

PENGARUH KEPIPIHAN BUTIRAN AGREGAT KASAR TERHADAP DAYA DUKUNG LAPIS PONDASI AGREGAT KELAS-A

Pingkan B. J. Koagouw

Oscar H. Kaseke, Mecky R. E. Manoppo

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email: koagouwpingkan@gmail.com

ABSTRAK

Lapis Pondasi Agregat kelas-A atau juga disebut lapis pondasi atas adalah lapisan perkerasan yang berada dibawah lapis perkerasan aspal dan terbuat dari campuran agregat kasar dan agregat halus sedemikian rupa sehingga sesudah dihampar dan dipadatkan memberikan kestabilan dan daya dukung yang tinggi; yang diukur dengan nilai CBR. Selain susunan ukuran butir atau gradasi, bentuk butiran batu mempengaruhi besarnya CBR. Bentuk butiran yang pipih (dinyatakan dengan indeks kepipihan) juga akan mempengaruhi daya dukung.

Dalam penelitian ini akan ditinjau pengaruh kepipihan butiran agregat kasar terhadap daya dukung Lapis Pondasi Agregat Kelas-A.

Penelitian dilakukan terhadap sample material yang terpilih dan sudah sering digunakan yakni dari lokasi sumber Lilang. Penelitian diawali dengan memeriksa sifat-sifat bahan yang digunakan mengacu pada persyaratan spesifikasi Teknik Bina Marga 2010, kemudian dibuat benda uji dengan kandungan agregat kasar yang berbentuk pipih bervariasi; dalam hal ini dibuat variasi 0 %, 25 %, dan 50 % dan dilakukan uji pemadatan yang ditentukan berdasarkan SNI 03-1743-1989 untuk memperoleh kadar air optimum dan berat kering maksimum, selanjutnya dilakukan pengujian CBR berdasarkan SNI 03-1744-1989.

Hasil penelitian diperoleh jika indeks kepipihan 0% didapat nilai CBR =117%, indeks kepipihan 25% didapat nilai CBR= 110% dan indeks kepipihan 50% didapat nilai CBR =95%. Dengan demikian disimpulkan bahwa kepipihan mempengaruhi daya dukung Lapis Pondasi Agregat Kelas-A, dan semakin banyak kandungan agregat kasar yang berbentuk pipih semakin rendah nilai CBR.

Kata kunci : Kepipihan, Lapis Pondasi Agregat kelas-A, CBR

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Lapis Pondasi Agregat Kelas A merupakan lapisan perkerasan yang berada dibawah lapis permukaan perkerasan jalan dan terbuat dari campuran agregat kasar dan agregat halus sedemikian rupa sehingga sesudah dihampar dan dipadatkan memberikan kestabilan dan daya dukung yang tinggi. Agregat yang digunakan untuk lapis perkerasan haruslah mempunyai daya tahan terhadap abrasi (keausan) yang mungkin timbul selama proses pencampuran, pemadatan, repitisi beban lalu lintas yang terjadi selama masa pelayanan jalan tersebut. Oleh karena itu agregat kasar disyaratkan terdiri dari partikel yang keras serta awet.

Nilai CBR dari Lapis Pondasi Agregat Kelas-A tergantung pada kualitas butir dan ukuran butir material, komposisi dan cara pelaksanaan. Komposisi adalah kesesbandingan antara butiran terbesar sampai dengan butiran

terkecil yang didalam butiran agregat terdiri dari beberapa kelompok ukuran yang lazim yaitu kelompok butiran kasar, butiran halus dan filler dalam batas ukuran yang telah ditentukan. Cara pelaksanaannya harus dipadatkan sebagai material campuran dalam keadaan kadar optimum agar supaya didapatkan densitas kepadatan yang maksimum. Selain dari mutu bahan itu adalah bentuk partikel dari mineral agregat kasar.

Rumusan Masalah

Pengaruh Kepipihan ditentukan berdasarkan hasil pengujian nilai daya dukung atau nilai CBR. Semakin besar variasi nilai kepipihan maka kemungkinan nilai daya dukung atau nilai CBR semakin menurun, dikarenakan nilai kepipihan dilihat dari pengujian pemadatan dan daya dukung atau CBR. Berdasarkan uraian tersebut maka akan perlu diketahui bagaimana pengaruh nilai kepipihan terhadap daya dukung Lapis Pondasi Agregat Kelas-A.

Batasan Masalah

Penelitian dilakukan dengan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berdasarkan kajian laboratorium.
2. Material yang akan digunakan dipilih sesuai persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 untuk pekerjaan Lapis Pondasi Agregat kelas-A.
3. Agregat kasar yang pipih adalah berupa batu pecah.

Tujuan Penelitian.

Penelitian ini tujuannya untuk mencari pengaruh adanya material partikel agregat kasar yang bentuknya pipih dan berapa besar pengaruhnya terhadap daya dukung yang diukur dengan nilai CBR.

Manfaat Penelitian

Untuk melihat sejauh mana mendapatkan pengaruh kepipihan terhadap CBR, serta mendapatkan presentase agregat pecah dan non pecah/pipih yang dapat dipakai untuk lapis pondasi agregat kelas-A.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah melalui *research* di laboratorium dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Pengambilan sampel material dari lokasi penyediaan contoh agregat kasar dan halus.
2. Memilih material yang digunakan yang sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga 2010.
3. Pemisahan agregat kasar dan agregat halus, dimana agregat kasar di bagi menjadi dua bagian yaitu Agregat pecah dan Agregat non pecah/pipih.
4. Membuat komposisi sample yang bergradasi baik, sehingga hasil pencampuran agregat pecah dan non pecah/pipih dibuat sedemikian rupa sehingga dalam kondisi will graded (bergradasi baik)
5. Membuat variasi agregat kasar.
6. Pemeriksaan nilai CBR berdasarkan kadar air optimum.
7. Menganalisa perubahan Nilai CBR tiap contoh yang divariasikan.

TINJAUAN PUSTAKA

Lapis Pondasi Agregat Kelas-A

Lapis pondasi agregat merupakan bagian perkerasan lentur jalan raya yang terletak antara

lapis permukaan dan tanah dasar .Lapis Pondasi Agregat kelas A umumnya disebut juga Lapis Pondasi Atas (*Base Course*). Lapisan perkerasan ini berada diantara lapis pondasi bawah (*Subbase Course*) dan lapis permukaan (*Surface Course*) Fungsi lapisan pondasi atas ini adalah :

- Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban kelapisan dibawahnya.
- Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
- Bantalan terhadap lapisan permukaan.



Gambar 1. Potongan Melintang Tipikal Jalan
Sumber : Standar Pedoman Manual Pekerjaan Lapis Pondasi Jalan Buku 1

Sebagai lapisan perantara, maka syarat-syarat untuk bahan perkerasan ini adalah :

- Kualitas bahan harus baik.
- Mengenai bentuk butir,
- Gradasi butiran-butiran harus merupakan susunan yang rapat.
- Kandungan filler harus cukup tetapi tidak melampaui batas maksimum/minimum.
- Homoginitas atau sesempurna mungkin

Material yang akan digunakan untuk lapis pondasi atas adalah material yang cukup kuat. Untuk lapis pondasi atas tanpa bahan pengikat, umumnya menggunakan material dengan $CBR \geq 90\%$ dan Plastis Indeks (PI) $\leq 6\%$ (sesuai spesifikasi Bina Marga tahun 2010). Bahan-bahan alam seperti batu pecah, kerikil pecah, stabilisasi tanah dengan semen dan kapur dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas.

Pelaksanaan pekerjaan Lapis Pondasi Agregat harus dikerjakan menurut persyaratan yang dibuat oleh Direktorat Bina Marga Kementerian Umum. Adapun Spesifikasi Umum

Kementrian Pekerjaan Umum Tahun 2010 sebagai berikut:

Tabel 1. Gradasi Lapis Pondasi Agregat

Ukuran Ayakan		Persen Berat Yang Lolos		
ASTM	(mm)	Kelas A	Kelas B	Kelas S
2"	50		100	
1 1/2"	37,5	100	88 - 95	100
1"	25,0	79 - 85	70 - 85	89 - 100
3/8"	9,50	44 - 58	30 - 65	55 - 90
No.4	4,75	29 - 44	25 - 55	40 - 75
No.10	2,0	17 - 30	15 - 40	26 - 59
No.40	0,425	7 - 17	8 - 20	12 - 33
No.200	0,075	2 - 8	2 - 8	4 - 22

Sumber: Spesifikasi Umum Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010

Tabel 2. Sifat-Sifat Lapis Pondasi Agregat

Sifat - sifat	Kelas A	Kelas B	Kelas S
Abrasi dari Agregat Kasar (SNI 2417:2008)	0 - 40 %	0 - 40 %	0 - 40 %
Indek Plastisitas (SNI 1966:2008)	0 - 6	0 - 10	4 - 15
Hasil kali Indek Plastisitas dng. % Lolos Ayakan No.200	maks. 25	-	-
Batas Cair (SNI 1967:2008)	0 - 25	0 - 35	0 - 35
Bagian Yang Lunak (SNI 03-4141-1996)	0 - 5 %	0 - 5 %	0 - 5 %
CBR (SNI 03-1744-1989)	min.90 %	min.60 %	min.50 %

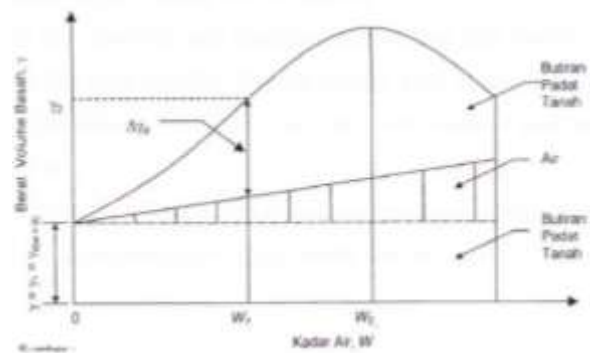
Sumber: Spesifikasi Umum Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010

Agregat

Secara umum agregat didefinisikan sebagai suatu bahan keras dan kaku yang digunakan sebagai campuran berupa berbagai jenis butiran atau pecahan yang merupakan komponen utama lapisan perkerasan jalan. Agregat terdiri dari pasir, gravel, batu pecah, slag atau material lain dari bahan mineral alami atau buatan. Material agregat yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan tugas utamanya untuk menahan beban lalu lintas. Agar dapat digunakan sebagai campuran aspal, agregat harus lolos dari berbagai uji yang telah ditetapkan.

Pemadatan

Pemadatan berfungsi untuk meningkatkan daya dukung tanah. Dengan meningkatnya daya dukung tanah deformasi dapat dihindari. Tingkat pemadatan tanah diukur dari berat volume kering tanah yang dipadatkan. Bila air ditambahkan pada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah (pelumas) pada partikel-partikel tanah. Dengan adanya air, partikel-partikel tanah tersebut akan lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dan membentuk kedudukan yang lebih rapat atau padat. Untuk usaha pemadatan yang sama, berat volume kering dari tanah akan naik bila kadar air dalam tanah (pada saat dipadatkan) meningkat.



Gambar 2. Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Tanah.

Sumber: Soedarmono. Mekanika Tanah 1, 1997

Selain kadar air maka faktor lain yang mempengaruhi pemadatan adalah jenis tanah dan energi pemadatan. Ada dua jenis pemadatan di Laboratorium yang bisa dipakai untuk menentukan kadar air optimum dan berat kering maksimum. Percobaan ini disebut "Standard Compaction Test" dan "Modified Compaction Test".

Pemadatan Standar (Standard Compaction Test).

Dalam percobaan ini tanah dipadatkan dalam suatu mold yang isinya 1/30 ft³, diameter mold 4 inch, tinggi 4,58 inch dengan menggunakan alat penumbuk seberat 5,5 pound yang dijatuhkan dengan ketinggian 12 inch. Cetakan isi dengan lapisan, dipadatkan dengan 25 pukulan dari alat penumbuk. Percobaan ini dilakukan sebanyak 3 lapisan.

Pemadatan Modifikasi (Modified Compaction Test).

Cara melakukan percobaan ini tidak banyak berbeda dengan cara sebelumnya. Bedanya hanya pada penumbuk yang digunakan, berat penumbuknya 10 pound dan tinggi jatuh 18 inch. Juga disini tanah dipadatkan dalam 5 lapisan, bukan 3 lapisan seperti pada percobaan Pemadatan Standar.

Penelitian ini menggunakan Pemadatan Modifikasi (Modified Compaction Test).

Dari setiap pekerjaan pemadatan yang telah dikerjakan dihitung:

a. Berat volume basah :

$$\gamma = \frac{w_2 - w_1}{v} \text{ (gram/cm}^3\text{)} \quad (1)$$

b. Berat volume kering benda uji

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \omega} \text{ (gram/cm}^3\text{)} \quad (2)$$

Dimana:

- ω = Kadar air
- W1 = Berat silinder kosong (gram)
- W2 = Berat silinder kosong + benda uji (gram)
- V = Volume Silinder (cm³)

Setelah mendapat berat volume basah dan berat volume kering dari proses pemadatan maka grafik hubungan antara berat volume kering dengan kadar air bisa didapat. Gambarkan hubungan antara berat volume kering dengan kadar air pada grafik dengan absis : kadar air dan ordinat : volume kering. Grafik diperoleh dengan menarik garis penghubung yang terbaik melalui titik-titik data yang diperoleh. Dari grafik dapat ditetapkan:

1. Kadar air optimum (Wopt) benda uji yang diperiksa,yaitu kadar air pada puncak garis lengkung
2. Kepadatan maksimal γ_d max yaitu,berat volume kering yang diperoleh pada pemadatan pada kadar air optimum.

CBR (California Bearing Ratio)

Daya dukung tanah dasar (*subgrade*) pada perencanaan perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). CBR pertama kali diperkenalkan oleh California Division of Highways pada tahun 1928. Orang yang banyak mempopulerkan ini adalah O. J. Porter. CBR adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi contoh tanah sebesar 0,1” dan 0,2”. Harga CBR dinyatakan dalam persen.

Harga CBR merupakan ukuran daya dukung tanah yang dipadatkan dengan daya pemadatan tertentu dan kadar air tertentu dibandingkan dengan beban standar pada batu pecah. Dengan demikian besaran CBR adalah prosentase atau perbandingan antara daya dukung tanah yang teliti dibandingkan dengan daya dukung batu pecah standar pada nilai penetrasi yang sama (0,1 inch dan 0,2 inch).

Alat percobaan untuk menentukan besarnya nilai CBR berupa alat yang mempunyai piston dengan luas 3 inch². Piston digerakkan dengan kecepatan 0,05 inch/menit, dan mengarah vertikal ke bawah. Proving ring digunakan untuk mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu yang diukur dengan arloji pengukur (dial). Beban yang diperlukan untuk melakukan penetrasi bahan standar adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Besarnya beban yang dibutuhkan untuk melakukan penetrasi bahan standar

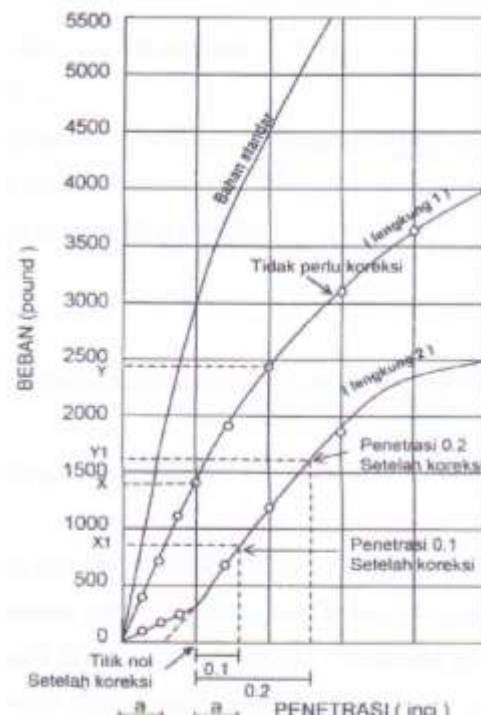
Penetrasi (inch)	Beban Standar (lbs)	Beban Standar (lbs/inch ²)
0,1	3000	1000
0,2	4500	1500
0,3	5700	1900
0,4	6900	2300
0,5	7800	2600

Sumber: Sukirman S.Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya.

Hasil pemeriksaan CBR dibuat grafik hubungan antara beban dan penetrasi. Perlu diperhatikan bentuk lengkung yang diperoleh. Jika lengkung yang diperoleh seperti lengkung 1 (awal lengkung merupakan garis lurus) pada Gambar 3 maka:

$$CBR_{0.1} = \frac{x}{3000} \times 100\% = a\% \quad (3)$$

$$CBR_{0.2} = \frac{y}{4500} \times 100\% = b\% \quad (4)$$



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Beban dan Penetrasi pada Campuran Pemeriksaan CBR
Sumber : Sukirman S.Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya

Nilai CBR adalah nilai yang terbesar antara a dan b.Jika lengkung yang diperoleh seperti lengkung 2 (awal lengkung merupakan lengkung cekung) pada Gambar 3 maka:

$$CBR_{0.1''} = \frac{x_1}{3000} \times 100\% = a_1\% \quad (5)$$

$$CBR_{0.2''} = \frac{y_1}{3000} \times 100\% = b_1\% \quad (6)$$

Nilai CBR adalah nilai yang terbesar antara a_1 dan b_1 , x_1 dan y_1 diperoleh dari langkah-langkah sebagai berikut :

1. Tarik garis singgung pada garis lengkung sehingga memotong sumbu absis
2. Geser titik yang menunjukkan penetrasi 0.1'' dan 0.2'' kekanan sejauh a (gambar 3), titik-titik tersebut menjadi titik 0.1'' dan 0.2''

Kepipihan

Agregat pipih yaitu agregat yang memiliki dimensi lebih kecil dari 0.6 kali rata-rata dari lubang saringan yang membatasi ukuran fraksi partikel tersebut. Butiran agregat yang mempunyai rasio lebar terhadap tebal lebih besar dari nilai yang ditentukan dalam spesifikasi. Suatu partikel agregat dapat dikatakan pipih apabila agregat tersebut memiliki dimensi (ukuran) lebih kecil dari dua dimensi lainnya.

Tabel 4. Pembagian bentuk agregat

Elongation Ratio = y/x	0,55	Pipih	Dimensi seragam
	0,60	Pipih dan Lonjong	Lonjong
		Flakiness Ratio = z/y	

x = diameter terpanjang
 y = diameter rata-rata
 z = diameter terpendek

Sumber: BSI 1975

Menurut *Cece* mengutip *Galloway*; 1994, agregat pipih mempunyai perbandingan antara panjang dan lebar dari ketebalan dengan rasio 1:3 yang dapat digambarkan sama dengan uang logam. *Tollist* (1985) mendefinisikan bahwa agregat pipih jika agregat tersebut lebih tipis minimal 60% dari diameter rata-rata.

Indeks Kepipihan (*Flakiness Index*) adalah berat total agregat yang lolos slot dibagi dengan berat total agregat yang tertahan pada ukuran nominal tertentu. Pemeriksaan indeks kepipihan dilakukan dengan menggunakan alat *thickness gauge* yaitu dengan menghitung presentase agregat yang tidak lewat/tertahan lubang pada alat sesuai saringannya.

Alat pengukur kepipihan agregat tergambar seperti dibawah ini.



Gambar 4. Alat Pengujian Kepipihan dan Kelonjongan

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan untuk meneliti bagaimana pengaruh variasi nilai index kepipihan terhadap agregat kasar untuk daya dukung lapis pondasi agregat kelas-A.

Mengawali penelitian ini telah dilakukan sejumlah survey di lapangan untuk mengetahui kandungan material agregat yang tersedia di lokasi tinjauan. Sebelum dilakukan pengambilan material ada beberapa persyaratan dasar yang harus diperhatikan. Persyaratan dasar berdasarkan Spesifikasi Umum Kementerian Pekerjaan Umum Bina Marga untuk material Lapis Pondasi Agregat Kelas-A harus memiliki abrasi, 40% indeks plastisitas, 6% dan nilai CBR 90%.

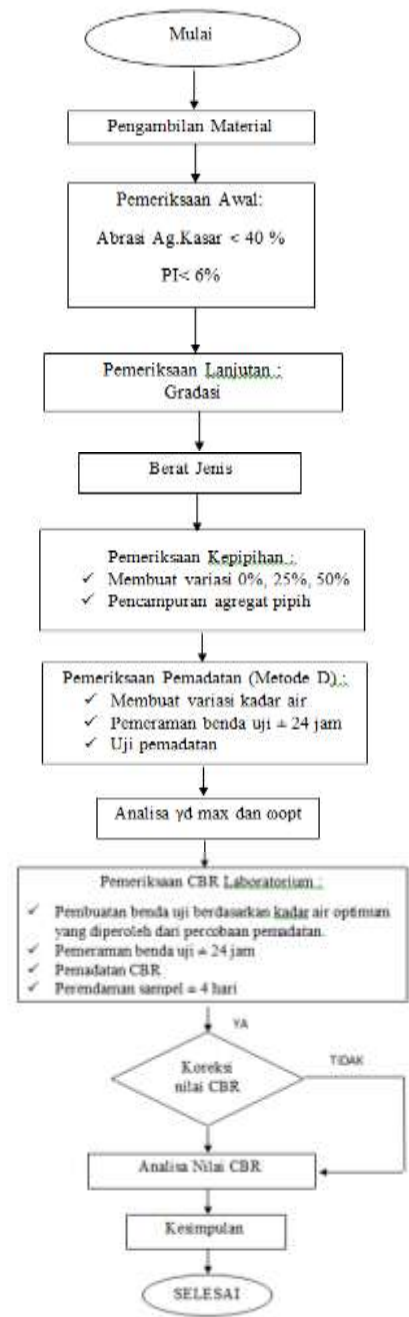
Bahan atau material yang dipakai dalam penelitian ini berasal dari lokasi penampungan atau penimbunan di desa Lilang Kecamatan Minahasa Utara.

Variasi penambahan akan dilakukan sebesar 0%, 25%, dan 50%. Selanjutnya akan dilaksanakan pengujian pemadatan dan pengujian CBR untuk masing-masing variasi tersebut. Pengujian di Laboratorium untuk pemeriksaan sifat-sifat fisik material dan pengujian pada benda uji.

Seluruh pekerjaan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Sipil Unsrat Manado dan didasarkan pada standar pengujian ASTM, SNI, dan Bina Marga.

Data-data yang diperoleh melalui pengujian sifat fisik agregat dicatat dan dihitung kemudian dianalisa untuk mendapatkan besarnya pengaruh nilai index kepipihan terhadap CBR.

Untuk menjabarkan metode ini, disajikan dalam bentuk *flow chart* berikut ini:



Gambar 5. Flow Chart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Awal

Hasil pemeriksaan awal terhadap material disajikan dalam Tabel 5.

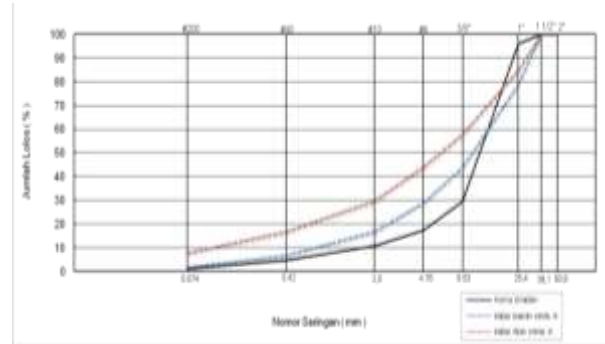
Tabel 5. Hasil Pengujian Sifat-sifat Fisik Agregat

JENIS PENGUJIAN	METODE PENGUJIAN	SYARAT	HASIL
Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 2417 : 2008	< 40%	22 %
CBR	SNI 03-1744-1989	> 90%	98 %

Tabel 6. Hasil Analisa Saringan Material

Ukuran Saringan (Inchi)	Metrik (mm)	Sampel A				Sampel B				Rata-Rata (%)
		Berat Tertahan (gr)	Berat Kumulatif	Persentase Tertahan (%)	Persentase Lolos (%)	Berat Tertahan (gr)	Berat Kumulatif (gr)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Lolos (%)	
2"	50.8	0	0.0	0.0	100.00	0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10	0	0.00	0.00	100.00	0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40	324.5	324.50	3.49	96.51	433.2	433.20	4.69	95.31	95.91
3/8"	9.53	6219.7	6544.20	70.46	29.54	6069.2	6502.40	70.35	29.65	29.59
No.4	4.76	1115.3	7659.50	82.47	17.53	1157	7659.40	82.87	17.13	17.33
No. 10	2.00	626.5	8286.00	89.22	10.78	609.7	8269.10	89.46	10.54	10.66
No. 40	0.42	566.5	8852.50	95.32	4.68	542.7	8811.80	95.33	4.67	4.68
No.200	0.07	321.7	9174.20	98.78	1.22	316.81	9128.61	98.76	1.24	1.23
< # 200	pan	113.3	9287.50	100.00	0.00	114.6	9243.21	100.00	0.00	0.00
			9287.5				9243.2			

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 5. Grafik Analisa Saringan

Hasil analisa saringan menunjukkan bahwa gradasi agregat tidak memenuhi spesifikasi ideal yang disyaratkan untuk lapis pondasi agregat kelas-A. Oleh karena itu untuk membuat benda uji akan digunakan gradasi ideal berdasarkan Spesifikasi Umum Kementerian Pekerjaan Umum Tahun 2010.

Tabel 7. Gradasi Lapis Pondasi Agregat Kelas-A

UKURAN SARINGAN (Inchi)	METRIK (mm)	BERAT LOLOS (%) Spesifikasi Umum			BERAT TERTAHAN (%)
		IDEAL	ATAS	BAWAH	
2"	50.8	100	100	100	0
1 1/2"	38.10	100	100	100	0
1"	25.40	82.5	79	85	17.5
3/8"	9.53	51.5	44	58	31
No.4	4.76	36	29	44	15.5
No. 10	2.00	23.5	17	30	12.5
No. 40	0.42	12	7	17	11.5
No.200	0.07	5	2	8	7
< # 200	pan	0	0	0	5

Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan

Berat Jenis adalah angka perbandingan antara berat isi butir tanah dan berat isi air suling pada temperature volume yang sama. Berat jenis campuran adalah merupakan salah satu parameter dalam penggambaran garis *zero air void*, serta mengontrol kurva pematatan. Jika dalam penggambaran kurva pematatan dan garis *zero air void* berpotongan maka pemeriksaan berat jenis dan kepadatan perlu dievaluasi untuk dilakukan pemeriksaan kembali. Hasil pemeriksaan ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis

Nomor contoh dan kedalaman			BM. 1 - TB 5 / 8,00 - 8,50 m	
Nomor piknometer			C 1	A 6
Berat piknometer + contoh	W_2	(gram)	65.613	78.85
Berat Piknometer	W_1	(gram)	41.580	50.51
Berat Tanah	$W_t = W_2 - W_1$	(gram)	24.033	28.34
Temperature °C			20	
Berat Piknometer+air+tanah pada temepatur 20°C	W_3	(gram)	151.060	154.410
Berat Piknometer + air pada 20°C	W_4	(gram)	136.900	137.614
$W_5 = W_t + W_4$		(gram)	160.933	165.954
Isi Tanah	$W_5 - W_3$	(cm ³)	9.873	11.544
Berat jenis (Gs)	$\frac{W_t}{W_5 - W_3}$		2.434	2.455
Rata-rata			2.445	

Sumber: Hasil Penelitian

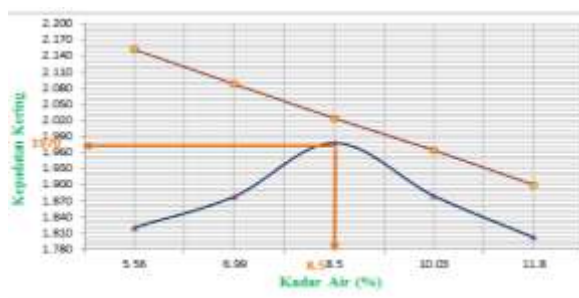
Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Pematatan

Berat Mold + Sample Basah	(gr)	10248.2	10364.7	10725.2	10557.9	10442.2
Berat Mold	(gr)	6165.5	6095.4	6164.0	6164.6	6163.6
Berat tanah basah	(gr)	4082.7	4269.3	4561.2	4393.3	4278.6
Isi cetakan	(cm ³)	2124.7	2124.7	2124.7	2124.7	2124.7
Kepadatan basah, ρ	(gr/cm ³)	1.922	2.009	2.147	2.068	2.014
Kepadatan kering, ρ_d	(gr/cm ³)	1.820	1.878	1.992	1.877	1.802
Kadar Air :						
No. Cawan		1	2	3	4	5.0
Berat Pan + Sample Basah	(gr)	1316.6	1208.3	1135.9	1168.2	1186.4
Berat Pan + Sample Kering	(gr)	1257.3	1142.6	1067.1	1085.1	1089.3
Massa air	(gr)	58.3	65.7	62.6	84.1	97.1
Berat Pan	(gr)	208.3	203.0	259.5	256.2	263.6
Berat tanah kering	(gr)	1049.0	939.6	807.6	828.9	825.7
Kadar air	(%)	5.56	6.99	7.8	10.15	11.8
Kepadatan kering untuk derajat kejenuhan 100% $\gamma_d = ((G_s \cdot \gamma_w) / (100 + G_s \cdot w)) \times 100\%$	γ_{d1}	γ_{d2}	γ_{d3}	γ_{d4}	γ_{d5}	
	2.1525	2.0880	2.0235	1.9637	1.8990	$G_s = 2.445$

Sumber: Hasil Penelitian

Hasil Pemeriksaan Pematatan

Hasil dari pemeriksaan pematatan dapat dilihat dalam Tabel 9. Sedangkan analisa data untuk mendapatkan hasil pematatan dan kadar air optimum dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Pematatan

Sumber: Hasil Penelitian

Analisa Dan Hasil Pengujian CBR

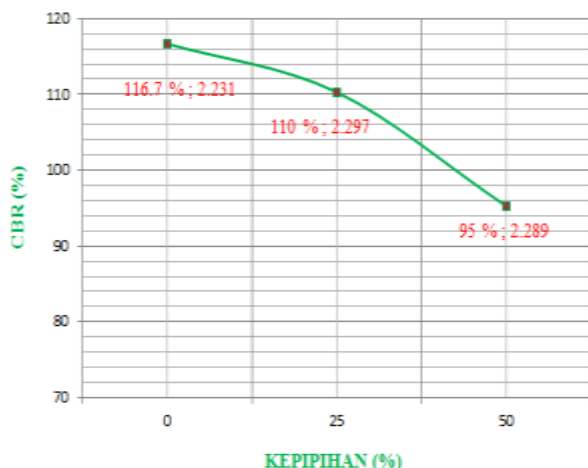
Setelah mendapatkan kadar air optimum untuk setiap variasi dan dilakukan pengujian CBR di laboratorium. Dari hasil pengujian pada benda uji yang telah dilakukan perendaman selama 4 hari maka didapatkan hasil seperti pada Tabel 10

Tabel 10. Hasil Pengujian CBR Laboratorium

Variasi	CBR	Kepipipihan	Kepadatan Kering (gr/cm ³)
1	116.67	0	2.231
2	110	25	2.297
3	95	50	2.289

Sumber: Hasil Penelitian

PENUTUP



Gambar 7. Grafik Hubungan Kepipihan (%) dan Nilai CBR (%)
 Sumber: Hasil Penelitian

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan: bahwa:

1. Kandungan agregat kasar yang pipih dalam campuran Lapis Pondasi Agregat Kelas-A mempengaruhi nilai CBR. Kepipihan dengan Variasi 0% nilai CBR = 117%, Kepipihan dengan Variasi 25% nilai CBR = 110%, dan Kepipihan dengan Variasi 50% nilai CBR = 95%.
2. Pengaruh kepipihan terhadap nilai CBR hampir berbanding lurus tetapi tidak linear.

Saran

Pada Lapis Pondasi Agregat Kelas-A adanya kandungan agregat bentuk pipih sedapat mungkin dihindari atau sesedikit mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, 2001. *Buku Besar Laboratorium Rekayasa Jalan*, Jurusan Teknik Sipil, ITB. Bandung
- Anonimous, 2006. *Satuan Pedoman Manual Pekerjaan Lapis Pondasi Jalan*, Buku 1. Direktorat Jendral Bina Marga
- Anonimous, 2006. *Satuan Pedoman Manual Pekerjaan Lapis Pondasi Jalan*, Buku 3. Direktorat Jendral Bina Marga
- Anonimous, 2010. *Spesifikasi Umum*. Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga
- Bowles, J. E., 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi ke-2. Penerbit Erlangga, Jakarta
- Soedarmono, G. Djatmiko, Edy Purnomo, S. J., 1997. *Mekanika Tanah I*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta
- Sukirman, Silvia, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit ANOVA. Bandung
- Suryanto Bawata, *Kelayakan Material Domato di Pulau Karakelang Kabupaten Kepulauan Talaud sebagai Material Lapis Pondasi Perkerasan Jalan*. Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Tarigan, S., 2003. *Korelasi CBR dengan Indeks Plastisitas*, Skripsi Program S1 Teknik Sipil, Universitas Maranatha, Bandung
- Tenriajeng, Andi., *Rekayasa Jalan Raya -2*, Gunadarma, Jakarta
- Wesley, L. D., 1977. *Mekanika Tanah*, cetakan VI, Badan Penerbit, Pekerjaan Umum.