

# STRUKTUR PERKERASAN PORUS MENGGUNAKAN PEMBEBANAN SKALA MODEL

Ketut Sugiharto

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Korespondensi :ketutsugiharto94@gmail.com

## ABSTRAK

Pada perkerasan aspal konvensional air tidak bisa meresap atau masuk pada perkerasan jalan hal tersebut berakibat berkurangnya area luasan resapan air hujan. Aspal porus merupakan suatu perkerasan jalan dimana air bisa masuk kedalam struktur pondasi jalan diteruskan sampai kebawah sampai tanah asli dengan perkerasan porus tdk ada lagi genangan air dan limpasan air akibat air hujan yang jatuh di permukaan jalan dengan demikian perencanaan menggunakan aspal porus akan lebih aman dan nyaman sudah tidak ada genangan air. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui bagaimana perbedaan aspal porus dengan aspal konvensional dari segi tegangan dan regangan sehingga kita bisa mengetahui perbedaan dan karakteristik perkerasan konvensional dan perkerasan porus.

**Kata kunci:** perkerasan konvensional, porus, tegangan, regangan

## 1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana yang sangat penting untuk mendukung system transportasi. Menurut Peraturan Pemerintah No. 34 tahun 2006 pada 2014 panjang jalan di Indonesia mencapai 502.724 km. Peningkatan kapasitas jalan ini menyebabkan banyaknya ruang terbuka hijau yang beralih fungsi kegunaannya. Pada perkerasan yang konvensional, air tidak bisa meresap atau masuk pada perkerasan jalan. Pada tahun 1970 di Negara-negara maju seperti Amerika dan Jepang sudah dikembangkan sistem jaringan perkerasan jalan menggunakan porus yang bernama *Porous Pavement* (BMPS sections.6). Porus pavement ini merupakan teknologi yang ramah lingkungan sehingga sangat cocok diterapkan di daerah mempunyai iklim musim hujan yang cukup panjang seperti Indonesia. Porus pavement merupakan suatu perkerasan jalan yang mengijinkan air yang berada di atasnya bisa masuk kedalam lapisan jalan atau struktur pondasi jalan dan masuk ke pondasi paling bawah

jalan/subbase dan diteruskan sampai kebawah tanah asli / subgrade sehingga pada perkerasan jalan tidak ada lagi genangan air dan limpasan air akibat air hujan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Konstruksi Perkerasan

Perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu sebagai berikut:

- Konstruksi perkerasan lentur
- Konstruksi perkerasan kaku
- Konstruksi perkerasan komposisi

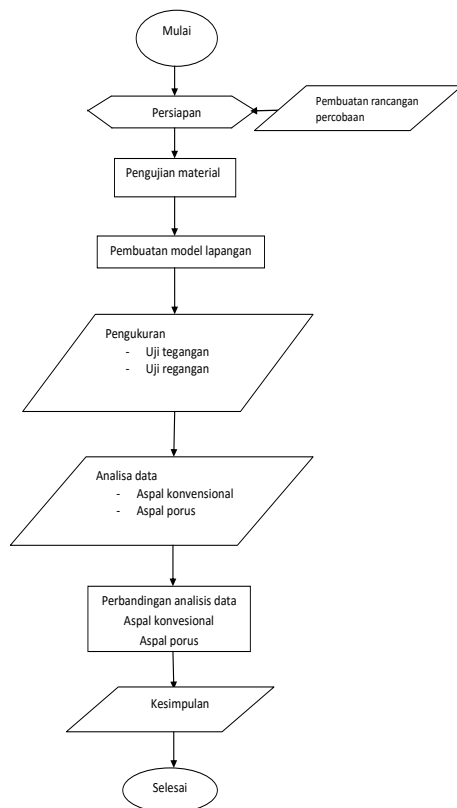
Tujuan desain struktur perkerasan adalah untuk menghasilkan sebuah struktur perkerasan yang akan mempertahankan kondisi seperti yang diinginkan untuk waktu yang lama.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Rencana Penelitian

Dalam penelitian dilaksanakan dalam beberapa tahapan, yaitu pekerjaan persiapan, pekerjaan laboratorium, dan membuat model perkerasan standar

binamarga dan perkerasan porus yang akan dianalisis tegangan dan regangannya serta perbedaannya. Tahapan-tahapan dalam penelitian ini dituliskan dalam bentuk diagram alir seperti **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Diagram alir tahapan penelitian

### 3.2 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan merupakan pekerjaan awal sebelum penelitian di laboratorium. pengajuan proposal, persiapan alat dan bahan, serta koordinasi untuk pelaksanaan penelitian.

### 3.3 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dengan material sirtu Haji Samud yang didatangkan dari daerah kecamatan Ngoro, Mojokerto, Jawa Timur.

### 3.4 Rancangan Percobaan

Pada penelitian ini akan dibuat model perkerasan aspal porus disamping

perkerasan konvensional . Pada penelitian ini terdapat 1 variabel, yaitu variasi base, variasi perkerasan konvensional , dan variasi perkerasan porus. Dengan menggunakan skema rancangan percobaannya dapat dianalogikan dengan metode analisis factorial 2, 3. Diagram faktorialnya dapat ditampilkan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Rancangan percobaan

|                  |                     | Jenis Perkerasan                   |                             |
|------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------------|
|                  |                     | Konvensional<br>(Base,<br>subbase) | Porus<br>(Base,<br>subbase) |
| variabel terikat | Regangan horizontal | -                                  | -                           |
|                  |                     | -                                  | -                           |
|                  |                     | -                                  | -                           |
|                  | Tegangan            | -                                  | -                           |
|                  |                     | -                                  | -                           |
|                  |                     | -                                  | -                           |
|                  |                     |                                    |                             |
|                  |                     |                                    |                             |
|                  |                     |                                    |                             |

Keterangan level untuk masing-masing variabel sebagai berikut :

Aspal 1 (-) : Campuran aspal konvensional

Aspal 2 (-) : Campuran aspal porus +(gilsonite)

Variabel terikat 1 (-) : Regangan

Variabel terikat 2 (-) : Tegangan

### 3.5 Pengujian Material

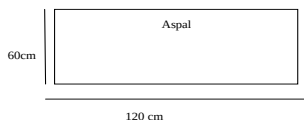
Pengujian material meliputi pengujian analisa saringan, berat jenis, kadar air, pemadatan standar, dan CBR, keausan, impact test, untuk aspal, penetrasi ,berat jenis, marshal, extrasi aspal.

### 3.6. Pembuatan Model Lapangan

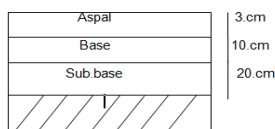
#### 3.6.1 Percobaan Penelitian Pada Model

Dalam Pemodelan perkerasan dilakukan untuk membuat *prototype* jalan pada kondisi nyata di lapangan. Model perkerasan ditentukan berdasarkan skala semi lapangan. Skala semi lapangan, diharapkan model perkerasan dapat

mewakili kondisi di lapangan secara lebih akurat. Model dimensi aspal lihat **Gambar 2** dan **Gambar 3**.



**Gambar 2.** Dimensi aspal konvensional dan porus



**Gambar 3.** Ukuran lapisan pondasi perkerasan

### 3.6.2 Pemodelan Perkerasan Konvensional ( Binamarga )

Pemodelan perkerasan konvensional berupa subgrade ( pasir berlempung ), base (material konvensional) dan Surface (aspal konvensional).

**Tabel 2.** Variasi gradasi lapisan pondasi perkerasan konvensional lolos ayakan

GRADASI AGREGAT ASPAL KONVENSIONAL

| Diameter (mm) | Berat Tertahan (gram) | Kumulatif Tertahan (%) | % Tertahan | % Lolos | Batas |      |
|---------------|-----------------------|------------------------|------------|---------|-------|------|
|               |                       |                        |            |         | Bawah | Atas |
| 19            |                       |                        |            | 100     | 100   | 100  |
| 12.5          | 3213                  | 3213                   | 5          | 95      | 90    | 100  |
| 9.5           | 8996.4                | 12209.4                | 19         | 81      | 72    | 90   |
| 4.75          | 17992.8               | 30202.2                | 47         | 53      | 43    | 63   |
| 2.36          | 12498.57              | 42700.77               | 66.45      | 33.55   | 28    | 39.1 |
| 1.18          | 7229.25               | 49930.02               | 77.7       | 22.3    | 19    | 25.6 |
| 0.6           | 4016.25               | 53946.27               | 83.95      | 16.05   | 13    | 19.1 |
| 0.3           | 2441.88               | 56388.15               | 87.75      | 12.25   | 9     | 15.5 |
| 0.15          | 1767.15               | 58155.3                | 90.5       | 9.5     | 6     | 13   |
| 0.075         | 1606.5                | 59761.8                | 93         | 7       | 4     | 10   |
| PAN           | 4498.2                | 64260                  |            |         |       |      |
| TOTAL         | 64260                 |                        |            |         |       |      |

### 3.6.3 Pemodelan Perkerasan Porus

Pemodelan perkerasan berupa subgrade (tanah pasir-lempung), base (material porus) dan Surface (aspal porus). Lapisan pondasi base ini menggunakan spesifikasi gradasi standar Bina marga kelas A.

**Tabel 2.** Variasi gradasi lapisan pondasi porus lolos ayakan

| ukuran ayakan | Kelas A |     | variasi gradasi |
|---------------|---------|-----|-----------------|
|               | BB      | BA  |                 |
| 2'            | 100     | 100 | 100             |
| 1 1/2'        | 100     | 100 | 50              |
| 1'            | 79      | 85  | 30              |
| 3/8'          | 44      | 58  | 5               |
| no.4          | 29      | 44  | 0               |
| no.10         | 17      | 30  | 0               |
| no.40         | 7       | 17  | 0               |
| no.200        | 2       | 8   | 0               |

Sumber : Penelitian Malik

### 3.7 Pengukuran

Pengujian di lapangan skala model menggunakan alat beban berjalan yang dimana setiap lintasan dicatat pada alat uji tegangan dan alat uji regangan pada indicator digital yang menunjukkan angka atau nilai-nilai setiap lintasan

#### 3.7.1 Alat Uji Tegangan

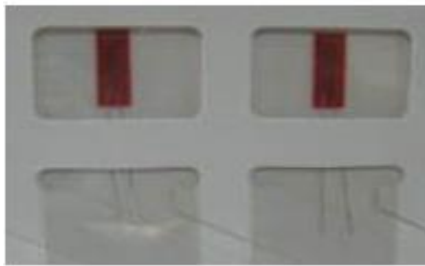
Alat uji tegangan ini terbuat dari *load cell* yang disambung dengan layar untuk memantau tegangan yang terjadi.



**Gambar 4.** Alat uji tegangan

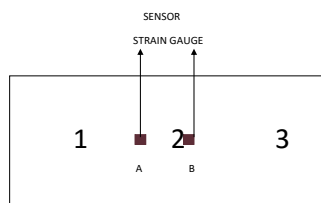
#### 3.7.2 Strain Gauge

*Strain gauge* telah digunakan luas dalam pengukuran besaran fisika gaya pada bidang mekanikal. Perbandingan antara  $\Delta L$  dan  $L$  adalah sangat kecil dan pembacaannya bernilai  $10^{-6}$  atau biasa ditulis dalam satuan micro-epsilon ( $\mu\epsilon$ ). *Strain gauge* dipasang pada bagian bawah aspal porus. *Strain gauge* ditunjukkan seperti pada **Gambar 5**.



**Gambar 5.** Strain meter untuk uji regangan

*Strain gauge* dipasang sebanyak dua buah untuk mengetahui ditunjukkan pada **Gambar 6**.



**Gambar 6.** Lokasi *strain gauge* pada aspal porous

### 3.7.3 *Strain Meter* dan *Cable Switch*

*Strain meter* merupakan alat pembaca *strain gauge* yang telah dipasang. menghubungkan *strain gauge* dengan *strain meter*. *Strain meter* dan *cable switch* ditunjukkan dalam **Gambar 7**.



**Gambar 7.** *Strain meter* (kiri) dan *cable switch* (kanan)

### 3.7.4 Mesin Penguji (beban berjalan)

Mesin ini memberikan pembebanan satu arah. Alat ini dapat memberikan pembebanan dan kecepatan uji yang konstan di tunjukkan dalam **Gambar 8**.



**Gambar 8.** Alat beban berjalan

## 3.8 Analisis Data

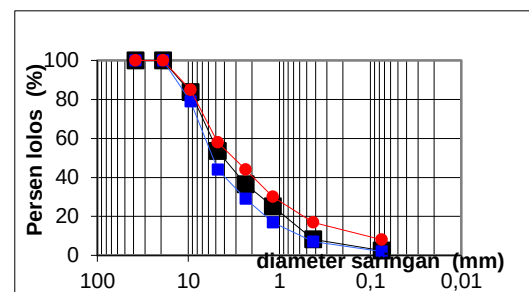
Dari analisa data dilakukan pencatatan data tegangan dan regangan serta menggunakan alat beban berjalan sebanyak 1000 x lintasan.

### 3.8.1 Analisis Data pada aspal konvensional dan porous

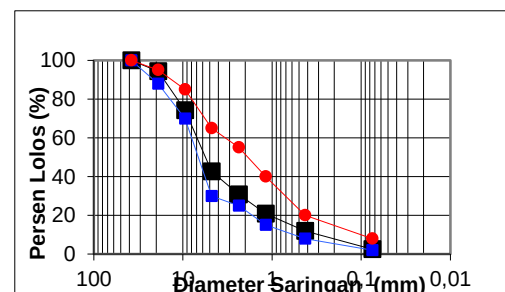
Untuk nilai tegangan dan regangan bagaimana trend atau nilai hasil banyaknya lintasan yang terjadi pada perkerasan konvensional dan porous pavement sehingga diketahui perilaku, karakteristik kondisi fisik perkerasan konvensional dan porous ketika menerima beban.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan

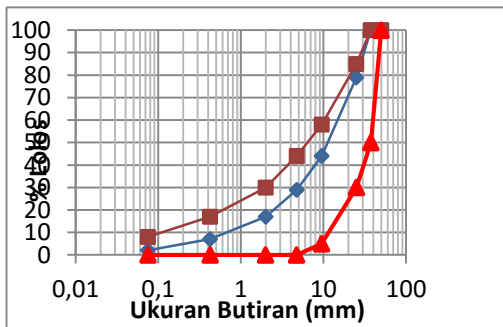


**Gambar 9.** Base



**Gambar 10.** Sub base

#### 4.1.2 Hasil Pengujian Analisa Saringan Material Porus Pavement



Gambar 11. Base porus

#### 4.1.3 Hasil Pengujian Porositas dan Permeabilitas

Dari pengujian porositas dan permeabilitas untuk hasil pengujian Porositas rata-rata sebesar 28.930 % sedangkan untuk hasil Permeabilitas di dapat nilai sebesar 0.115.

#### 4.1.4 Hasil Pengujian Berat Isi

Kepadatan di laboratorium untuk lapisan pondasi atas sebesar 1,7867 gr/cm<sup>3</sup> dan kepadatan lapisan pondasi bawah sebesar 1,8052 gr/cm<sup>3</sup>, Sand Cone Test kepadatan di lapangan, pondasi Base 1,6874 gr/cm<sup>3</sup> pondasi Sub Base 1,8352 gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.1.5 Hasil Pengujian CBR dan DCP

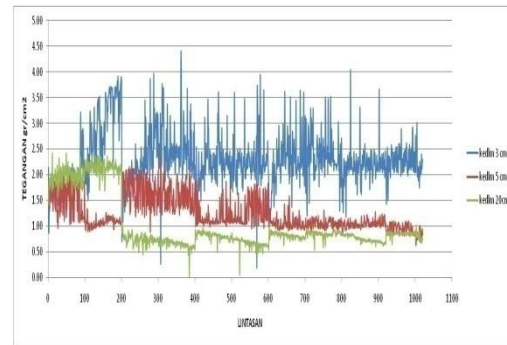
Gradasi Standart Bina Marga diperoleh nilai rata-rata CBR Base sebesar 81,925%, Sub base sebesar 74,511%. Gradasi Porus sebesar 74.903%. DCP: 15,88%.

#### 4.1.6 Pengukuran Tegangan

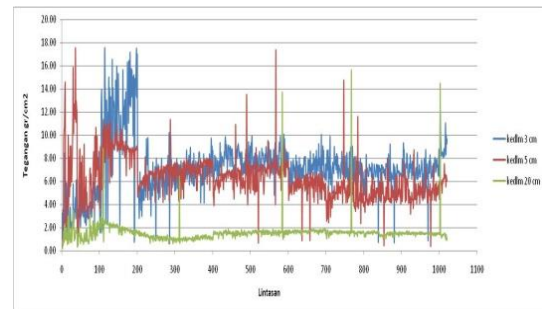
pengukur Tegangan pada Enam titik sensor yang ditinjau yaitu pada titik 1.a dan 2.a dengan kedalaman 3 cm di bawah Aspal, pada lapisan Sub Base pada titik 1.b dan 2.b dengan kedalaman 5 cm pada lapisan Sub Grade dan pada titik 1.c dan 2.c seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.5, 4.6 dan 4.7. Pembacaan pengukuran tegangan konvensional dan porus akibat beban berjalan 1000 lintasan pada tiap

#### 4.1.7 Hasil Pengukuran Tegangan

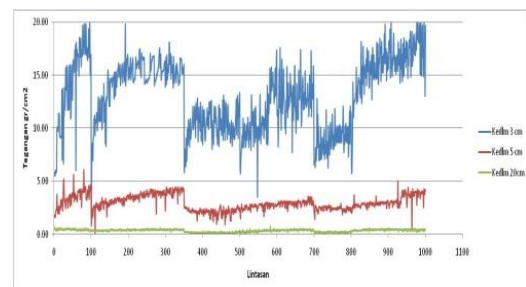
Dari pengukuran tegangan perkerasan konvensional dan porus pavement akibat beban berjalan Grafik dapat dilihat pada Gambar 12 sampai Gambar 15.



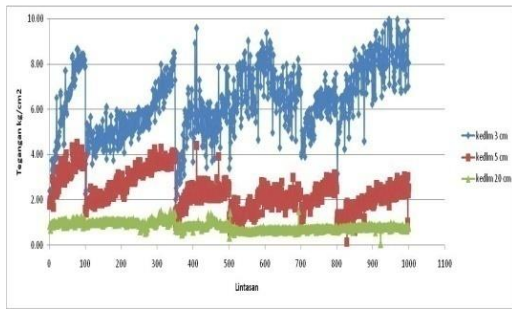
Gambar 12. Hubungan tegangan dengan jumlah lintasan perkerasan konvensional.1



Gambar 13. Hubungan tegangan dengan jumlah lintasan perkerasan Konvensional.2



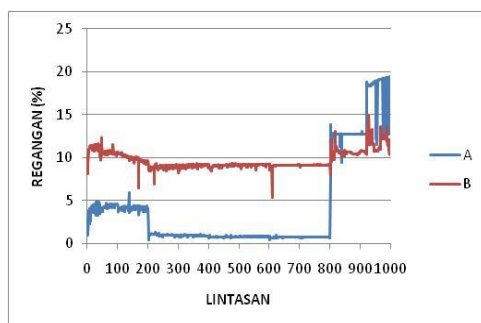
Gambar 14. Hubungan tegangan dengan jumlah lintasan perkerasan porus.1



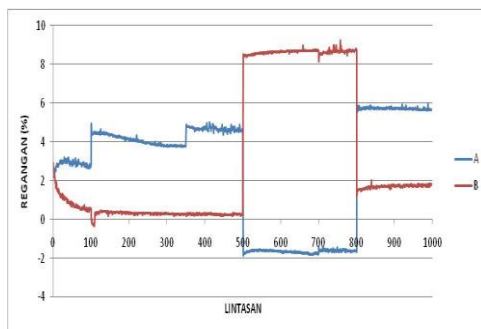
**Gambar 15.** Hubungan tegangan dengan jumlah lintasan perkerasan porus.2

#### 4.1.8 Hasil Pengukuran Regangan

Dari hasil uji Regangan Perkerasan Konvensional dan Porus pavement akibat beban berjalan juga dilakukan pengujian 1000 lintasan. Grafik dapat dilihat pada **Gambar 16** dan **Gambar 17**.



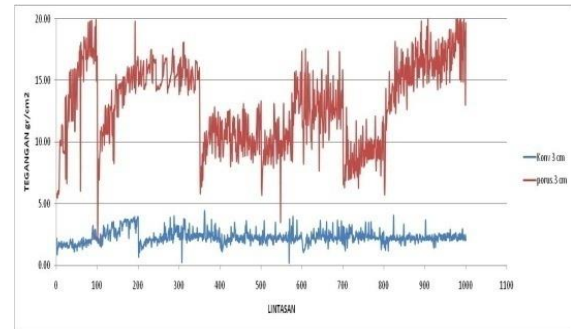
**Gambar 16.** Hubungan Regangan dengan Jumlah lintasan Perkerasan Konvensional



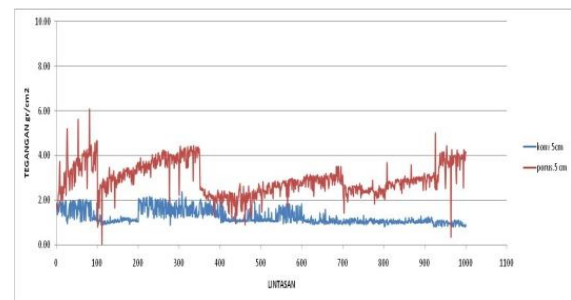
**Gambar 17.** Hubungan regangan dengan Jumlah lintasan perkerasan porus

#### 4.1.9 Hasil Perbandingan Tegangan Konvensional dengan Porus Pavement

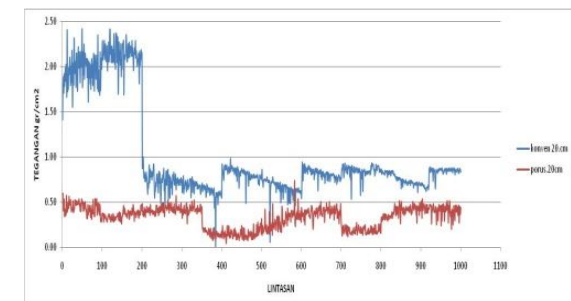
Mengetahui perbandingan nilai tegangan antara konvensional dan porus pavement ini di tunjukan pada grafik dapat dilihat pada **Gambar 18** dan **Gambar 19**.



**Gambar 18.** Perbandingan perkerasan konvesional 1a dengan perkerasan porus 1a terhadap tegangan dan jumlah lintasan

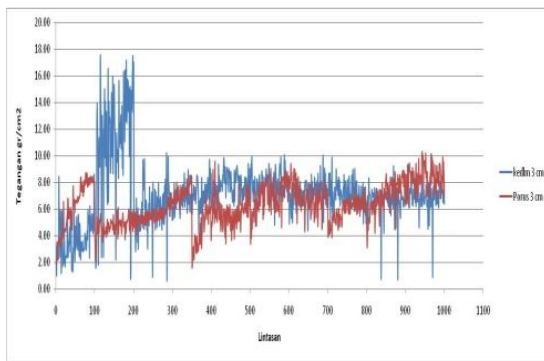


**Gambar 19.** Perbandingan perkerasan konvesional 1b dengan perkerasan porus 1b terhadap tegangan dan jumlah lintasan

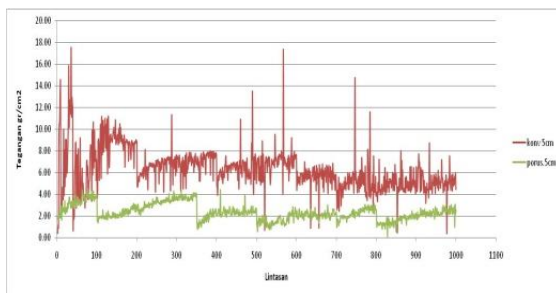


**Gambar 20.** Perbandingan perkerasan konvesional 1c dengan perkerasan porus 1c terhadap tegangan dan jumlah lintasan

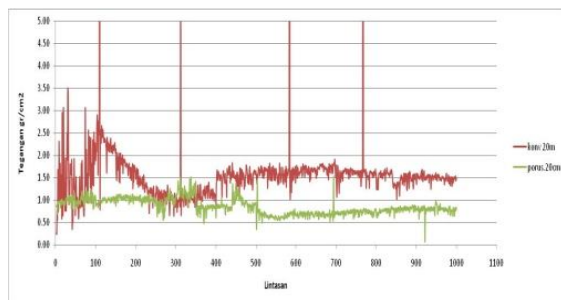




**Gambar 21.** Perbandingan perkerasan konvesional 2a dengan perkerasan porus 2a terhadap tegangan dan jumlah lintasan



**Gambar 22.** Perbandingan perkerasan konvesional 2b dengan perkerasan porus 2b terhadap tegangan dan jumlah lintasan



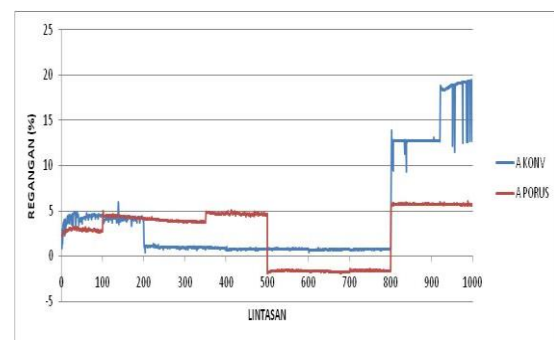
**Gambar 23.** Perbandingan perkerasan konvesional 2c dengan perkerasan porus 2c terhadap tegangan dan jumlah lintasan

Dari hasil grafik perbandingan tegangan konvensional dan porus pavement pada **Gambar 18** sampai **Gambar 23**. Menunjukkan bahwa nilai rata - rata grafik tegangan konvensional lebih besar dari pada tegangan porus pavement ini

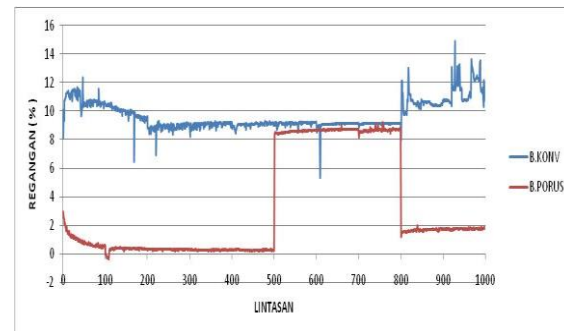
menunjukkan nilai kepadatan pondasi konvensional lebih padat daripada pondasi porus pavement.

#### 4.1.10 Hasil Perbandingan Regangan Konvensional Versi Porus Pavement

Untuk mengetahui bentuk dan karakteristik dari regangan konvensional dan porus pavement yang terpasang 3cm dibawah aspal bagaimana hasil perbedaan yang di tunjukan pada gambar grafik dapat dilihat pada **Gambar 24** dan **Gambar 25**.



**Gambar 24.** Perbandingan perkerasan konvesional A dengan perkerasan porus A terhadap regangan dan jumlah lintasan.



**Gambar 25.** Perbandingan perkerasan konvesional B dengan perkerasan porus B terhadap regangan dan jumlah lintasan

Hasil grafik perbandingan regangan perkerasan konvensional dan porus pavement yang ditunjukan pada **Gambar 24** dan **Gambar 25** menunjukkan nilai regangan perkerasan Konvensional lebih

besar daripada nilai regangan Porus Pavement.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tegangan yang terjadi pada perkerasan konvensional dengan bertambahnya lintasan tegangan yang terjadi relatif tetap.
2. Tegangan yang terjadi pada perkerasan porus dengan bertambahnya lintasan tegangan yang terjadi meningkat sampai pada lintasan tertentu lalu relative tetap Nilai maksimum perbedaan tegangan pada :
  - a) Konvensional dan porus 1a: 80%.
  - b) Konvensional danporus1b: 50.5%.
  - c) Konvensional dan porus 1c;64%.
  - c) Konvensional dan porus 2a: 20%.
  - d) Konvensional dan porus 2b:48%.
  - e) Konvensional dan porus 2c: 25%.
3. Dari hasil perbandingan uji regangan yang terjadi antara lapisan perkerasan konvensional dengan perkerasan porus .
  - a) Regangan yang terjadi pada perkerasan konvensional dengan bertambahnya lintasan regangan yang terjadi relatif tetap.
  - b) Regangan yang terjadi pada perkerasan porus dengan bertambahnya lintasan regangan yang terjadi meningkat sampai pada lintasan tertentu lalu relatif tetap
  - c) Nilai mak perbedaan regangan :
  - d) Untuk regangan konvensional dan porus A pada kisaran 38.5%.
  - e) Untuk regangan konvensional dan porus B pada kisaran 62%.

### 5.2 Saran

- a. Pada penelitian selanjutnya di usahakan diperbanyak lintasannya supaya kita bisa mengetahui perbedaan titik keruntuhan aspal pada perkerasan konvensional dengan perkerasan porus .

- b. Untuk material aspal perlu dilakukan sample yang lebih banyak supaya hasil yang diinginkan lebih mewakili dan bisa terkoresksi.
- c. Untuk lapis pondasi baik konvensional atau porus di usahan material lokal yang bervariasi supaya kita bisa menggunakan material yang lebih terjangkau baik biaya dan waktu.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Asphalt Institute. 1984.*Mix Design Methods for Asphalt Concrete and other Hot Mix Types*, Manual Series No 2 ( MS-2 ),1 st Edition, Lexington, Kentucky,
- ASTM International (2007). *Standart Test Method for California Bearing Ratio of Laboratory Compacted Soils( D1883-07<sup>E2</sup>)*
- ASTM International (2007). *Standart Test Method for Permeability of Granular Soil Constant Head (D1883-07<sup>E2</sup>)*
- ASTM International (2006). *Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Bituminous Mixtures (D6927-06)*
- Australian Asphalt Pavement Association (AAPA) ( 2004). *National Asphalt Specification*.
- Bina Marga (2010). *Spesifikasi Umum Campuran Berbutir Panas*.Penerbit Pekerjaan Umum.
- Ferguson, B.K. (2005). *Porous Pavements*, Boca Raton, FL: CRC Press
- Krebs, R.D dan Walker, R.D. 1971.*Highway Materials*. Mc Graw - Hill Book Company. New York, USA.
- Nurwidyanto, I., dkk. (2005). *Estimasi Hubungan Porositas dan Permeabilitas Pada Batu Pasir*. Semarang. FPIK UNDIP
- Sarwono, D dan A stuti Koos Wardhani (2007). “Pengukuran Sifat Permeabilitas Campuran *Porous Asphalt*”.Media Teknik Sipil.Setyawan. A dan Sanusi (2008).“Observasi Properties Aspal Porus Berbagai Gradasi Dengan Material Lokal”.Media TeknikSipil.
- Sujono. E. R. 2012. “Pengaruh Daya Dukung dan Permeabilitas Akibat Variasi Gradasi Agregat Lapisan Pondasi Porous Pavement”. Malang.