

## FENOMENA KERUSAKAN RIGID PAVEMENT PADA JALAN TOL PADALARANG KM 09+300 B ( ARAH PADALARANG )

Oleh

**Imam Murtosidi, ST, P.H. Saksono, MSc, PhD**

### **RINGKASAN**

*Paper ini sekilas memberikan gambaran mengenai fenomena menarik keruntuhan rigid pavement pada jalan tol Padalarang-Cileunyi, yang terjadi pada 11 Oktober 2002 jam 15.00, dan informasi kepada masyarakat, khususnya kepada pengelola jalan tol terhadap bahaya yang kemungkin bisa terjadi pada rigid pavement jalan yang dibangun diatas tanah lunak. Pada mulanya rigid pavement berperilaku sebagai pelat datar pondasi elastis dengan frekuensi alamiah. Penurunan local tanah/sub soil yang terjadi merubah rigid pavement menjadi semi kantilever, sehingga frekuensi getaran beban lalu-lintas berubah menjadi frekuensi alamiah yang rendah. Beban dinamis lalu lintas mengakibatkan rigid pavement mengalami flexural vibration. Lendutan makin membesar (amplification) seandainya frekuensi forced vibration nilainya hampir sama dengan frekuensi free vibration. Oleh karena lendutan rigid pavement ke bawah tertahan oleh lean concrete dan sebaliknya bebas melendut ke atas, maka terjadilah keruntuhan pada rigid pavement yang disertai ledakan karena karakteristik beton yang kaku/brittle.*

### **SUMMARY**

*This Paper of in a flash give picture concerning interesting phenomenon is avalanche of rigid pavement at Padalarang-Cileunyi Toll road, that happened at 11 October 2002 on 3.00 p.m., and information to society, especially to organizer of toll to danger which is can happened at woke up road; street pavement rigid above land of softening. In the beginning behavioral rigid pavement of me as glazer of elastic foundation with natural frequency. Degradation of land; ground local / sub of soil that happened change rigid pavement become semi cantilever, so that traffic burden vibration frequency turn into low natural frequency. Dynamic burden of traffic result natural pavement rigid of vibration flexural. More deflection downwards and more bigly ( amplification) if only frequency of forced its value vibration much the same to with frequency of free vibration. Because of rigid pavement deflection downwards detained by free lean concrete conversely deflection to up wards, hence happened by avalanche at rigid pavement accompanied by explosion because stiff concrete characteristic / brittle.*

### **I. LATAR BELAKANG**

Jalan Tol Padalarang-Cileunyi merupakan jalan yang melintasi daerah tanah lunak (soft soil), dengan menggunakan perkerasan kaku. Lapisan jalan tol

terdiri dari :

- a. Rigid pavement mempunyai tebal rata-rata 27,5 cm dengan mutu beton K- 400.
- b. Lean concrete tebalnya rata-rata 17,5 cm dengan mutu beton K-150.

- c. Sub base mempunyai tebal 30 cm
- d. Improve Sub base mempunyai tebal 60 cm

Pada tanggal 11 Oktober 2002 sekitar jam 15.00 WIB terjadi kerusakan pada struktur perkerasan kaku (*rigid pavement*) ruas *Jalan Tol Padalarang* Cileunyi KM 9+300 B (arah Padalarang). *Rigid pavement* telah mengalami *brittle failure* arah melintang dan terangkat sehingga mengakibatkan kecelakaan pada kendaraan yang sedang lewat.

## II. HIPOTESA

Beberapa hipotesa terhadap kejadian tersebut antara lain adalah sebagai berikut :

- a. *Blow up* disebabkan oleh reaksi alkali beton yang diikuti oleh pemuai volume yang tak terakomodasi.
- b. *Failure* dikarenakan *expansion joint* tidak berfungsi. Temperatur yang tinggi mengakibatkan pemuai beton ke arah longitudinal tidak terakomodasi dan menyebabkan *blow up*.
- c. *Differential settlement* dari *sub-soil* merubah perilaku dinamis struktur *rigid pavement*. Frekuensi gaya vibrasi lentur beban lalu lintas yang hampir sama dengan frekuensi alami rigid pavement sehingga *Blow up* dan *Failure*.

## III. METODOLOGI PENYELIDIKAN

Penyelidikan dilakukan kondisi terjadinya keruntuhan/failure sudah berubah. Penyelidikan dilakukan dari bekas-bekas kerusakan pada saat dilakukan pengupasan rigid pavement dan lean concrete. Penyelidikan terhadap matrial beton, kondisi rigid pavement. Lean concrete di lokasi kejadian.

## IV. DATA PENELITIAN

### 4.I. Pemeriksaan Visual

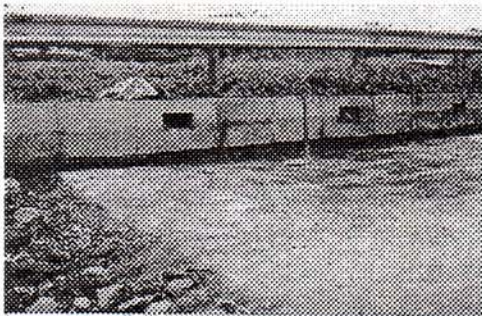
Hasil pemeriksaan visual yang telah dilakukan, beberapa kerusakan yang terjadi :

- a. Rigid pavement terangkat ke atas dan pecah
- b. Lean concrete telah mengalami shear fracture dan berdeformasi.

Seperti terlihat pada gambar-gambar berikut ini:



Gambar 1 lokasi kejadian



**Gambar 2** Lean concrete telah berdeformasi (penurunan)

#### 4.2. Pengujian Beton

- a. Pengujian *Hammer Test*, *Windsor Probe* dan *Compressive Strength*, adalah sebagai berikut:

**Tabel 1**  
Hasil pengujian beton

No.	Nama Pengujian	Kuat tekan (Kg/cm <sup>2</sup> )	
		<i>Rigid Pavemen</i>	<i>Lean Concrat</i>
1.	<i>Hammer Test</i>	400	
2.	<i>Windsor Probe</i>	367	175
3.	<i>Compressive Strength</i>	400	150

- b. Hasil Uji Belah (Splitting Tensile Strength) dari Rigid Pavement adalah = 40,5 kg/cm<sup>2</sup>.
- c. Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur (*Flexure Strength* (*Flexure Strength*)) dari rigid pavement = 43 kg/cm<sup>2</sup>.
- d. Pengujian Alkali Reaktif Beton, beton tidak potensial terhadap serangan alkali reaktif.
- e. Pengujian *Impact* *Echo* menunjukkan bahwa 75%

terdapat celah antar rigid pavement dan lean concrete.

- f. Perbedaan temperatur terendah dan tertinggi *rigid pavement* dalam satu hari 21.33°C. Dengan mengambil *thermal expansion coefficient* dari beton sebesar  $10.0 \times 10^{-6}$  per °C (BMS, Bridge Design Code Section 6) dan sifat-sifat mekanis, maka *failure rigid pavement* tidak terjadi akibat suhu.

#### V. EVALUASI HASIL PENELITIAN

*Differential settlement sub soil* membuat rigid pavement berubah semi kantilever, maka frekuensi getaran beban lalu-lintas menjadi frekuensi alamiah rendah. Beban dinamis lalu lintas menyebabkan *flexural vibration* pada *rigid pavement*. Lentutan membesar (*amplification*) jika besarnya frekuensi *forced vibration* mendekati frekuensi *free vibration*. Lentutan *rigid pavement* ke bawah tertahan *lean concrete* dan bebas melendut ke atas, maka terjadilah keruntuhan *rigid pavement* yang disertai ledakan karena karakteristik beton yang kaku/brittle.

Berikut ini gambar ilustrasi tahapan-tahapan kerusakan yang terjadi :



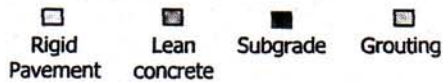
A. Terjadi *differential settlement* pada tanah dasar



B. Terjadi *shear fracture* pada *lean concrete*



C. *Rigid pavement* terangkat akibat *grouting* mengisi celah patahan *lean concrete*



**Gambar 3.** Ilustrasi tahapan-tahapan kerusakan

Untuk mencegah kejadian serupa, maka dilakukan analisa vibrasi bebas, dengan span 10; 7,5 dan 5 m celah antara Lean Concrete dan Rigid Pavement yang mengakibatkan *flexural vibration*. Panjang kritis maksimum  $\pm 5$  m yang diperbolehkan agar tidak terjadi brittle failure yang explosive.

## VI. KESIMPULAN

Dari hasil pemeriksaan, maka disimpulkan :

- Reaksi alkali dan *thermal expansion* bukan penyebab terjadinya *failure* dan blow up pada *rigid pavement*.
- Mutu beton umur untuk *Rigid Pavement* K-400 dan *Lean Concrete* K-150, yang berkekuatan cenderung seragam/homogen.
- Penurunan tanah lokal berakibat *Lean Concrete* mengalami *shear fracture*, sehingga ada celah antara Lean Concrete dan *Rigid Pavement*, yang besarnya 75% dari area yang diuji. Celah makin membesar, karena sebagian material *grouting* mengisi celah patahan Lean Concrete.

- Beban dinamis lalu lintas membuat rigid pavement mengalami *flexural vibration* yang mengakibatkan keruntuhan yang disertai ledakan karena karakteristik beton yang kaku/brittle.

## VII. SARAN

Jika pada suatu lokasi diindikasikan mengalami hal yang sama, maka dapat dilakukan upaya pencegahan :

- ◆ Panjang maksimum rigid pavement segmen harus dibuat  $\pm 5$  m.
- ◆ Celah antar segmen diselant untuk mencegah masuknya air yang memperlemah struktur di bawah *rigid pavement*.
- ◆ Pada lokasi yang berdeformasi perlu di *grouting* dengan bahan dasar seperti pasirsemn atau *grouting material* yang lainnya.
- ◆ Perlu studi pada sejarah pembangunan dan pemeliharaan untuk menentukan lokasi-lokasi yang berpotensi mengalami *local deformation* pada tanah dasar.
- ◆ Untuk lokasi-lokasi kritis harus dilakukan pemeriksaan detail, sehingga didapat data kerusakan/ rongga antara *rigid pavement-lean concrete-subgrade*.
- ◆ Indikator terjadinya deformasi pada struktur *Rigid pavement* adalah :
  - Terjadi penurunan bahu jalan.
  - Terjadi deformasi pada *curb*.

- o Terjadi retakan pada sudut-sudut lubang drainase di *curb*.
- o Terjadi getaran yang berlebihan pada saat kendaraan berat lewat.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. "Annual Book of ASTM Standar" ASTM Standard C 496, Philadelphia, 1994.
2. "Annual Book of ASTM Standar", ASTM Standard C 289, Philadelphia, 1994.
3. "Annual Book of ASTM Standar", ASTM Standard C 78, Philadelphia, 1997.
4. In-Place Methods to Estimate Concrete Strength", ACI 228. 1R-5, American Concrete Institute, Detroit, 1997.
5. M. Géradin and D. Rixen. *Mechanical Vibrations: Theory and Application to Structural Dynamics*, 2<sup>nd</sup> Edition. Wiley, Chichester. 1997.
6. R. Cantieni. *Dynamic Behavior of Highway Bridges Under the Passage of Heavy Vehicles*. Report No. 220 EMPA. 1992.
7. R.F. Steidel Jr. *Introduction to Mechanical Vibrations*, 3<sup>rd</sup> Edition. Wiley, New York, 1989.
8. W. Weaver Jr, S.P. Timoshenko and D.H. Young. *Vibration Problems in Engineering* John Wiley & Sons, New York, 1990.

#### Penulis :

- **Imam Murtosidi, ST**, Peneliti Pusat Litbang Jalan dan Jembatan Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.
- **P.H. Saksono, MSc, PhD**, Staff Pusat Litbang Jalan dan Jembatan Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.