

# Kajian Kinerja Lapisan Perkerasan Jalan Menggunakan Batu Gunung Putih dan Batu Kali di Toraja

Parea Rusan Rangan<sup>1)</sup>,  
Inggrid Y.<sup>2)</sup>, Winni B<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Kristen Indonesia Toraja  
Jl. Nusantara No. 12 Makale  
Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan

<sup>1)</sup> parea@ukitoraja.ac.id

## ABSTRAK

*Penggunaan agregat batu kali dan batu gunung sebagai lapis pondasi atas pada rekonstruksi jalan poros Makale-Rantepao merupakan bentuk pemanfaatan sumber daya alam secara optimal. Tujuan dan manfaat penelitian ini ialah untuk mengetahui kualitas batu gunung putih dan batu kali sebagai bahan material pada pekerjaan lapis pondasi atas jalan. Metode penelitian ini dilakukan dengan berpedoman pada metode Standar Nasional Indonesia (SNI) Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3 Bina Marga dengan melakukan pengujian dilaboratorium untuk mengetahui perbandingan batu kali dan batu gunung putih sebagai material agregat pada pekerjaan perkerasan jalan. Untuk mendapatkan hasil dilakukan serangkaian pengujian terhadap material berdasarkan spesifikasi yang digunakan untuk mendapatkan nilai CBR laboratorium. Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa pengujian karakteristik agregat batu kali dan batu gunung putih memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Nilai abrasi batu kali 22.27% dan nilai abrasi batu gunung putih 29.56%. Gradasi yang digunakan berdasarkan spesifikasi sehingga komposisi campuran untuk pengujian CBR laboratorium: untuk material batu kali agregat kasar 59.91%, agregat halus 40,09% dan untuk material batu gunung putih agregat kasar = 59,39% agregat halus = 40.61%. Dalam penggabungan agregat pada masing-masing material didapatkan kadar air optimum material batu kali 6.8% dan kadar air optimum material batu gunung putih 7.3%, nilai CBR yang didapat untuk material batu kali 101% dan batu gunung putih 107% sehingga kedua bahan agregat dapat digunakan sebagai material lapis pondasi agregat kelas A pada pekerjaan rekonstruksi jalan poros Makale-Rantepao.*

**Kata kunci:** Agregat Batu Kali, Agregat Batu Gunung Putih, Lapis Pondasi Atas, California Bearing Ratio

## I. Pendahuluan

Jalan raya adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, ter-

masuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas. Agar jalan memiliki daya dukung yang tinggi, maka lapisan pondasi jalan diperkuat dengan penambahan material-material yang memiliki kualitas baik. Salah satunya ialah Lapisan Pondasi Atas (Base Course). Lapisan pondasi atas adalah bagian lapisan perkerasan jalan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah (Suprpto 2004). Lapisan pondasi atas ini di Indonesia biasanya menggunakan batu pecah kelas A, B, atau C baik menggunakan batu kali ataupun batu gunung putih. Fungsinya ialah sebagai penahan lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan bawahnya, lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah dan sebagai bantalan terhadap lapis permukaan. Bahan untuk lapis pondasi atas cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban roda. Umumnya hanya material batu kali yang digunakan sebagai agregat. Namun seiring meningkatnya pembangunan maka ketersediaan batu kali semakin berkurang. Oleh karena itu dibutuhkan bahan yang dapat menggantikan batu kali sebagai agregat, seperti batu gunung putih yang potensinya sangat banyak di daerah Sulawesi Selatan khususnya di Kabupaten Tana Toraja dan Kabupaten Enrekang. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan-persyaratan teknis.

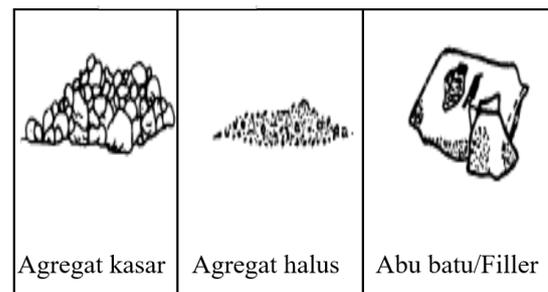
## II. Tinjauan Pustaka

### A. Batu Gunung Putih dan Batu Kali

1. Batu gunung putih adalah batuan sedimen yang utamanya tersusun oleh kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dalam bentuk mineral kalsit. Batu gunung putih memiliki tekstur keras. Batu gunung memiliki warna hitam, putih, abu-abu, kecoklatan bahkan kemerah-merahan.
2. Batu Kali adalah jenis batuan yang mengendap di sungai. Oleh karena itu

batu ini disebut batu kali. Bentuk ukuran batu kali biasanya tidak beraturan, ada yang berbentuk pipih, bulat, lonjong dan oval. Warnanya pun beragam, hitam coklat dan abu-abu. Permukaannya ada yang licin dan kasar, berpori kasar dan halus.

Berdasarkan partikel-partikel agregat, agregat dapat dibedakan atas:



**Gambar 1:** Jenis agregat berdasarkan ukuran.  
Sumber: Sukirman, Silvia, 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, NOVA, Bandung.

### B. Agregat Kasar

Menurut SNI 1970-2008, agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No. 4) sampai 40 mm (No.  $1\frac{1}{2}$ ”).

Berdasarkan ASTM C33 agregat kasar terdiri dari kerikil atau batu pecah dengan partikel butir lebih besar dari 5 mm atau antara 9,5 mm dan 37,5 mm.

### C. Agregat Halus

Agregat halus merupakan bahan pengisi diantara agregat kasar sehingga menjadikan ikatan lebih kuat yang mempunyai  $B_j$  1400 kg/m. Agregat halus yang baik tidak mengandung lumpur lenih besar 5% dari berat, tidak mengandung bahan organik lebih banyak terdiri dari butiran yang tajam dan keras, dan bervariasi. Berdasarkan SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil alam.

**Tabel 1:** Sifat-sifat Lapis Pondasi Agregat

Sifat-Sifat	Kelas A
Abrasi dari agregat kasar (SNI 2417:2008)	0-40%
Butiran pecah, tertahan ayakan 3/8" (SNI 7619:2012)	95/90
Batas Cair (SNI 1967:2008)	0-25
Indeks Plastis (SNI 1966:2008)	
Hasil kali indek plastisitas dengan % lolos ayakan No.200	Maks. 25
Gumpalan lempung dan butiran-butiran mudah pecah (SNI 03-4141-1996)	0-5%
CBR rendaman (SNI 1744:2012)	Min. 90%
Perbandingan prsen lolos ayakan No. 200 dan No.4	Maks. 2/3

Sumber: Bina Marga, Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3) Divisi 5

Berdasarkan ASTM C33 agregat halus umumnya berupa pasir dengan parikel butir lebih kecil dari 5 mm atau lolos saringan No.4 dan tertahan pada saringan No. 200.

#### D. Abu Batu/Filler

Abu batu/Filler adalah bagian dari agregat halus yang minimum 75% lolos saringan No.200 dan tertahan di pan.

### III. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah pengujian di laboratorium PT Nindya Sejahtera-KSO dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia. Bahan-bahan yang digunakan terlebih dahulu diuji karakteristik dari masing-masing bahan baik agregat kasar, agregat halus, abu batu dari kedua jenis batu dimana metode pengujian bahan dilakukan di laboratorium.

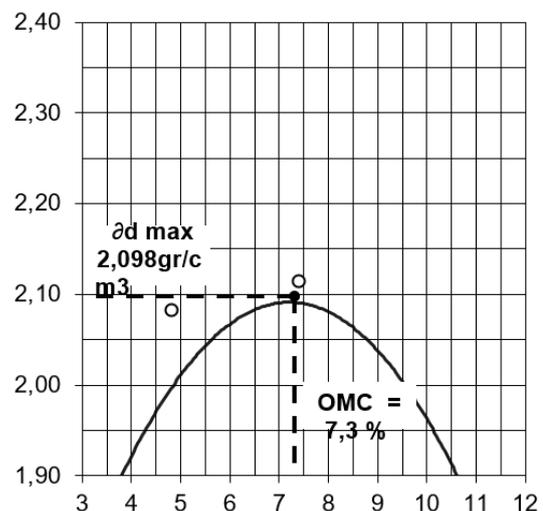
Pengujian Abrasi untuk mendapatkan nilai keausan bahan, pengujian berat jenis, analisa saringan, pencampuran.

Berikutnya dibuat benda uji dengan tiga variasi pada pengujian batu kali dan batu gunung pada percobaan Proctor dan CBR.

## IV. Pembahasan

### A. Hasil Pemeriksaan dan Analisa

Setelah mendapatkan hasil mix design selanjutnya seperti terlihat pada Tabel 2. Dari



**Gambar 2:** Grafik Proctor Agregat

grafik pada Gambar 2 dari hasil pengujian didapatkan kadar air optimum agregat kelas A ialah 7.3%, kemudian digunakan untuk menentukan jumlah air pada pengujian pemadatan CBR.

#### Test CBR California Bearing Ratio

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan CBR (California Bearing Ratio) tanah

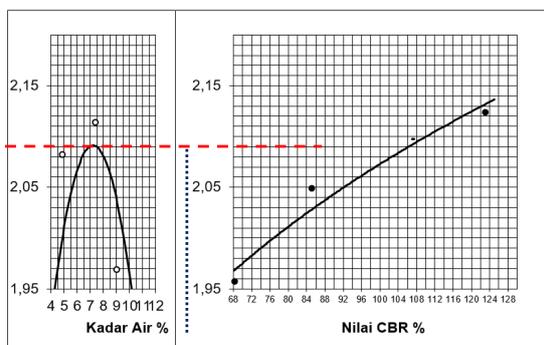
**Tabel 2:** Sifat-sifat Lapis Pondasi Agregat

<b>Berat sampel basah + cawan</b>	52.9	49.2	55.6	55	57.4
<b>Berat sampel kering + cawan</b>	51.3	47.5	52.6	51.5	53.0
<b>Berat air</b>	1.6	1.7	3.0	3.5	4.4
<b>Berat cawan</b>	12.2	12.3	12.0	12.6	12.6
<b>Berat sampel kering</b>	39.1	35.2	40.6	38.9	40.4
<b>Kadar air</b>	4.092	4.830	7.389	8.997	10.891

dan campuran tanah agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu. CBR laboratorium ialah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama.

CBR laboratorium biasanya digunakan antara lain untuk perencanaan pembangunan jalan baru dan lapangan terbang. Untuk menentukan nilai CBR laboratorium harus disesuaikan dengan peralatan dan data hasil pengujian kepadatan. *Gabungan Nilai Proctor dan CBR*

Untuk menentukan nilai kepadatan agregat kelas A maka nilai kadar air optimum disejajarkan dengan nilai CBR pada grafik. Dari



**Gambar 3:** Nilai Kepadatan Agregat Kelas A

grafik di atas didapat nilai CBR pada berat isi kering yaitu 107% dimana nilai ini memenuhi spesifikasi SNI 03-1744-1989, yaitu minimum 90%.

**B. Rancangan Komposisi Campuran (Mix Design)**

Rancangan campuran berdasarkan gradasi tengah dari spesifikasi sehingga untuk komposisi Mix Design langsung berdasarkan spe-

sifikasi. Bahan yang akan digunakan telah diperiksa dan memenuhi persyaratan.

Dalam komposisi campuran didasarkan dengan gradasi agregat campuran, berat total agregat yang akan digunakan dalam campuran lapisan pondasi kelas A untuk setiap benda uji adalah 5000 gram dengan komposisi sebagai berikut.

**B.1. Komposisi Campuran Agregat Batu Kali**

**B.2. Komposisi Agregat Kasar**

$$\begin{aligned}
 &= \frac{B.T.Saringan(11/2'' - No.4)}{0 + 775 + 1626,5 + 594} \times 100\% \\
 &= \frac{B.TotalAgregat}{5000} \times 100\% \\
 &= 59,91\%
 \end{aligned}$$

Berat Agregat Kasar

$$\begin{aligned}
 &= \text{Komposisi agregat kasar} \times \text{berat total agregat} \\
 &= 59.91\% \times 5000 \\
 &= 2995.5 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

**B.3. Komposisi Agregat Halus**

$$\begin{aligned}
 &= \frac{B.T.Saringan(No.10 - PAN)}{B.TotalAgregat} \times 100\% \\
 &= \frac{759,5 + 752 + 338,5 + 154,5}{5000} \times 100\% \\
 &= 40,09\%
 \end{aligned}$$

Berat Agregat Halus

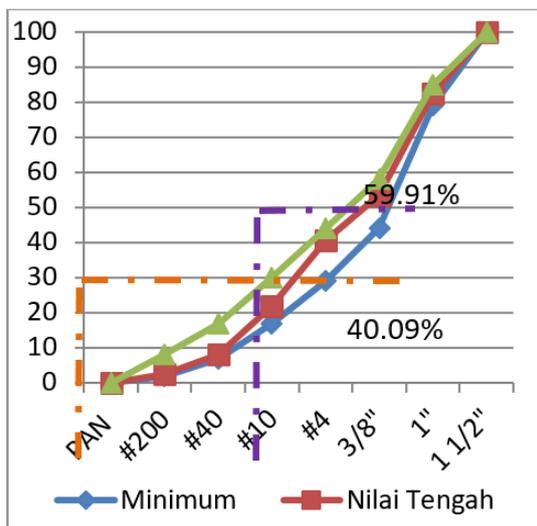
$$\begin{aligned}
 &= \text{Komposisi agregat halus} \times \text{berat total agregat} \\
 &= 40.09\% \times 5000 \\
 &= 2004.5 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

**Tabel 3:** Hasil Pengujian CBR

Jumlah Tumbukan	NILAI CBR (%)	
	0.1"	0.2"
10 x blow	$\frac{1817}{3 \times 1000} \times 100 = 60,56$	$\frac{2376}{3 \times 1500} \times 100 = 52,80$
35 x blow	$\frac{2627}{3 \times 1000} \times 100 = 92,25$	$\frac{3829}{3 \times 1500} \times 100 = 85,10$
65 x blow	$\frac{3969}{3 \times 1000} \times 100 = 132,31$	$\frac{5534}{3 \times 1500} \times 100 = 122,99$

**Tabel 4:** Gradasi Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kelas A Batu Kali

Ukuran Saringan	Lolos Saringan		Tertahan Saringan		Komp.
	Spek.(%)	Gradasi Mix (%)	Berat (Gram)	Berat (%)	
1 1/2"	100	100	-	-	59.91%
1"	79-85	84.50	775	15.5	
3/8"	44-58	51.97	1626.5	32.53	
No. 4	29-44	40.09	594	11.88	
No. 10	17-30	24.90	759.5	15.19	
No. 40	7-17	9.86	752	15.04	40.09%
No. 200	2-8	3.09	338.5	6.77	
PAN (filler)	-	-	154.5	3.09	
Total			5000	100	100



**Gambar 4:** Grafik komposisi Campuran Agregat Batu Kali

tih, nilai pengujian laboratorium juga sudah pasti berbeda hasilnya. Pada pengujian yang dilakukan di laboratorium telah didapatkan nilai perbandingan antara batu gunung putih dan batu kali sebagai lapis pondasi atas.

**C.1. Komposisi Campuran Agregat Batu Gunung Putih**

**C.2. Komposisi Agregat Kasar**

$$\begin{aligned}
 &= \frac{B.T.Saringan(1\frac{1}{2}'' - No.4)}{B.TotalAgregat} \times 100\% \\
 &= \frac{0 + 877 + 1450,5 + 642}{5000} \times 100\% \\
 &= 59,39\%
 \end{aligned}$$

**C. Analisis Perbandingan Batu Gunung Putih dan Batu Kali Sebagai Lapis Pondasi Atas**

Selain bentuk dan tekstur serta warna yang membedakan batu kali dan batu gunung pu-

Berat Agregat Kasar

$$\begin{aligned}
 &= \text{Komposisi agregat kasar} \times \text{berat total agregat} \\
 &= 59.39\% \times 5000 \\
 &= 2969.5 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

**Tabel 5:** Gradasi Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kelas A Batu Gunung Putih

Ukuran Saringan	Lolos Saringan		Tertahan Saringan		Komp.
	Spek.(%)	Gradasi Mix (%)	Berat (Gram)	Berat (%)	
1 1/2"	100	100	-	-	59.39%
1"	79-85	82.46	877	17.54	
3/8"	44-58	53.45	1450.5	29.01	
No. 4	29-44	40.61	642	12.84	
No. 10	17-30	21.93	934	18.68	
No. 40	7-17	8.24	684.5	13.69	40.61%
No. 200	2-8	2.50	287	5.74	
PAN (filler)	-	-	125	2.50	
Total			5000	100	100

**C.3. Komposisi Agregat Halus**

$$= \frac{B.T.Saringan(No.10 - PAN)}{B.TotalAgregat} \times 100\%$$

$$= \frac{934 + 684,5 + 287 + 125}{5000} \times 100\%$$

$$= 40,61\%$$

Berat Agregat Halus

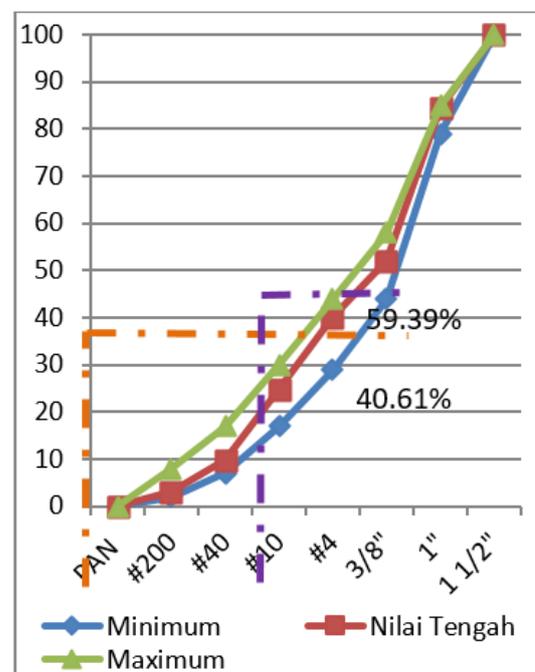
$$= \text{Komposisi agregat halus} \times \text{berat total agregat}$$

$$= 40.61\% \times 5000$$

$$= 2030.5 \text{ gram}$$

**D. Analisis Perbandingan Batu Gunung Putih dan Batu Kali Sebagai Lapis Pondasi Atas**

Selain bentuk dan tekstur serta warna yang membedakan batu kali dan batu gunung putih, nilai pengujian laboratorium juga sudah pasti berbeda hasilnya. Pada pengujian yang dilakukan di laboratorium telah didapatkan nilai perbandingan antara batu gunung putih dan batu kali sebagai lapis pondasi atas. Hasil pengujian pada masing-masing material, dapat diketahui bahwa nilai batu gunung putih dan batu kali sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan. Batu kali memiliki sifat keausan agregat kasar sebesar 22.27% sedangkan batu gunung putih memiliki sifat keausan agregat kasar sebesar 29.56%. Berdasarkan SNI



**Gambar 5**

2417-1991, keausan agregat tergolong sebagai berikut:

1. Apabila nilai keausan yang diperoleh > 40%, maka agregat yang diuji tidak baik digunakan sebagai bahan perkerasan jalan.
2. Apabila nilai keausan agregat yang diperoleh < 40%, maka agregat yang diuji baik digunakan sebagai bahan perkerasan jalan. Pada pengujian kepadatan dengan nilai CBR, batu kali memiliki  $\rho_d$  maximum sebesar 101.00%, sedangkan

**Tabel 6:** Perbandingan Hasil Pengujian Batu Gunung Putih dan Batu kali

Jenis Pengujian	Batu Kali	Batu Gunung Putih	Spesifikasi	Ket.
Abrasi	22.27%	29.56%	0-40%	Memenuhi
CBR	101%	107%	Min. 90%	Memenuhi

batu gunung putih memiliki  $\partial$  d maximum sebesar 107.00%. Oleh karena itu kedua jenis agregat dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas pada pekerjaan perkerasan jalan.

## V. Kesimpulan dan Saran

### A. Kesimpulan

Berdasarkan data-data hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kualitas agregat batu gunung putih dapat digunakan sebagai lapisan pondasi atas pada jalan arteri karena memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.
2. Nilai abrasi batu kali sebesar 22.27% dan batu gunung putih sebesar 29.56% yang keduanya masuk dalam spesifikasi SNI 03-2417-1991 (Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles), yaitu 0-40%. Pada pengujian kepadatan dengan nilai CBR, batu kali memiliki  $\gamma^d$  maximum sebesar 101.00%, sedangkan batu gunung putih memiliki  $\gamma^d$  maximum sebesar 107.00%. Maka keduanya masuk dalam spesifikasi SNI 03-1744-1989 (CBR Rendaman) yaitu minimum 90%. Oleh karena itu kedua jenis agregat dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas pada pekerjaan perkerasan jalan.
3. Rancangan komposisi campuran agregat Batu Kali yaitu agregat kasar =59,91%, agregat halus =40,09% dan agregat batu gunung putih yaitu agregat kasar = 59,39% agregat halus = 40.61%.
4. Hubungan nilai kepadatan dengan nilai CBR pada agregat Batu Kali sebesar 101.00% lebih kecil dari hubungan nilai

kepadatan dengan nilai CBR pada agregat Batu Gunung Putih sebesar 107.00%.

### B. Saran

Setelah melakukan penelitian tentang kajian perbandingan batu gunung putih dan batu kali sebagai lapis pondasi atas, maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan nilai abrasi dan CBR yang sesuai maka dalam pelaksanaan penelitian harus benar-benar memperhatikan spesifikasi setiap pengujian dengan baik dan teliti.
2. Lebih memanfaatkan material disekitar kita baik batu kali maupun batu gunung sebagai bahan material seperti pada pekerjaan perkerasan jalan.
3. Untuk menindaklanjuti penelitian ini maka perlu diadakan penelitian lebih lanjut untuk melengkapi dan merupakan pengembangan dari tema penelitian ini.

## REFERENSI

- [1] Rangan, Parea Rusan, 2014, Studi Penggunaan Batu Karang Gunung Sarira sebagai Agregat Kasar Dalam Campuran Aspal Beton Lapis Permukaan Antara (AC-BC), Jurnal Dynamic Saint, Jilid I nomor 2, halaman 106-110, LPPM Universitas Kristen Indonesia Toraja
- [2] Alamsyah. Alik Ansyori. 2006. Rekayasa Jalan Raya. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang
- [3] Hadihardaja, Joetata, 1987, Rekayasa Jalan Raya, Guna Darma

- [4] Purwo, Setianto, 1988, Teknik Jalan Raya (Clarkson H. Oglesby dan R. Gary Hicks. Terjemahan), Erlangga, Jakarta
- [5] Pusat Penelitian dan pengembangan Jalan, 1999 Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga
- [6] SNI 03-2417-1991, Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles
- [7] SNI 03-1969-1990, Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan air Agregat
- [8] SNI 03-1744-1989, Metode Pengujian CBR Laboratorium
- [9] SNI, Kementrian Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3) "Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan dan Penyampaian Perangkat Lunak Analisa Harga Satuan Pekerjaan Jalan dan Jembatan" Divisi 5 Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen
- [10] Sukirman, Silvia, 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, NOVA, Bandung
- [11] Sukirman S, Januari 1992, Perkerasan Lentur Jalan Raya & quot
- [12] Suprpto ,2004, Bahandan Struktur Jalan, Edisi ke-3, Universitas Gadjah Mada
- [13] Tenriajeng, Andi Tenrisukki, 2005,Seri Diktat Kuliah, Guna Darma
- [14] Tenriajeng, Andi Tenrisukki, 1994, Re-kayasa Jalan Raya 2, Guna Darma