgrade* ruas jalan Purwodadi–Geyer berkualitas buruk yang dapat menyebabkan kerusakan berat pada lapisan perkerasan. Pembebanan terbesar terdapat pada sampel tanah lokasi km 83+000 yang mencapai 1286 kPa dan menghasilkan tekanan pengembangan sebesar 975 kPa. Nilai ini sangat besar sehingga *subgrade* pada lokasi tersebut tidaklah aman. Untuk tekanan pengembangan terendah bernilai 88 kPa terdapat pada lokasi km 80+000. Kondisi ini hanya menyebabkan kerusakan ringan atau sedang pada perkerasan jalan di atasnya.

### Analisis Tebal Lapis Tambah

1. Kondisi jalan sebelum *overlay*  
Profil perkerasan *existing* sebelum *overlay* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Profil perkerasan *existing*  
 (Sumber: Bina Marga, 2012)

## 2. Analisis struktur tebal perkerasan pada *flexible pavement*

Hasil perancangan tebal *overlay* pada perkerasan lentur menurut AASHTO (1993) sebagai berikut:

- a. Jumlah ESAL total ( $W_{18}$ )  
 Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan total ESAL dalam satu tahun sebesar 695954,912. Asumsi SN yang digunakan sebesar 5 dan beban gandar disesuaikan terhadap konfigurasi beban masing-masing kendaraan.  
 Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan persamaan 2 didapatkan nilai sebesar  $R = 12,58$  dan volume lalu lintas pada tahun ke-10 dihitung menggunakan persamaan 3 didapatkan nilai sebesar  $ESAL_{10} = 4,38 \times 10^6$
- b. Nilai *serviceability loss* ( $\Delta PSI$ )  
 Kehilangan kemampuan pelayanan total dihitung dengan persamaan 4 menghasilkan nilai  $\Delta PSI = 1,7$
- c. Nilai *reliability* (R)  
 Nilai reliabilitas jalan Purwodadi–Geyer menurut AASHTO (1993) dapat ditentukan (R) sebesar 80 %.
- d. Nilai *overall standard deviation* ( $S_o$ )  
 Berdasarkan saran AASHTO (1993), nilai  $S_o$  yang digunakan untuk perkerasan lentur (aspal) sebesar 0,45.
- e. Nilai *resilient modulus* (Mr)

Berdasarkan nilai CBR tanah dasar, maka nilai Mr didapatkan sebesar 5161 psi atau 5,2 ksi.

- f. Nilai koefisien drainase ( $m_i$ )  
 Berdasarkan klasifikasi kualitas drainase menurut AASHTO (1993), ditentukan nilai koefisien drainase untuk lapis pondasi atas dan pondasi bawah sebesar 0,9.
  - g. Nilai *structural number* yang diperlukan ( $SN_{perlu}$ )  
 Berdasarkan skala nomogram dihasilkan nilai SN sebesar 5,7.
  - h. Nilai *structural number* awal ( $SN_{awal}$ )  
 SN untuk kondisi jalan sebelum *overlay* dihitung dengan persamaan 5 sehingga didapatkan nilai sebesar  $SN = 2,78$ .
  - i. Tebal perkerasan *overlay* ( $\Delta D_1$ )  
 Tebal *overlay* yang diperlukan dihitung dengan persamaan 6 sehingga dihasilkan nilai  $\Delta D_1$  sebesar 7,3 inchi atau 18,5 cm.  
 Berdasarkan hasil perhitungan AASTHO (1993) di atas didapatkan tebal *overlay* yang diperlukan untuk mencapai titik aman adalah 18,5 cm sedangkan tebal *overlay* di lapangan sebesar 9 cm. Hal ini dapat disimpulkan bahwa berdasarkan analisis prediksi arus lalu lintas yang akan datang dan kondisi tanah yang ekspansif, struktur perkerasan dengan *overlay* menggunakan AC dan ATB ini tidak akan mampu melayani jalan dengan aman sesuai umur rencana.
- ## 3. Analisis struktur tebal perkerasan pada *rigid pavement*
- Hasil perancangan tebal perkerasan *overlay* menurut Bina Marga ditunjukkan sebagai berikut:
- a. Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana (JSKN) dihitung dengan persamaan 7

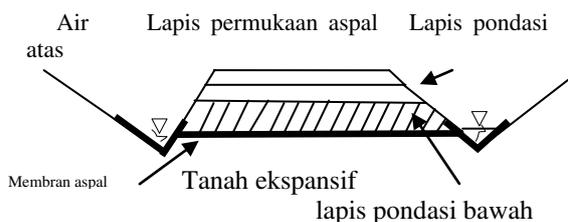
- menghasilkan nilai JSKN sebesar  $45,8 \times 10^6$
- b. Nilai faktor keamanan beban ( $F_{KB}$ )
- c. Berdasarkan SNI dapat ditentukan nilai  $F_{KB}$  sebesar 1,1
- d. Kuat tarik lentur beton umur 28 hari ( $f_{cf}$ ) dengan persamaan (10) dihasilkan nilai sebesar  $f_{cf} = 4,0$  Mpa
- e. CBR tanah dasar efektif
- f. Berdasarkan plot grafik antara CBR *existing* yaitu 3% dengan tebal lapis pondasi bawah didapatkan nilai CBR efektif sebesar 22%.
- g. Tebal taksiran pelat beton
- h. Berdasarkan pembacaan grafik didapatkan nilai slab beton sebesar 230 mm atau 23 cm. Hal ini menunjukkan bahwa berdasarkan perhitungan lalu lintas dengan metode Bina Marga menghasilkan tebal slab *overlay* yang diperlukan sebesar 23 cm sedangkan tebal slab di lapangan sebesar 25 cm sehingga cukup aman untuk masa pelayanan sepuluh tahun kedepan.

**Kerusakan Perkerasan Jalan di Atas Tanah Ekspansif**

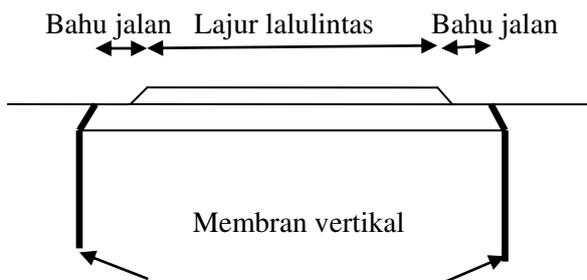
Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan jalan dengan *overlay* pada perkerasan lentur dan perkerasan kaku tidak bisa menjadi alternatif solusi untuk kerusakan jalan di atas tanah ekspansif. Kekuatan struktural perkerasan ini hanya bersifat sementara karena tidak mampu menahan tekanan pengembangan tanah ekspansif di bawahnya. Pada perkerasan lentur tidak ada perlindungan, stabilisasi tanah maupun pencegahan drainase sebelumnya sehingga kemungkinan yang terjadi adalah air hujan akan masuk kedalam struktur perkerasan melalui retakan permukaan atau permukaan aspal dengan gradasi terbuka. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya percepatan oksidasi bahan pengikat aspal dan akan

terjadi kenaikan tanah dasar akibat kenaikan kadar air sehingga mengakibatkan pelemahan struktur perkerasan yang pada akhirnya permukaan jalan akan bergelombang dan rusak.

Salah satu penanganan kerusakan perkerasan jalan di atas tanah ekspansif adalah dengan membran horisontal dan vertikal yang berfungsi dapat mencegah masuknya kandungan air ke dalam struktur perkerasan. Perancangan membran horisontal dan vertikal dalam perkerasan jalan dapat ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4 Tipe membran aspal horisontal menurut Snethen 1979 (Sumber: Snethen, 1979)



Gambar 5 Tipe membran vertikal menurut Snethen 1979 (Sumber: Snethen, 1979)

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada ruas jalan Purwodadi – Geyer km 66+650 sampai dengan km 87+180 mengalami kerusakan jalan yang berat.
2. Menurut Seed dkk (1962) nilai derajat ekspansif menunjukkan kondisi kritis atau tinggi.

3. Berdasarkan metode AASHTO (1993), tebal lapis tambah (*overlay*) yang diperlukan untuk perkerasan lentur sebesar 18,5 cm > 9 cm tebal *overlay* di lapangan sehingga tidak aman.
4. Berdasarkan metode Bina Marga menghasilkan tebal slab yang diperlukan untuk perkerasan kaku sebesar 23 cm < 25 cm tebal *overlay* di lapangan sehingga aman sesuai umur rencana.

### Saran

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan jalan baik dengan bahan aspal maupun beton sebagai lapis tambah hanya bersifat sementara. Perlu ada kajian dan analisis lebih lanjut untuk menemukan solusi yang paling tepat dalam mengatasi kerusakan jalan pada ruas jalan di atas tanah dasar ekspansif khususnya pada ruas jalan Purwodadi–Geyer. Metode cakar ayam dan geomembran vertikal bisa menjadi alternatif pilihan selanjutnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Officials (AASHTO), (1993), *Interim Guide for Design of Pavement Structures*, Washington, USA.
- Austroroad, (1987), *A Guide to the Visual Assesment of Pavement Condition*, Austroroad, Australia.
- Chen, F.H, (1975), *Foundations on Expansive Soils Developments in Geotechnical Engineering 12*. Elsevier Scientiffic Publishing Company, Amsterdam, The Netherlands.
- Departemen Pekerjaan Umum, (1987), *Tata Cara Perencanaan Tebal Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*, SNI 1732-1989-F, SKBI-2.3.26.1987, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, (2005), *Penanganan Tanah Ekspansif untuk Konstruksi Jalan, Pedoman Konstruksi dan Bangunan*, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., (2011), *Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Syawal, (2004), *Identifikasi Potensi dan Tekanan Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif dengan Menggunakan Alat Oedometer (Studi Kasus Jalan Cepu- Ngawi)*, Tesis Program Studi Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.