



# Kajian Perbandingan Bantalan Elastomer Sebagai Perletakan Jembatan dengan Menggunakan *4 Lapisan dan 3 Lapisan Pelat Baja*

Oleh :  
N. Retno Setiati, Rully Ranastra Irawan

## **RINGKASAN**

*Bantalan jembatan di Indonesia pada umumnya terbuat dari logam, baik mutu bahan maupun cara pemasangannya sering menimbulkan persoalan. Bantalan logam ini relative lebih mahal dan bobotnya cukup berat dalam hal pengangkutan. Usaha penggunaan bantalan elastomer yang lebih ringan dan sederhana telah lama berkembang di Indonesia.*

*Percobaan-percobaan yang dilakukan atas kerjasama Balai Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan, Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor, dan Produsen Karet telah dapat menghasilkan bantalan elastomer berlapis yang berasal dari karet alam dan buatan dengan memenuhi persyaratan-persyaratan yang telah ditentukan oleh Standars – Spesification seperti AASHTO. Spesifikasi ini perlu dijaga agar bantalan elastomer yang diproduksi tidak menimbulkan persoalan di masa mendatang.*

## **SUMMARY**

*In generally bridge bearing in Indonesia is made from metal, in the case of quality of materials and also installation method often generate problems. This metal bearing pad relatively more expensive and its wight enough heavily in the case of transportation. In Indonesia, the elastomeric bridge bearing have been used.*

*The experiments which have been done to the Experimental Stationer of Bridge and Road Furniture, Research Technology of Rubber in Bogor, and Produser of Rubber have earned to make laminated elastomeric bridge bearings which made from natural rubber and synthetic rubber according to spesification which have been determined by Standard – Spesification like AASHTO. This spesification required to be taken care of elastomeric bridge bearings which produced do not become problems in periode to come.*

## **I. PENDAHULUAN**

Pada umumnya jembatan dipandang sebagai struktur statis yang tidak dapat bergerak. Akan tetapi, sebenarnya jembatan bukanlah suatu struktur yang statis, melainkan struktur yang bergerak secara kontinu.

Pemuaihan dan pengerutan yang disebabkan oleh perubahan temperatur, lendutan akibat beban, pergerakan tanah, tekanan dari aliran, serta gaya-gaya sentrifugal dan longitudinal dari kendaraan dapat menyebabkan terjadinya pergerakan pada suatu jembatan. Pergerakan ini seolah-olah pelan, tetapi gaya-gaya yang menyertainya sangatlah besar. Jika jembatan dibangun tanpa memperhatikan hal-hal di atas, maka akan terjadi kerusakan pada jembatan tersebut. Pergerakan ini biasanya ditampung oleh suatu landasan

jembatan yang dikenal dengan istilah bantalan perletakan (*bearing pad*).

Seiring dengan berjalannya waktu, kemudian dicarilah suatu bantalan perletakan untuk jembatan yang tidak mempunyai bagian-bagian bergerak, tidak berkarat, dan tidak membutuhkan pemeliharaan ekstra. Di antaranya adalah bantalan elastomer. Bantalan elastomer memiliki keuntungan-keuntungan dibandingkan dengan bantalan jenis logam lain, yaitu :

- 1) Ekonomis  
Bantalan elastomer membutuhkan perencanaan yang sederhana, pembuatannya mudah, dan harga bahan yang relative rendah
- 2) Efektif  
Salah satu sifat yang penting dari elastomer adalah keefektifannya sebagai alat penyaluran beban. Di bawah beban tekan, elastomer menyerap ketidakteraturan dari

permukaan. Benjolan-benjolan maupun cekungan-cekungan pada permukaan beton tidak mempengaruhi penerimaan beban;

- 3) Bebas pemeliharaan  
Keuntungan yang penting dari bantalan elastomer adalah benar-benar bebas dari pemeliharaan. Tidak perlu diminyaki, tidak perlu dibersihkan, semua gerakan adalah gerakan dalam.

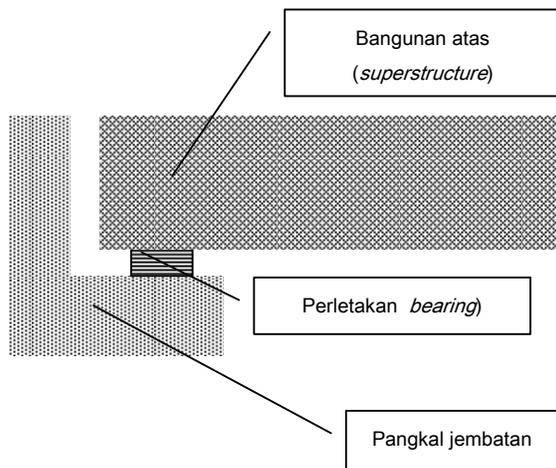
Akan tetapi semua itu harus didukung oleh mutu bahan yang baik, karena mutu yang tidak baik adalah penyebab utama dari kerusakan. Kerusakan elastomer dapat juga disebabkan oleh gempa bumi dan pemasangannya yang tidak tepat.

Umumnya bahan elastomer ada dua macam yaitu karet alam (*natural rubber*) dan karet buatan (*neoprene*). Sekarang ini *neoprene* lebih banyak digunakan untuk bantalan jembatan karena memiliki sifat-sifat fisik yang diinginkan dan sangat tahan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh cuaca maupun umur.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Bantalan Perletakan

Bantalan perletakan (*bearing pad*) berfungsi mengakomodasi pergerakan jembatan yang disebabkan oleh pemuaian (*expansion*) dan kontraksi (*contraction*), defleksi (*deflection*), tekanan tanah, dan gaya-gaya lainnya.



Gambar 1. Perletakan Jembatan

Suatu *pot bearing* terdiri dari suatu bantalan elastomer yang besar dan bulat, yang dibatasi oleh suatu ring baja yang berat. *Pot bearing* ini juga dikombinasikan dengan pelat-pelat *stainless steel* dan bantalan-bantalan T.F.E (*Poly Tetrafluoro*

*Ethylene*) untuk menghasilkan suatu *pot bearing* yang mampu menerima gerakan horisontal yang besar.

### 2.2. Tipe Bantalan Perletakan

Bantalan jembatan dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu :

1. *Fixed bearing*, yaitu bantalan yang tidak mengizinkan pergerakan relatif dari bangunan atas dan bangunan bawah jembatan dalam satu atau lebih arah.  
Contoh: Perletakan yang bersifat sendi ;
2. *Expansion bearing*, yaitu bantalan yang mengizinkan pergerakan relative dari bangunan atas dan bangunan bawah jembatan dalam satu atau lebih arah.  
Contoh : - Roller,  
- Rocker,  
- Elastomer,  
- Sliding plate, dll

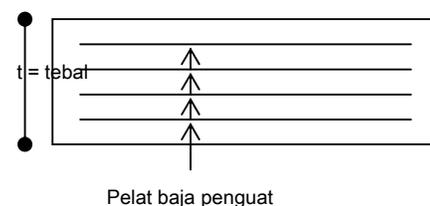
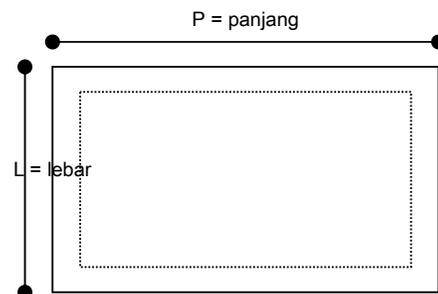
Menurut fungsinya, bantalan jembatan dapat dibagi menjadi :

1. *Sliding plate* ;
2. *Rolling devices* ;
3. *Linkage* atau *eyebar de ices* ;
4. *Elastomeric devices* ; dan lain-lain.

### 2.3. Elastomer

Elastomer dapat dibuat berlapis-lapis sehingga dapat dibedakan menjadi :

1. *Unbonded / plain layer*, hanya terdiri dari satu lapis elastomer ;
2. *Semi bonded layer*, terdiri dari satu lapis elastomer, yang pada salah satu sisinya dilekatkan pelat baja ;
3. *Bonded layer*, terdiri dari satu lapis elastomer, yang pada kedua sisinya dilekatkan pelat baja ;
4. *Laminated bearing*, terdiri dari dua atau lebih pelat baja yang dilekatkan ke dalam elastomer ;



**Gambar 2.** Bantalan Karet Jembatan

Pelat penguat mencegah blok menggelembung sehingga perubahan jarak vertikal menjadi sangat kecil, tetapi tidak merintangi pergerakan kecil horizontal ke segala arah dan juga mengijinkan perputaran kecil ke segala arah. Setiap pergerakan atau perputaran mengendalikan kekuatan terhadap momen yang timbul pada struktur.

Bantalan karet bisa terbuat dari karet alam maupun karet buatan (NR atau CR). Karet buatan mempunyai karakteristik sama baiknya dengan karet alam, dan sebagai nilai tambahnya karet buatan mempunyai kemampuan yang lebih tinggi dalam menghadapi ozon, radiasi ultraviolet, umur dan lebih kaku. Sifat mekanisnya adalah modulus gesernya  $G$  berkisar antara 0,7 dan 1,15  $N/mm^2$  pada temperatur ruangan, akan menurun sesuai dengan meningkatnya temperatur. Ketika mengalami tekanan, perubahan volume karet mendekati konstan, maka dari itu karet mempunyai poisson's ratio  $\nu = 0,5$  dan mempunyai modulus elastisitas  $E = 2 \cdot (1 + \nu) \cdot G \cong 3 \cdot G$ . Tegangan retak karet berada antara 250 % dan 500 %.

Sifat fisik komponen dan vulkanisat karet harus memenuhi persyaratan dan mempunyai sertifikat lolos uji Balai Penelitian Teknologi Karet sebagai berikut :

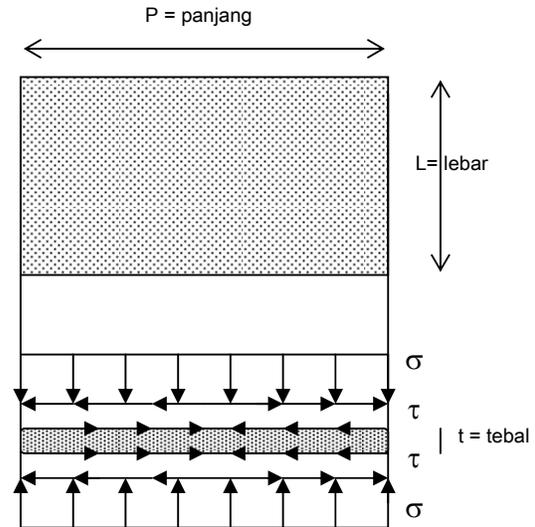
1. Lolos uji kekerasan (*Hardness Shore A 60 – 70 Hs*) ;
2. Kekuatan tarik putus (*Tensile Strength  $\geq 17 N/mm^2$  [MPa]*) ;
3. Batas ulur putus (*Longation Break  $\geq 400$  %*) ;
4. Ketahanan terhadap robek (*Tear Strength  $\geq 40 kN/m$* ) ;
5. Ketahanan terhadap beban tekan vertikal (*Compression Test  $\leq 25$  %*) ;
6. Ketahanan terhadap lingkungan (*Ozon Resistence*) tidak ada retak pada pengujian komponen atau vulkanisat ;
7. Waktu yang dibutuhkan untuk pematangan compound menjadi vulkanisir (*Optimum Core Time  $t_{90}$* ) ;
8. Daya lekat / *Bonding* antara pelat baja dengan karet minimal 40 lb/inch.

Persyaratan pengujian karet alam dan karet sintetis dapat dilihat pada lampiran A.

**2.4. Reaksi Bantalan Elastomer**

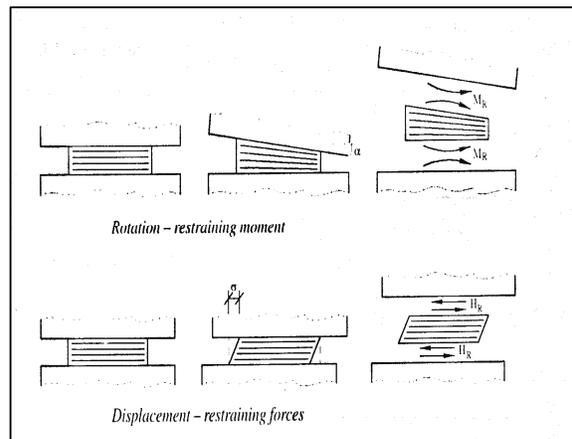
Untuk beban tetap seperti berat sendiri dari konstruksi, beban mati dan prategang, reaksi bantalan bisa dihitung dalam satu jenis pembebanan. Untuk menganalisis bantalan perlu memperhitungkan beberapa kombinasi reaksi bantalan antara lain :

- Gaya vertikal maksimum bersebelahan dengan gaya horizontal ;
- Gaya vertikal minimum bersebelahan dengan gaya horizontal maksimum ;
- Gaya horizontal maksimum bersebelahan dengan gaya vertikal maksimum ;
- Gaya horizontal maksimum bersebelahan dengan gaya vertikal minimum ;

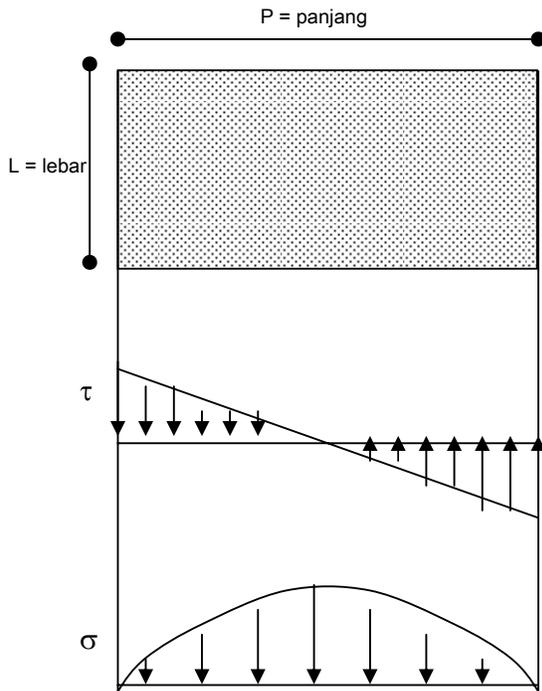


**Gambar 3.** Distribusi Tegangan pada Bantalan

Untuk mempermudah dalam perhitungan kombinasi gaya-gaya tersebut diatas khususnya untuk beban lalu-lintas dipergunakan garis pengaruh. Harus diingat bahwa gaya horizontal (gaya sentrifugal dan gaya rem) sebanding dengan gaya vertikal beban lalu-lintas.



**Gambar 4 .** Pergerakan pada Bantalan Karet



**Gambar 5.** Distribusi Tegangan Geser dan Tegangan Lentur pada Bantalan Karet

Rumus-rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

1) Kekakuan tekan :

$$S_c = \frac{W}{h} \dots\dots\dots(2.1)$$

keterangan:

- $S_c$  = kekakuan tekan (kN/mm) ;
- $W$  = beban vertikal pada geser nol (kN) ;
- $h$  = penurunan vertikal rata-rata (mm).

2) Kekuatan geser

$$K_{20} = F_{20} : sd_{20} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$K_{100} = F_{100} : sd_{100} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$K_E = K_{20} \frac{K_{20} - K_{100}}{4} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$K_e = \frac{K_E}{2} \dots\dots\dots(2.5)$$

keterangan:

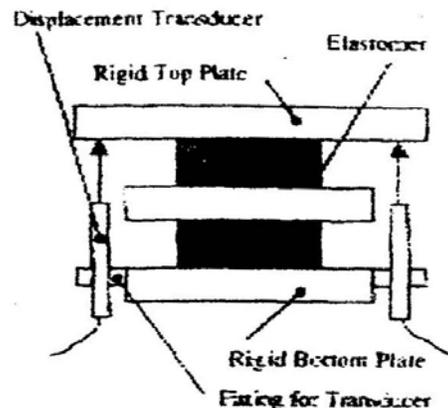
- $K_{20}$  = kekuatan geser pada 20% dari gerakan geser mendatar maksimum (kN/mm) ;
- $K_{100}$  = kekuatan geser pada 100% dari gerakan geser mendatar maksimum (kN/mm) ;

- $sd_{20}$  = gerakan geser 20% dari gerakan geser mendatar maksimum (kN/mm) ;
- $sd_{100}$  = gerakan geser 100% dari gerakan geser mendatar maksimum (kN/mm) ;
- $F_{20}$  = gaya horizontal pada 20% dari gerakan geser mendatar maksimum (kN/mm) ;
- $F_{100}$  = gaya horizontal pada 100% dari gerakan geser mendatar maksimum (kN/mm) ;
- $K_E$  = kekakuan geser efektif untuk pasangan bantalan karet ;
- $K_e$  = kekakuan geser efektif untuk setiap bantalan karet (kN/m).

### III. METODOLOGI

Metodologi yang dilakukan dalam pengkajian ini terdiri dari tahapan-tahapan sebagai berikut :

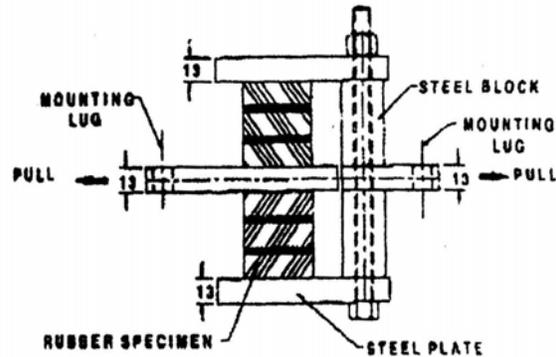
1. Studi pustaka, meliputi pengumpulan dasar teori dan hasil pengujian bantalan karet jembatan yang telah dilakukan ;
2. Pengujian laboratorium, yang terdiri dari pengujian kekakuan tekan dan kekakuan geser. Pengujian kekakuan tekan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:
  - a) Letakkan bantalan karet di atas landasan tekan mesin uji dengan posisi sentris ;
  - b) Jalankan mesin uji tekan sehingga menekan bantalan karet 1,5 kali beban vertikal pada geser nol ;
  - c) Kurangi tekanan perlahan-lahan sampai mencapai 0,1 kali beban vertikal pada geser nol ;
  - d) Ulangi sekali lagi pekerjaan pada butir b) dan c) ;
  - e) Diamkan selama satu menit ;
  - f) Pasangkan empat buah dial indicator pada keempat sudut dalam posisi pada pembacaan nol ;
  - g) Lanjutkan pembebanan selama waktu satu menit hingga mencapai 1,1 kali beban vertical pada geser nol, selanjutnya didiamkan selama satu menit
  - h) Baca penurunan pada dial indicator dan hitung rata-rata dari empat pembacaan ;
  - i) Hitung kekakuan tekan dengan rumus (2.1) ;



**Gambar 6.** Setup Pengujian Kekakuan Tekan  
Adapun pengujian kekakuan geser dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- Kumpulkan secara berpasangan bantalan karet yang mempunyai kekakuan tekan yang sama atau yang mendekati sama ;
- Letakkan pelat beton di tengah-tengah antara dua buah bantalan karet yang berpasangan pada landasan mesin uji tekan ;
- Jalankan mesin uji tekan sehingga menekan bantalan karet sebesar beban vertikal pada geser maksimum ;
- Berikan gaya horizontal sejajar dengan lebar bantalan karet menekan pada tengah-tengah pelat beton, hingga mencapai 1,25 kali gerakan geser mendatar maksimum selanjutnya didiadakan selama satu menit ;
- Turunkan gaya horizontal dan beban tekan perlahan-lahan sampai pembacaan nol, selanjutnya berikan beban vertikal pd geser maksimum ;
- Letakkan sebuah dial indicator dengan posisi horizontal tegak lurus di tengah-tengah pelat beton pada pembacaan nol ;
- Berikan beban vertikal pada geser maksimum
- Berikan gaya horizontal dan baca gaya yang terjadi pada geser mencapai 20% dan 100% dari gerakan geser mendatar maksimum ;
- Hitung kekakuan geser pada 20% dari gerakan geser mendatar maksimum ( $K_{20}$ ) dengan rumus (2.2) ;

- Hitung kekakuan geser pada 100% dari gerakan geser mendatar maksimum ( $K_{100}$ ) dengan rumus (2.3) ;
- Hitung kekakuan geser efektif untuk pasangan bantalan karet ( $K_E$ ) dengan rumus (2.4) ;
- Hitung kekakuan geser efektif untuk setiap bantalan karet ( $K_e$ ) dengan rumus (2.5) ;



**Gambar 7.** Setup Pengujian Kekakuan Geser

#### IV. EVALUASI HASIL PENGUJIAN

Pengujian dilaksanakan sesuai dengan SNI 03-3966-1995 (AASHTO M 251-91).

##### 4.1. Pengujian Overload dan Regangan Tekan

**Tabel 1**  
**Hasil Pengujian Pembebanan Bantalan Karet**

Nomor Benda Uji	Ukuran (mm)	Tebal efektif (mm)	Pembebanan				Spesifikasi	
			Tegangan Tekan ( $\text{kg/cm}^2$ )	Regangan Tekan (%)	1,5 Beban Maks. (ton)	Kondisi saat/setelah Pembebanan	Regangan Tekan Maks. (%)	Kondisi saat/setelah Pembebanan
328/BK/JB/03	450x450x60	38	35	1,75			5	
			56	2,57	155,32	baik	8	baik
329/BK/JB/03	450x450x60	38	35	1,79			5	
			56	2,59	155,32	baik	8	baik
331/BK/JB/03	450x450x45	26	35	2,54			5	
			56	3,73	155,32	baik	8	baik
330/BK/JB/03	450x450x45	26	35	2,73			5	
			56	3,81	155,32	baik	8	baik
192/BK/JB/04	450x450x45	23	35	1,89			5	
			56	3,97	155,32	baik	8	baik
202/BK/JB/04	450x450x45	23	35	1,96			5	
			56	3,04	155,32	baik	8	baik

##### 4.2. Pengujian Tegangan Geser

**Tabel 2**  
**Hasil Pengujian Tegangan Geser Bantalan Karet**

Nomor Benda Uji	Ukuran (mm)	25% Tebal Efektif (mm)	Beban Horisontal (kg)	Tegangan Geser ( $\text{kg/cm}^2$ )
328/BK/JB/03 dan 329/BK/JB/03	450x450x60	9,5	7945	1,96
330/BK/JB/03 dan 331/BK/JB/03	450x450x45	6,5	7264	1,79
192/BK/JB/04 dan 202/BK/JB/04	450x450x45	5,75	6810	1,96

Berdasarkan hasil pengujian bantalan karet. dapat ditarik beberapa kriteria persyaratan yang harus dipenuhi, yaitu :

1. Perubahan bentuk rata-rata sumbu vertikal lebih kecil dari 5% tebal efektif pada beban tekan  $35 \text{ kg/cm}^2$  dan lebih kecil dari 8% tebal efektif pada beban tekan  $56 \text{ kg/cm}^2$  ;
2. Perubahan bentuk rata-rata sumbu horizontal lebih kecil dari 25% tebal efektif pada beban tekan  $35 \text{ kg/cm}^2$  , di mana tegangan maksimum yang diizinkan adalah  $2,11 \text{ kg/cm}^2$  untuk bantalan karet yang terbuat dari karet alam atau  $3,5 \text{ kg/cm}^2$  untuk bantalan karet yang terbuat dari karet sintetis ;
3. Tidak terjadi kerusakan pada saat pengujian ultimit, di mana bantalan karet dibebani 1,5 kali beban vertikal rencana.

Hasil evaluasi pengujian bantalan karet yang menggunakan 3 lapisan dan 4 lapisan pelat baja secara grafis dapat dilihat pada lampiran B.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap beberapa bantalan karet yang memiliki bidang tekan yang sama dengan ketebalan efektif yang berbeda dapat diambil beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Besarnya tebal efektif untuk jumlah pelat tiga lapis ataupun empat lapis tidak mempengaruhi kemampuan perletakan dalam menerima beban ultimit 1,5 kali beban maksimum rencana ;
2. Penambahan jumlah pelat (pengurangan tebal efektif) pada prinsipnya bertujuan untuk memperoleh regangan tekan yang lebih kecil (perletakan lebih kaku). Bantalan karet dengan jumlah pelat empat lapis memiliki regangan tekan yang lebih kecil dibandingkan dengan bantalan karet dengan jumlah pelat tiga lapis ;
3. Besarnya tebal efektif berpengaruh pada besarnya gerakan horizontal yang diizinkan. Bantalan karet dengan jumlah pelat empat lapis memikul beban horisontal yang lebih kecil dibandingkan dengan bantalan karet dengan jumlah pelat tiga lapis ;

4. Tebal efektif yang lebih besar lebih mampu mengakomodasi pergerakan-pergerakan yang terjadi karena batas pergerakan yang diizinkan lebih besar, sehingga umur rencana bantalan karet dapat lebih panjang. Dengan demikian, bantalan karet dengan jumlah pelat tiga lapis lebih mampu mengakomodasi pergerakan-pergerakan yang terjadi dan memiliki umur rencana yang lebih panjang dibandingkan dengan bantalan karet dengan jumlah pelat empat lapis.

## DAFTAR PUSTAKA

1. AASHTO DESIGNATION : M 251-97 : Standard Specification for Plain and Laminated Elastomeric Bridge Bearings ;
2. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Direktorat Jenderal Bina Marga : Spesifikasi Bantalan Elastomer (1974) ;
3. Ir. Jany Agustin : Laporan Perencanaan Bantalan Elastomer ;
4. Laporan Hasil Pengujian Laboratorium Untuk Bantalan Karet Pada Proyek Jembatan Suramadu.
5. SNI 03-3966-1995 : Metode Pengujian Regangan Tekan dan Tegangan Geser Bantalan Karet Jembatan ;
6. SNI 03-4801-1998, Badan Standardisasi Nasional : Metode Pengujian Bantalan Karet Untuk Perletakan Jembatan ;
7. AASHTO : M 251-04 : Spesifikasi Standar Bantalan Karet Tipe Polos dan Berlapis untuk Perletakan Jembatan ;

## Penulis :

- 1) **N. Retno Setiati, S.T., M.T.**, Staf Balai Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan, Pusat Litbang Prasarana Transportasi, Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum ;
- 2) **Rully Ranastra Irawan, S.T.**, Staf Balai Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan, Pusat Litbang Prasarana Transportasi, Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum ;

**Tabel 3**  
**Persyaratan Pengujian Karet Alam dan Karet Sintetis**

SIFAT BAHAN	STANDAR ASTM	PERSYARATAN PENGUJIAN	KARET ALAM			KARET SINTETIS			UNIT
			50 DURO	60 DURO	70 DURO	50 DURO	60 DURO	70 DURO	
Sifat Fisik	D.2240 D. 412	Kekerasan	50 ± 5	60 ± 5	70 ± 5	50 ± 5	60 ± 5	70 ± 5	Shore Point
		Kuat Tarik Minimum	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	Psi
			15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	Mpa
		Perpanjangan Ultimat Minimum	450	400	300	400	350	300	%
Ketahanan Pelat	Temperatur Spesifikasi D. 573	Spesifik Temperatur Pengujian	158 70	158 70	158 70	212 100	212 100	212 100	°F °C
		Waktu Aging	168	168	168	70	70	70	Jam
		Perubahan Kekerasan Durumeter	+ 10	+ 10	+ 10	+ 15	+ 15	+ 15	Shore Point
		Perubahan Maksimum Kuat Tarik	- 25	- 25	- 25	- 15	- 15	- 15	%
		Perubahan Perpanjangan Ultimat Maksimum	- 25	- 25	- 25	- 40	- 40	- 40	%
	Metoda B Temperatur Spesifikasi D. 395	Temperatur Spesifik Dari Derajat Pengujian	158 70	158 70	158 70	212 100	212 100	212 100	°F °C
		Sifat Permisibel setelah 22 jam	- 25	- 25	- 25	- 35	- 35	- 35	%
Ketahanan Bar	D. 624	Berat Pound per inch (Die C)	180	180	180	180	180	180	Pound per inch
Penetapan Pengaruh	D.2137	Kerapuhan pada Temperatur rendah - 40°C	Lolos	Lolos	Lolos	Lolos	Lolos	Lolos	
Ketahanan Ozon	D. 1149	Tekanan Parsial dari Pengujian Ozon				50	50	50	Mpa
		Pengujian Durasi				100	100	100	Jam
	Prosedur Metoda A D.518	Regangan 20 % pada Temperatur ± 40°C				No	No	No	
		Prosedur Mouting pada Temperatur ± 39 °C				Ratak	Retak	Retak	

**Tabel 4**  
**Hasil Pengujian Tegangan Tekan dan Tegangan Geser Bantalan Karet**

Nomor Benda Uji	Ukuran (mm)	Jumlah Pelat (buah)	Tebal Efektif (mm)	Pembebanan Vertikal				Spesifikasi		Pembebanan Horizontal			Spesifikasi		
				Tegangan Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan Tekan (%)	1.5 x Beban Maks. (ton)	Kondisi saat/setelah pembebanan	Regangan Tekan Maks (%)	Kondisi saat/setelah pembebanan	25% Tebal Efektif (mm)	Beban Horizontal (ton)	Tegangan Geser (kg/cm <sup>2</sup> )	Tegangan Geser Maks (kg/cm <sup>2</sup> )	Beban Horizontal maks (ton)	Gerakan Horizontal yang diijinkan 50 % Tebal efektif (mm)
328/BK/JB/03	450x450x60	4	38	35	1,75			5		9,5	7,945	1,96	2,11	8,55	19
				56	2,57	155,32	Baik	8	Baik						
329/BK/JB/03	450x450x60	4	38	35	1,79			5		6,5	7,264	1,79	2,11	8,55	13
				56	2,59	155,32	Baik	8	Baik						
331/BK/JB/03	450x450x45	3	26	35	2,54			5		5,75	6,81	1,68	2,11	8,55	11,5
				56	3,73	155,32	Baik	8	Baik						
330/BK/JB/03	450x450x45	3	26	35	2,73			5		5,75	6,81	1,68	2,11	8,55	11,5
				56	3,81	155,32	Baik	8	Baik						
192/BK/JB/04	450x450x45	4	23	35	1,89			5		5,75	6,81	1,68	2,11	8,55	11,5
				56	3,97	155,32	Baik	8	Baik						
202/BK/JB/04	450x450x45	4	23	35	1,96			5		5,75	6,81	1,68	2,11	8,55	11,5
				56	3,04	155,32	Baik	8	Baik						

