

## **RANCANGAN RIGID PAVEMENT UNTUK OVERLAY JALAN DENGAN METODE BETON MENERUS DENGAN TULANGAN**

**Winoto Hadi**

### **ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah melakukan design jalan dengan menggunakan *rigid pavement* metode Beton Menerus Dengan Tulangan (BMDT) berdasarkan data-data uji daya dukung jalannya melalui *CBR Test*. Berdasarkan hasil tes pengujian yang telah dilakukan didapat bahwa : Nilai CBR untuk lapisan pondasi macadam terendah adalah 41 % dan tertinggi adalah 45,56%; Nilai CBR untuk lapisan pondasi steen slagh tertinggi 44 % dan terendah 41,67%; Nilai CBR untuk lapisan pasir terendah 17,33 % dan tertinggi 19,67 %; Nilai CBR berdasarkan tes DCP untuk lapisan dasar/tanah terendah 3 % dan tertinggi 8 %.; kesimpulan didapat bahwa daya dukung lapisan cukup memadai rata-rata > 2 % untuk *CBR test* sehingga membantu untuk melakukan overlay jalan dengan metode BMDT. Dalam penelitian ini, dapat dilakukan lapis overlay untuk jalan Swadaya PLN dengan ketentuan : Tebal pelat beton minimal 25 cm ; Ruji (*dowel*) digunakan dengan  $\phi$  36 mm, panjang 45 cm, jarak 30 cm ; Batang pengikat (*Tie bars*) digunakan baja ulir  $\phi$  16 mm, panjang 70 cm, jarak 75 cm; Untuk Tulangan menerus digunakan  $\phi$  12 mm dengan jarak 250 mm.

Kata kunci : design jalan, *rigid pavement*, daya dukung jalan

### **PENDAHULUAN**

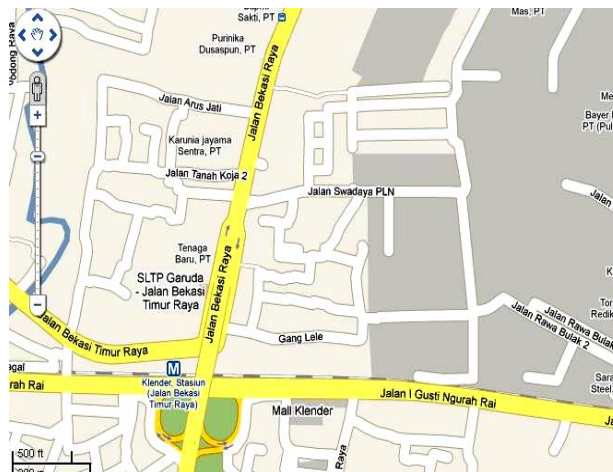
Jalan Swadaya PLN adalah jalan arteri, juga merupakan jalan alternatif menuju kawasan industri Pulo Gadung yang dapat dilalui oleh kendaraan berat mulai dari kendaraan truk kecil hingga truk gandeng. Karena merupakan jalan alternatif maka potensi jalan tersebut sangatlah besar untuk dilalui kendaraan besar guna menghindari jalan-jalan kota yang pada umumnya mengalami hambatan kemacetan.

*Winoto Hadi*

*Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil*

*Program Studi D III Transportasi*

*Universitas Negeri Jakarta*



Gambar 1. Jalan Swadaya PLN dan Jalan Utama

Sebagai pengguna jalan sekaligus sebagai pelaksana Tri Dharma Perguruan Tinggi, Jurusan Teknik Sipil berkeinginan melakukan kajian kekuatan jalan tersebut guna mendukung distribusi barang-barangnya sehingga tidak mengalami gangguan, hal itu disebabkan sebagian besar kondisi jalan sudah rusak disebabkan adanya genangan air saat hujan (permasalahan drainase). Setelah itu dilakukan kajian terhadap kondisi eksisting dan mendesain overlay jalan untuk penggunaan di masa mendatang.



Gambar 2. Kondisi Jalan Swadaya PLN

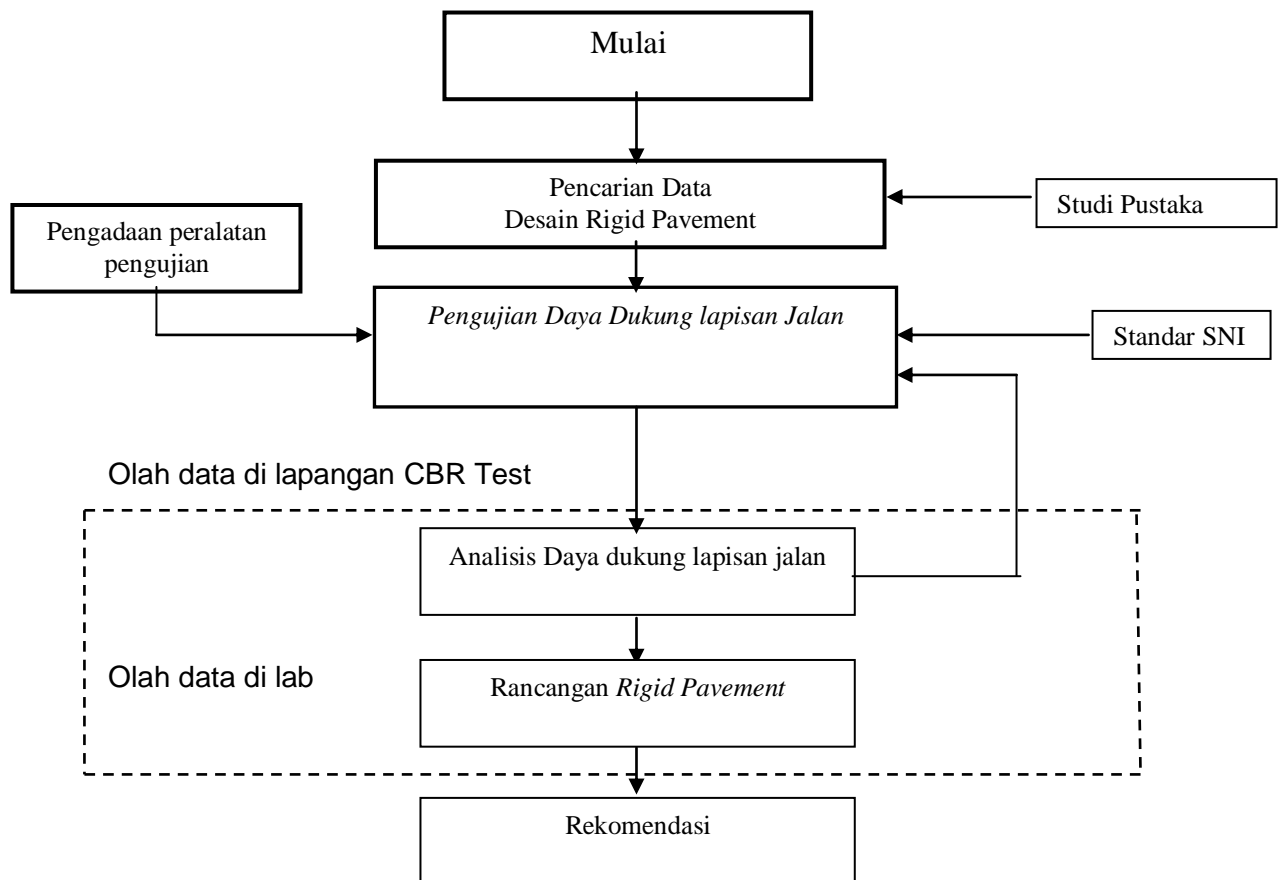
Berdasarkan uraian diatas, timbul sejumlah pertanyaan dan masalah yang perlu dijawab dan dicari solusinya;

1. Bagaimanakah desain lapisan jalan yang sesuai untuk kondisi adanya penambahan beban yang diterima pada jalan tersebut?
2. Bagaimanakah daya dukung lapisan jalan eksisting?

3. Apakah dengan melakukan overlay dapat menahan beban kapasitas jalan yang semakin lama semakin meningkat secara maksimal?
4. Apakah akan mengubah bentuk lapisan jalan secara keseluruhan?

### METODE PENELITIAN

Guna memberikan arah dan acuan yang jelas tentang penelitian ini, telah kami susun diagram alir penelitian sebagaimana ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Berikut dibawah ini diuraikan tahapan-tahapan dalam diagram alir penelitian. Dalam *pencarian data* dicari desain dari *rigid pavement* serta dilakukan pengumpulan data mengenai desain overlay jalan. Untuk melakukan pengujian daya dukung jalan eksisting dibutuhkan peralatan CBR. Setelah itu dilakukan rancangan yang tepat. Rekomendasi diberikan saat semua rancangan terpetakan.

## PEMBAHASAN

### Perhitungan Tebal Pelat Beton Semen

Diketahui data parameter perencanaan sebagai berikut :

1. CBR tanah dasar = 3 % (lihat data lampiran hasil uji 1, CBR hasil minimal)
2. Kuat tarik lentur ( $f_{cf}$ ) = 4,0 Mpa ( $f'c = 285 \text{ kg/cm}^2$ , silinder)
3. Bahan pondasi bawah = stabilisasi
4. Mutu baja tulangan = BJTU 39 ( $f_y$  : tegangan leleh =  $3900 \text{ kg/cm}^2$ ) untuk BMDT dan BJTU 24 ( $f_y$  : tegangan leleh =  $2400 \text{ kg/cm}^2$ ) untuk BBDT.
5. Koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi ( $\mu$ ) = 1,3
6. Bahu jalan = tidak (beton).
7. Ruji (dowel) = Ya
8. Data lalu-lintas harian rata-rata :
  - Mobil penumpang : 500 buah/hari (perkiraan)
  - Bus : 0 buah/hari (perkiraan tidak ada bus yang lewat)
  - Truk 2as kecil : 100 buah/hari (perkiraan)
  - Truk 2as besar : 50 buah/hari (perkiraan)
  - Truk 3 as : 10 buah/hari (perkiraan)
  - Truk gandengan : 5 buah/hari (perkiraan)
  - Truk multi axle : 1 buah/hari
  - Pertumbuhan lalu-lintas (i) : 5 % per tahun
  - Umur rencana (UR) : 20 th.

Direncanakan perkerasan beton semen untuk jalan 1 lajur 2 arah untuk Jalan Arteri.

Perencanaan meliputi :

1. Perkerasan beton bersambung tanpa tulangan (BBTT)
2. Perkerasan beton bersambung dengan tulangan (BBDT)
3. Perkerasan beton menerus dengan tulangan (BMDT)

### Langkah-langkah perhitungan tebal pelat

1. Melakukan survey lalu lintas untuk mendapatkan nilai jumlah total beban kendaraan berdasarkan karakteristik kendaraan perjam perhari (lihat tabel 1 dan tabel 2).

### Tabel 1. Analisis lalu-lintas

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (ton)				Jml kend (bh)	Jml Sumbu per kend (bh)	Jml Sumbu (bh)	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS (ton)	JS (ton)	BS (ton)	JS (ton)	BS (ton)	JS (ton)
MP	1	1			500								
Bus	3	5			0	2	0	3					
Truk 2 as Kcl	2	4			100	2	200	2	100				
								4	100				
Truk 2 as Bsr	5	8			50	2	100	5	50	8	50		
Truk 3 as Td	6	14			10	2	20	6	10			14	10
Truk Gandug	6	14	5	5	5	4	20	6 5 5	5 5 5			14	5
Truk Multi axle			200		1	10	10				200		
Total							350		275		250		15

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana (20 tahun).

$JSKN = 365 \times JSKNH \times R \times C$  (R diambil dari pers. 5, C diambil dari tabel 2).

$$= 365 \times 350 \times 33,07 \times 1$$

$$= 4,22 \times 10^6$$

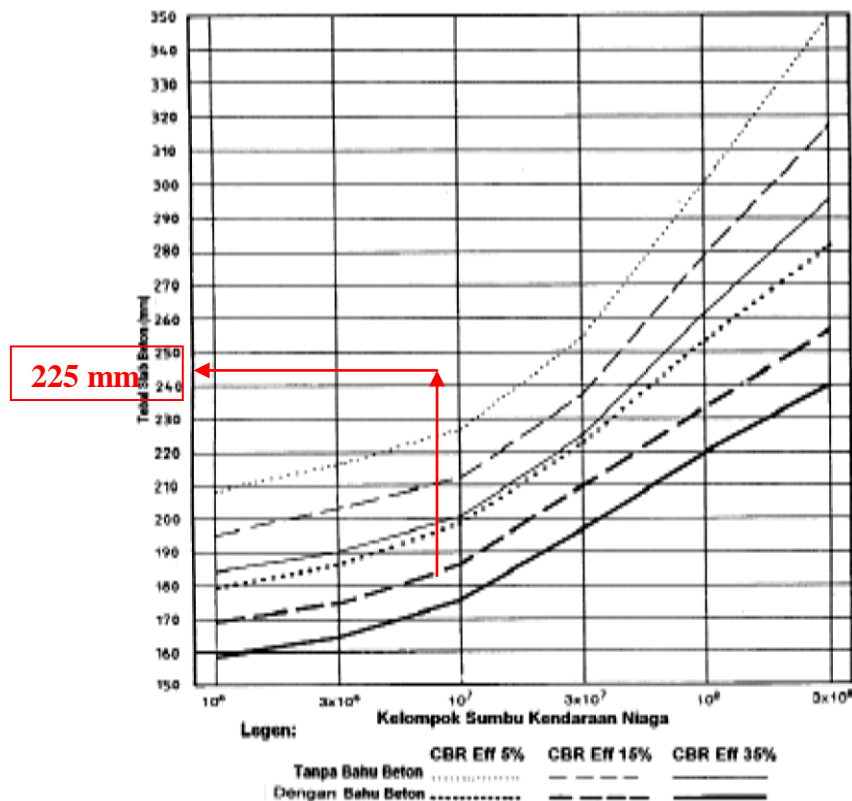
$$JSKN \text{ rencana} = 4,22 \times 10^6$$

**Tabel 2. Perhitungan repetisi sumbu yang terjadi.**

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Jumlah Sumbu	proporsi Beban	proporsi Sumbu	lalu Lintas rencana	Repetisi yang terjadi
STRT	6	15	0.11	0.66	4.22E+06	3.06E+05
	5	60	0.3	0.66	4.22E+06	8.36E+05
	4	100	0.24	0.66	4.22E+06	6.68E+05
	3	0	0.11	0.66	4.22E+06	3.06E+05
	2	100	0.24	0.66	4.22E+06	6.68E+05
Total		275	1			
STRG	8	50	0.72	0.26	4.22E+06	7.90E+05
	5	0	0.28	0.26	4.22E+06	3.07E+05
	200	10	1	0.001	4.22E+06	4.22E+03
Total		50	1			
STdRG	14	15	1	0.08	4.22E+06	3.38E+05
Total		15	1			
Kumulatif						4.22E+06

## 2. Perhitungan tebal pelat beton

- a. Sumber data beban : Hasil survai
- b. Jenis perkerasan : BBTB dengan Ruji
- c. Jenis bahu : beton
- d. Umur rencana : 20 th
- e. JSK :  $4,22 \times 10^6$
- f. Faktor keamanan beban : 1,15 (Tabel 4, jalan ini merupakan route alternatif)
- g. Kuat tarik lentur beton ( $f'_{cf}$ ) umur 28 hari : 4,0 Mpa
- h. Jenis dan tebal lapis pondasi : stabilisasi semen 12,5 cm (lihat gambar 2)
- i. CBR tanah dasar : 3 %
- j. CBR efektif : 14 % (Gambar 3)
- k. Tebal taksiran pelat beton : 225 mm



Gambar 4. Grafik Hubungan Tebal dan CBR Eff

Tebal selimut beton 2,5 cm = 25 mm, Total tebal beton yang direncanakan = 225 mm + 25 mm = 250 mm = 25 cm.

## Perhitungan Tulangan

### 1. Perkerasan beton bersambung tanpa tulangan

- Tebal pelat = 25 cm
- Lebar pelat = 2 x 3,5 m
- Panjang pelat = 5 m.
- Sambungan susut dipasang setiap jarak 5 m.
- Ruji digunakan dengan diameter 36 mm, panjang 45 cm, jarak 30 cm
- Batang pengikat

$$A_t = 204 \times b \text{ (jarak sambungan = 5 m)} \times h \text{ (0,25 m)} = 204 \times 5 \times 0,25 = 255 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

$$\text{Cek luas penampang ( digunakan } \phi 16 \text{ mm jarak 750 mm dan } l = (38,3 \times \phi) + 75 = (38,3 \times 16) + 75 = 687,5 \text{ mm} \sim 700 \text{ mm} = 70 \text{ cm.}$$

Kesimpulan digunakan baja ulir  $\phi$  16 mm, panjang 70 cm, jarak 75 cm.

### 2. Perkerasan beton bersambung dengan tulangan

- Tebal pelat = 25 cm
- Lebar pelat = 2 x 3,5 m
- Panjang pelat = 15 m
- Koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi bawah = 1,3
- Kuat tarik ijin baja = 240 MPa
- Berat isi beton = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Gravitasi (g) = 9,81 m/dt<sup>2</sup>

#### a) Tulangan memanjang

$$A_s = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s}$$

$$\frac{1,3 \times 15 \times 2400 \times 9,81 \times 0,25}{2 \times 240}$$

$$= 239,11 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

As min = 0,1% x 250 x 1000 = 250 mm<sup>2</sup>/m' > As  
Dipergunakan tulangan  $\phi$ 10 mm, jarak 30 cm.

#### b) Tulangan melintang

$$A_s = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s}$$

$$\frac{1,3 \times 7 \times 9,81 \times 0,25}{2 \times 240}$$

$$= 111,58 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

As min = 0,1% x 250 x 1000 = 250 mm<sup>2</sup>/m' > As  
Dipergunakan tulangan  $\phi$ 10 mm, jarak 30 cm.

### 3. Perkerasan beton menerus dengan tulangan

- Tebal pelat = 25 cm
- Lebar pelat = 2 x 3,5 m
- Kuat tekan beton ( $f_c'$ ) = 285 kg/cm<sup>2</sup> (silinder)
- Tegangan leleh baja ( $f_y$ ) = 3900 kg/cm<sup>2</sup>
- $E_s/E_c = 6$
- Koefisien gesek antara beton dan pondasi bawah  $\mu = 1,3$
- $f_{cf} = 40 \text{ kg/cm}^2$
- Ambil  $f_{ct} = 0,5 f_{cf} = 0,5 \times 40 = 20 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 3900 \text{ kg/cm}^2$
- Sambungan susut dipasang setiap jarak 5 m
- Ruji digunakan ukuran  $\phi 36 \text{ mm}$ , panjang 45 cm dan jarak 30 cm

#### Tulangan memanjang

$$P_s = \frac{100 \cdot f_{ct} \cdot [1,3 - (0,2 \cdot \mu)]}{f_y - n \cdot f_{ct}}$$

$$\frac{100 \times 20 \times (1,3 - (0,2 \times 1,3))}{3900 - 6 \times 20}$$

$$= 0,55 \%$$

$$\text{As perlu} = 0,55 \% \times 100 \times 250 = 137,5 \text{ cm}^2$$

Dicoba tulangan  $\phi 6 \text{ mm}$  jarak 150 mm (syarat minimal  $\phi 12 \text{ mm}$  jarak 250 mm)

Digunakan tulangan  $\phi 12 \text{ mm}$  jarak 250 mm

### 4. Perkerasan beton menerus dengan tulangan Wiremesh

Dasar tulangan menerus U 39  $\phi 12 \text{ mm}$  jarak 250 mm dengan luas penampang tulangan = 453 cm<sup>2</sup>

Rencana digunakan tulangan wiremesh U 50 JKBL Union.

$$A_{\text{wiremesh}} = A_{U39} \times 3900/5000 = 453 \times 3900/500 = 353,34 \text{ cm}^2.$$

Didapat  $\phi 7 \text{ mm}$  jarak 100 mm ( $A=3,83 \text{ cm}^2$ )

**Tabel 3. Wiremesh**

Diameter	Area Luas	Jumlah Luas Penampang Kawat (CM <sup>2</sup> /M) Menurut Spasinya Setiap Arah
----------	-----------	---



Φ Kawat MM	Φ Kawat CM <sup>2</sup>	Spasi (MM)											
		50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325
4	0.126	2.52	1.68	1.26	1.01	0.84	0.72	0.63	0.56	0.5	0.46	0.42	0.39
4.5	0.159	3.18	2.12	1.59	1.27	1.06	0.93	0.8	0.71	0.64	0.58	0.53	0.49
5	0.196	3.93	2.62	1.96	1.57	1.31	1.12	0.96	0.87	0.78	0.71	0.65	0.6
5.5	0.238	4.75	3.17	2.38	1.9	1.58	1.36	1.19	1.06	0.95	0.86	0.79	0.73
6	0.283	5.65	3.77	2.82	2.26	1.88	1.62	1.41	1.26	1.13	1.03	0.94	0.87
6.5	0.332	6.64	4.43	3.31	2.65	2.21	1.9	1.65	1.47	1.33	1.21	1.1	1.02
7	0.385	7.7	5.13	3.85	3.08	2.57	2.2	1.92	1.71	1.54	1.4	1.28	1.18
7.5	0.442	8.84	5.89	4.42	3.53	2.95	2.52	2.2	1.96	1.77	1.61	1.47	1.36
8	0.50	10.5	6.7	5.03	4.02	3.35	2.87	2.51	2.23	2.01	1.83	1.67	1.55
8.5	0.567	11.35	7.57	5.67	4.54	3.78	3.24	2.84	2.52	2.27	2.06	1.89	1.74
9	0.636	12.72	8.48	6.36	5.09	4.24	3.63	3.18	2.83	2.54	2.31	2.12	1.96
9.5	0.709	14.18	9.45	7.09	5.67	4.73	4.05	3.54	3.15	2.83	2.58	2.36	2.18
10	0.785	15.71	10.47	7.85	6.28	5.24	4.49	3.92	3.49	3.14	2.85	2.61	2.42
10.5	0.866	17.32	11.55	8.66	6.93	5.77	4.95	4.33	3.85	3.46	3.15	2.89	2.66

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil tes pengujian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa :

1. Nilai CBR untuk lapisan pondasi macadam terendah adalah 41 % dan tertinggi adalah 45,56%.
2. Nilai CBR untuk lapisan pondasi steen slagh tertinggi 44 % dan terendah 41,67%.
3. Nilai CBR untuk lapisan pasir terendah 17,33 % dan tertinggi 19,67 %.
4. Nilai CBR berdasarkan DCP tes untuk lapisan dasar/tanah terendah 3 % dan tertinggi 8 %.
5. Berdasarkan hasil pengujian, nilai CBR rata-rata > 2 % maka overlay jalan dengan metode BMDT dapat dilaksanakan.
6. Rancangan BMDT sebagai berikut:
  - 6.1. Tebal pelat beton minimal 25 cm
  - 6.2. Lebar pelat = 2x 3,5 m
  - 6.3. Panjang pelat = 5 m
  - 6.4. Sambungan susut dipasang setiap jarak 5 m
  - 6.5. Ruji (*dowel*) digunakan dengan  $\phi$  36 mm, panjang 45 cm, jarak 30 cm
  - 6.6. Batang pengikat (*Tie bars*) digunakan baja ulir  $\phi$  16 mm, panjang 70 cm, jarak 75 cm
  - 6.7. Tulangan menerus digunakan  $\phi$  12 mm dengan jarak 250 mm (Bila digunakan wiremesh tulangan  $\phi$  7 mm dengan jarak 100 mm).

## SARAN

Adapun saran sebagai bentuk dari pengembangan ilmu dan penelitian yakni:

1. Melakukan studi perbandingan dengan metode lain dengan harapan mendapatkan nilai yang lebih ekonomis.
2. Perlu diperhitungkan faktor drainase air di sisi jalan, kerusakan terbesar dari struktur jalan umumnya oleh air dengan melakukan pengecekan elevasi dan kemiringan saluran serta perhitungkan pula limpasan air.
3. Perhitungkan pula efek dari curah hujan rata-rata tahunan.

## DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO M - 155 : *Granular Material to Control Pumping Under Concrete Pavement.*
- AASHTO M-30-1990 : *Zinc-Coated Steel Wire Rope and Fittings for Highway Guardrail.*
- AASHTO T-128-86 (1990) : *Fineness of Hydraulic Cement by the No. 100 (150- $\mu$ .m) and No. 200 (75- $\mu$ .m).*
- AASHTO T-222-81 : *Non repetitive Static Plate Test of Soil and Flexible Pavement Components, for Use in Evaluation and Designe of Airport and Highway Pavement.*
- ASTM – C 78 : *Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading).*
- Austrroads (1992) : *Pavement Design., A Guide to the Structural Design of Road Pavements. Design of New Rigid Pavements.*
- Hendarsin Shirley, 2000, *Penuntun Praktis Perencanaan Teknik jalan Raya*, Politeknik Negeri Bandung, Jurusan Teknik Sipil.
- H Oglesby Clarkson, Hick R Gary, 1996, *Teknik Jalan Raya*, PT Gelora Aksara Pratama.
- SNI Pd T-14-2003 *Tentang Perencanaan perkerasan jalan beton semen*, DEPARTEMEN PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH, berdasarkan acuan normatifnya :
- SNI 03-1731-1989 : *Pengujian insitu CBR*
- SNI 03-1743-1989 : *Metoda pengujian kepadatan berat isi untuk tanah.*
- SNI 03-1744-1989 : *Metoda pengujian CBR laboratorium*
- SNI 03-1973-1990 : *Metode pengujian kuat tekan beton*
- SNI 03-2491-1991 : *Metoda pengujian kuat tarik belah beton.*
- SNI 03-4148-1-2000 : *Tata cara Pengambilan contoh tanah dengan tabung dinding tipis.*
- SNI 03-6388-2000 : *Spesifikasi agregat lapis pondasi bawah, lapis pondasi atas dan lapis penutup.*