

# Pengaruh Kandungan Material Plastis Terhadap Nilai CBR Lapis Pondasi Agregat Kelas-S

Indria Eklesia Pokaton  
Oscar Hans Kaseke, Lintong Elisabeth  
Universitas Sam Ratulangi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Manado  
Email: [Indyeklesia@gmail.com](mailto:Indyeklesia@gmail.com)

## ABSTRAK

Menurut Spesifikasi Teknik Bina Marga 2010, untuk perkerasan lentur dikenal 3 jenis lapis pondasi yaitu Lapis Pondasi Agregat Kelas-A, Lapis Pondasi Agregat Kelas-B, dan Lapis Pondasi Agregat Kelas-S. Lapis Pondasi Agregat Kelas-S berfungsi sebagai lapis perkerasan untuk bahu jalan dan disyaratkan harus memiliki nilai plastisitas yang berkisar antara 4% sampai 15% dan nilai California Bearing Ratio (CBR) minimal 50%. Dalam penelitian ini akan diteliti pengaruh dari variasi kandungan material plastis terhadap nilai CBR Lapis Pondasi Agregat Kelas-S.

Penelitian dilakukan terhadap salah satu jenis sample material yang terpilih dan sudah sering digunakan dari lokasi sumber Lolan serta campuran sample tanah yang mengandung plastisitas. Penelitian diawali dengan memeriksa sifat-sifat bahan yang digunakan dengan mengacu pada persyaratan Spesifikasi Teknik Bina Marga 2010. Selanjutnya dibuat benda uji terhadap agregat dengan variasi campuran tanah yang dicampur sedemikian rupa sehingga mendapatkan variasi kandungan plastisitas dengan nilai PI sebesar 0% ; 4,72% ; 5,33% ; 6,62% ; 7,86%. Terhadap benda uji tersebut dilakukan uji pemadatan untuk memperoleh kadar air optimum dan berat kering maksimum, selanjutnya dilakukan pengujian CBR.

Hasil yang diperoleh sebagai berikut, PI 0%  $\omega_{opt}$  7,17%  $\gamma_{d(max)}$  2,259 (gr/cm<sup>3</sup>) nilai CBR 99% ; PI 4,72%  $\omega_{opt}$  7,62%  $\gamma_{d(max)}$  2,244 (gr/cm<sup>3</sup>) nilai CBR 90% ; PI 5,33%  $\omega_{opt}$  8,01%  $\gamma_{d(max)}$  2,240 (gr/cm<sup>3</sup>) nilai CBR 74% ; PI 6,62%  $\omega_{opt}$  8,97%  $\gamma_{d(max)}$  2,237 (gr/cm<sup>3</sup>) nilai CBR 60% ; PI 7,86%  $\omega_{opt}$  9,53%  $\gamma_{d(max)}$  2,227 (gr/cm<sup>3</sup>) nilai CBR 47%. Dari hasil pemeriksaan terhadap material agregat dengan berlokasi sumber Lolan yang dicampur dengan tanah yang mengandung plastisitas ini menunjukkan bahwa kandungan material plastis memberikan pengaruh terhadap nilai CBR.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa yang memenuhi syarat pada sample yang diperiksa ini hanya kandungan material dengan nilai PI antara 4,72% sampai 6,62% yang memberikan nilai CBR  $\geq$  50% sedangkan untuk material yang tidak memiliki nilai PI memperoleh nilai CBR yang tinggi namun untuk persyaratan Indeks Plastisitas tidak memenuhi syarat untuk Lapis Pondasi Agregat Kelas-S. Terlihat bahwa untuk kandungan material dengan nilai PI yang lebih besar, walaupun lebih kecil dari batas maksimum 15% tidak dapat digunakan karena nilai CBR < 50%. Hal ini menunjukkan adanya range kandungan PI tertentu yang memenuhi syarat dari segi kandungan plastisitas dan dari segi nilai CBR. Untuk material yang lain perlu juga diteliti dengan cara yang sama seperti ini.

**Kata kunci : Indeks Plastisitas, CBR, Lapis Pondasi Agregat, Kadar Air, Pemadatan**

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Peningkatan mutu campuran perkerasan jalan di Indonesia semakin hari semakin berkembang. Walaupun masih terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kerusakan awal (kerusakan dini).

Konstruksi jalan umumnya terdiri dari beberapa lapis perkerasan yang terdiri dari berbagai agregat serta campuran bahan granular lainnya, yang biasanya memiliki sifat plastisitas sehingga akan mempengaruhi konstruksi jalan tersebut. Adanya sifat plastisitas ini sangat menentukan besarnya kekuatan daya dukung lapis pondasi.

Salah satu faktor yang mempengaruhi daya dukung lapis pondasi adalah nilai PI (*Plasticity Index*), nilai PI (*Plasticity Index*) pada Lapis Pondasi Agregat Kelas-S dinyatakan minimal 4% dan

maksimal 15%. Adanya persyaratan PI yang  $\geq$  4% menandakan bahwa material Lapis Pondasi Agregat Kelas-S ini memerlukan bahan campuran material yang bersifat plastis berupa tanah yang mengandung lempung (*clay*) dengan jumlah yang sedemikian rupa sehingga persyaratan PI tersebut terpenuhi.

Selanjutnya persyaratan utama dari Lapis Pondasi Agregat Kelas-S ini adalah nilai CBR harus mencapai minimal 50%.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka akan diadakan pengkajian di Laboratorium dengan mengangkat judul "Pengaruh Kandungan Material Plastis Terhadap Nilai CBR Lapis Pondasi Agregat Kelas-S."

### Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah dalam penelitian ini, antara lain sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berdasarkan pada kajian Laboratorium dan tidak dilaksanakan uji coba di lapangan.
2. Acuan yang akan digunakan adalah batasan kriteria yang ditetapkan oleh Dirjen Bina Marga.
3. Material yang akan digunakan adalah material terpilih dan akan dilakukan pemeriksaan atau pengujian terlebih dulu di Laboratorium Material Perkerasan Jalan Fakultas Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado.

### Tujuan Penulisan

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh nilai CBR yang ideal dan bagaimana pengaruh kandungan material plastis bagi nilai CBR Lapis Pondasi Agregat Kelas-S.

### Manfaat Penulisan

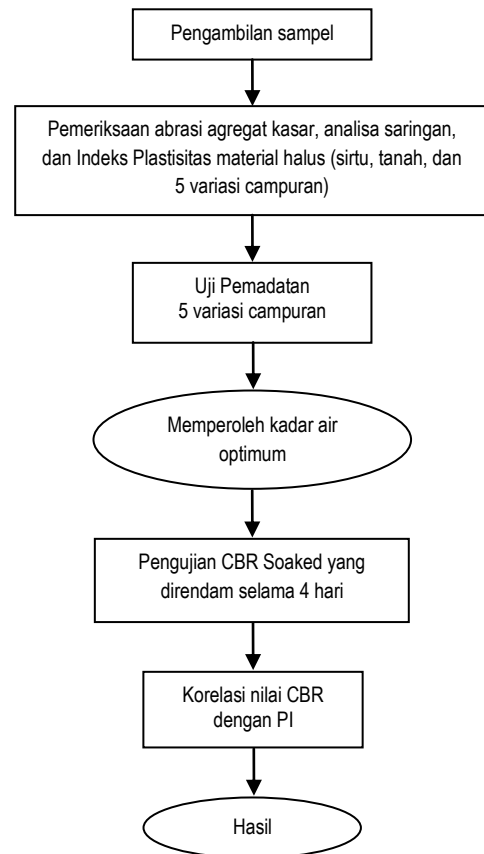
Manfaat penelitian ini adalah mengetahui bagaimana korelasi atau hubungan antara Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) dengan nilai CBR Lapis Pondasi Agregat Kelas-S.

### Metode Penelitian

Tugas akhir ini dilakukan melalui *research* di Laboratorium Material Perkerasan Jalan Fakultas Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. Adapun metode penelitiannya sebagai berikut:

1. Pengambilan material dari sumber lokasi.
2. Persiapan material dan alat.
3. Pemeriksaan Gradasi agregat.
4. Pemeriksaan Abrasi agregat kasar.
5. Melakukan komposisi campuran (*blending*) agregat dengan tanah dimana penambahan variasi tanah sebesar 0% ; 25% ; 50% ; 75% ; 100% dari material yang lolos saringan No.40 (0,425 mm).
6. Pemeriksaan PI (*Plasticity Index*) berdasarkan campuran komposisi yang telah divariasikan.
7. Persiapan benda uji untuk melakukan Uji Pemasatan (*Compaction Test*).
8. Melakukan Uji Pemasatan (*Compaction Test*) untuk memperoleh kadar air optimum dan berat kering maksimum untuk tiap-tiap variasi.
9. Pengujian nilai CBR untuk tiap-tiap variasi berdasarkan nilai kadar air optimum yang diperoleh.
10. Menganalisa korelasi antara nilai CBR yang diperoleh dengan nilai PI (*Plasticity Index*).

### Bagan Alir Penelitian (Flowchart)



Gambar 1. Bagan alir penelitian

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Lapis Pondasi Agregat

Menurut ketentuan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Lapis Pondasi Agregat terbagi atas 3 yakni :

- Lapis Pondasi Agregat Kelas-A, memiliki mutu lapis pondasi atas
- Lapis Pondasi Agregat Kelas-B, untuk lapis pondasi bawah
- Lapis Pondasi Agregat Kelas-S, digunakan untuk bahu jalan tanpa penutup aspal

Persyaratan utama Lapis Pondasi Agregat menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 adalah 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

Tabel 2. Sifat-sifat Lapis Pondasi Agregat

Sifat-sifat	Kelas-A	Kelas-B	Kelas-S
Abrasi dari Agregat (SNI 2417:2008)	0 – 40%	0 – 40%	0 – 40%
Indeks Plastisitas (SNI 1966:2008)	0 – 6%	0 – 10%	4 – 15%
Hasil kali Indeks Plastisitas dgn % 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%

### Klasifikasi Agregat

Agregat merupakan material yang digunakan sebagai bahan campuran yang berupa pasir, kerikil, agregat pecah, abu atau debu batu. Jenis dan campuran agregat sangat mempengaruhi daya tahan atau stabilitas suatu lapis pondasi jalan.

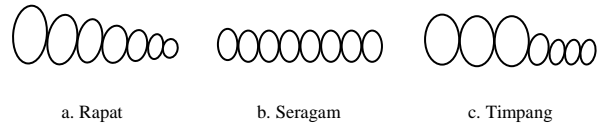
### Bentuk dan Tekstur Agregat

- Bulat (*Rounded*), partikel agregat saling bersentuhan dengan luas bidang kontak yang kecil sehingga menghasilkan daya *interlocking* yang lebih kecil dan mudah tergelincir.
- Lonjong (*Elongated*), agregat dikatakan lonjong jika ukuran terpanjangnya lebih panjang dari 1,8 kali diameter rata-rata.
- Kubus (*Cubical*), diperoleh dari mesin pemecah batu (*stone crusher*) yang mempunyai bidang kontak yang lebih luas sehingga memberikan *interlocking* yang lebih besar. Agregat ini paling baik digunakan sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan.
- Pipih (*Flaky*), agregat yang lebih tipis dari 0,6 kali diameter rata-rata. Agregat ini mudah pecah pada waktu pencampuran, pemadatan, ataupun akibat beban lalu lintas.
- Tak beraturan (*Irregular*)

Tekstur permukaan agregat terdiri atas: kasar sekali (*very rough*), kasar (*rough*), halus (*smooth*), halus dan licin (*polished*).

### Gradasi Agregat

- Gradasi rapat, merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang, sehingga dinamakan agregat bergradasi baik (*well graded*).
- Gradasi seragam, merupakan agregat dengan ukuran yang hampir sama (*sejenis*) atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat.
- Gradasi timpang, umumnya digunakan untuk lapis perkerasan dan menghasilkan mutu antara kedua jenis diatas.



Gambar 2. Macam-macam gradasi agregat

### Kebersihan Agregat

Agregat yang kotor akan memberikan pengaruh yang jelek pada kinerja perkerasan, seperti berkurangnya ikatan antara agregat yang disebabkan karena banyaknya kandungan lumpur pada agregat tersebut.

### Kekuatan Agregat (*Toughness*)

Uji kekuatan agregat di Laboratorium dapat dilakukan dengan cara uji abrasi (*Abration Test*), uji beban kejut (*Impact Test*), dan uji ketahanan terhadap pecah (*Crushing Test*). Dengan pengujian-pengujian ini kekuatan relatif agregat dapat diketahui.

### Klasifikasi Tanah

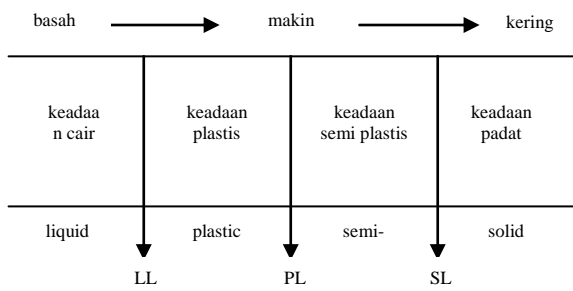
Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat (butiran) padat yang tersementasi satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk.

Tanah lempung terdiri dari butir-butir yang sangat kecil ( $< 0.002$  mm) dan menunjukkan sifat-sifat plastisitas dan kohesi. *Kohesi* menunjukkan kenyataan bahwa bagian-bagian itu melekat satu sama lainnya, sedangkan *Plastisitas* adalah sifat yang memungkinkan bentuk bahan itu dirubah-rubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali ke bentuk aslinya, dan tanpa terjadi retakan-retakan atau terpecah-pecah.

### Sifat-sifat Tanah

#### 1. Sifat fisik

- Distribusi ukuran butir, dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu analisa saringan dan analisa hydrometer.
- Batas-batas konsistensi, merupakan batas-batas plastisitas tanah yang terdiri dari batas atas kondisi plastis dan batas bawah kondisi plastis. Menurut Krebs & Walker, *batas plastis* adalah kadar air dimana tanah berubah dari keadaan plastis menjadi non plastis, *batas cair* adalah kadar air dimana tanah berubah dari keadaan cair menjadi plastis, dan *batas susut* adalah keadaan kadar air pada kedudukan antara daerah semi plastis dan padat.



Gambar 3. Batas-batas Atterberg

Indeks Plastisitas merupakan selisih antara batas cair dan batas plastis suatu tanah. Dapat diperoleh dengan rumus :

$$PI = LL - PL$$

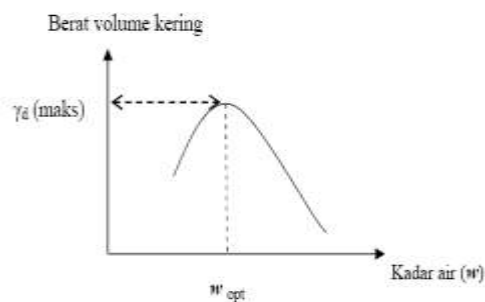
dimana: PI = Indeks Plastisitas (%)  
 LL = Batas Cair (%)  
 PL = Batas Plastis (%)

## 2. Sifat teknis

### ▪ Pemadatan (*compaction*)

Merupakan usaha untuk meningkatkan kekuatan tanah dan mempertinggi kerapatan tanah yaitu dengan mengeluarkan udara pada pori-pori tanah yang biasanya menggunakan energi mekanis.

Proses pemadatan ini akan menghasilkan berat kering maksimum dan kadar air optimum. Keadaan dimana berat volume kering mencapai nilai maksimum dengan jumlah kadar air tertentu disebut kadar air optimum.

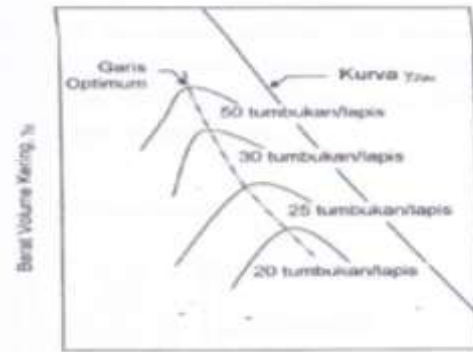


Gambar 4. Hubungan antara kadar air optimum dengan berat volume kering maksimum

Selain kadar air, faktor lain yang mempengaruhi pemadatan adalah jenis tanah, tingkat kepadatan, dan energi pemadatan.

Bila usaha pemadatan per satuan volume tanah berubah maka kurva pemadatan juga akan berubah. Semakin besar energi (usaha) pemadatan maka harga berat volume kering maksimum ( $\gamma_d$ ) juga akan bertambah, disertai dengan penurunan kadar air optimum ( $w_{opt}$ ).

Di bawah ini adalah contoh kurva pemadatan dengan perbedaan besarnya energi pemadatan.



Gambar 5. Pengaruh Energi Pemadatan

### ▪ CBR (*California Bearing Ratio*)

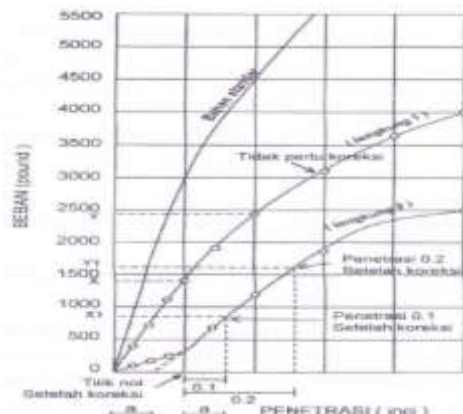
Nilai CBR menunjukkan nilai relatif kekuatan tanah, semakin tinggi kepadatan tanah maka nilai CBR akan semakin tinggi pula. Harga CBR merupakan ukuran daya dukung tanah yang dipadatkan dengan daya pemadatan tertentu dan kadar air tertentu dibandingkan dengan beban standar pada batu pecah.

*Proving ring* digunakan untuk mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu yang diukur dengan arloji pengukur (*dial*).

Tabel 3. Besarnya beban yang dibutuhkan untuk penetrasi bahan standar

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

Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan akan dibuat grafik hubungan antara beban dan penetrasi, seperti berikut :



Gambar 6. Hubungan antara beban dan penetrasi pada campuran pemeriksaan CBR

### Karakteristik Tanah Lempung (Clay)

Tanah lempung (*clay*) merupakan tanah yang tersusun oleh partikel-partikel mineral yang sangat kecil dengan ukuran mikron yang mempunyai sifat sesuai dengan unsur utama penyusunnya. Salah satu sifat dari tanah lempung adalah sifat plastisitas yang menunjukkan tingkat plastis pada tanah tersebut.

Tanah lempung berperan penting terhadap campuran lapis pondasi karena bersifat plastis dengan memiliki nilai plastisitas yang bervariasi sesuai dengan jenis tanah lempung tersebut. Nilai plastisitas inilah yang menentukan besarnya nilai CBR yang diperlukan dalam lapis pondasi.

### Pengaruh Kadar Air Terhadap Perilaku Lempung

Kandungan air sangat berpengaruh terhadap perilaku tanah berbutir halus, sehingga tingkatan plastis tanah dapat ditentukan apabila batas plastis dan batas cairnya telah diketahui. Tingkat plastisitas tanah ditentukan berdasarkan Indeks Plastisitas (PI) tanah tersebut.

Menurut Atterberg, plastisitas tanah dibagi dalam 4 tingkatan berdasarkan nilai Indeks Plastisitasnya (PI) yang ada dalam selang antara 0 dan lebih besar dari 17%. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 4. Tingkat Plastisitas Tanah menurut Atterberg

Indeks Plastisitas	Tingkat Plastisitas	Jenis Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non kohesif
< 7	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7 – 17	Plastisitas Sedang	Lempung berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesif

Apabila PI bernilai nol, artinya batas cair sama dengan batas plastis maka tanah tersebut bersifat non plastis, sedangkan bila nilai PI antara nol sampai dengan 7% termasuk plastisitas rendah, nilai PI antara 7% sampai dengan 17% termasuk plastisitas sedang, sedangkan nilai PI lebih besar dari 17% disebut plastisitas tinggi.

### Faktor-faktor yang mempengaruhi Plastisitas

- Faktor lingkungan. Keberadaan fasilitas seperti drainase, irigasi, dan kolam akan memungkinkan tanah memiliki akses terhadap sumber air. Keberadaan air pada fasilitas tersebut akan mempengaruhi perubahan kadar air tanah.
- Karakteristik material. Apabila susunan kimia air tanah berubah sebagai akibat adanya perubahan komposisi maupun keluar masuknya air tanah, keseimbangan

gaya-gaya dan jarak antar partikel akan membentuk keseimbangan baru. Perubahan jarak antar partikel ini disebut sebagai proses kembang susut.

- Kondisi tegangan. Tanah yang terkonsolidasi berlebih bersifat lebih ekspansif dibandingkan tanah yang terkonsolidasi normal, untuk angka pori yang sama. Proses pengeringan-pembasahan yang berulang cenderung mengurangi potensi pengembangan sampai suatu keadaan yang stabil.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemeriksaan Awal

#### Gradasi Agregat

Berdasarkan hasil pemeriksaan gradasi agregat diperoleh data-data sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat

Ukuran Saringan	Sampel A				Sampel B				Rata-Rata	Spesifikasi Umum		
	Berat Tertahan	Berat Kumulatif	Persen Tertahan	Persen Lolos	Berat Tertahan	Berat Kumulatif	Persen Tertahan	Persen Lolos		Bina Marga		
ASTM (inch)	Metrik (mm)	(gr)	(gr)	(%)	(%)	(gr)	(gr)	(%)	(%)	(%)	Bawah	Atas
2"	50.8	0	0.0	0.0	100.00	0	0.00	0.00	100.00	100.00	100	100
1 1/2"	38.10	0	0.00	0.00	100.00	0	0.00	0.00	100.00	100.00	100	100
1"	25.40	922.1	922.10	9.90	90.10	886.3	886.30	9.52	90.48	90.29	89	100
3/8"	9.53	2711.5	3633.60	39.00	61.00	2357.3	3243.60	34.84	65.16	63.08	55	90
No.4	4.76	1412.5	5046.10	54.16	45.84	1213.2	4456.80	47.88	52.12	48.98	40	75
No. 10	2.00	1350.4	6396.50	68.66	31.34	1650.4	6107.20	65.61	34.39	32.87	26	59
No. 40	0.42	1551	7947.50	85.31	14.69	1851.7	7956.90	85.50	14.50	14.60	12	33
No.200	0.07	970.3	8917.80	95.72	4.28	930.1	8889.00	95.49	4.51	4.39	4	22
< # 200	pan	398.6	9316.40	100.00	0.00	419.9	9308.90	100.00	0.00	0.00		
			9316.4				9308.9					

### Distribusi Ukuran Butir Tanah

Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan untuk mendapatkan pembagian ukuran butir dengan cara analisa saringan dan analisa hidrometer, diperoleh distribusi ukuran butir sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil Distribusi Ukuran Butir Tanah

	Ukuran Butir (mm)	Lolos Ayakan (%)
Data Analisa Saringan	2,36	100
	2	99,2
	1,68	98,2
	1,18	97,3
	1	94,5
	0,6	93,1
	0,425	87,4
	0,3	82,9
	0,18	75,1
	0,15	60,3
Data Hidrometer	0,075	44,8
	0,02671	41,2
	0,01763	24,72
	0,00833	4,12
	0,00589	4,12
	0,00297	2,06
	0,00127	2,06



**Pengujian Abrasi**

Dari hasil pengujian Abrasi dengan menggunakan mesin Abrasi Los Angeles maka diperoleh nilai keausan agregat sebesar 22%.

**Atterberg Limits**

Melalui pemeriksaan batas-batas Atterberg atau batas-batas konsistensi maka diperoleh data-data seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 7. Hasil Pengujian Atterberg Limits

Bahan Uji (Material yang lolos saringan No.40)	Nilai		
	LL (%)	PL (%)	PI (%)
Sirtu + 0% Tanah	—	—	—
Sirtu + 25% Tanah	25,5	20,78	4,72
Sirtu + 50% Tanah	26,6	21,27	5,33
Sirtu + 75% Tanah	29,41	22,79	6,62
Sirtu + 100% Tanah	32,15	24,29	7,86
Tanah Asli	39,61	26,24	13,37

Agregat sirtu tidak bersifat plastis (non plastis) karena PI bernilai nol artinya tidak memiliki sifat plastisitas, sedangkan tanah memiliki sifat plastis dengan nilai PI 13,37%.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan tanah terhadap agregat sirtu maka akan semakin besar pula nilai PI yang diperoleh, begitu juga sebaliknya.

**Pemeriksaan Lanjutan**

**Uji Pemadatan (Compaction Test)**

Penelitian ini dilakukan dengan cara Pemadatan Modifikasi (Modified Compaction Test) berdasarkan prosedur AASHTO T-180-10 (Metode D).

Bahan uji yang digunakan dalam Uji Pemadatan merupakan campuran agregat sirtu dan tanah dengan variasi penambahan tanah sebesar 0% ; 25% ; 50% ; 75% ; 100% dari material yang lolos saringan No.40 (0,425 mm). Kemudian melakukan campuran komposisi terbaik dengan variasi campuran seperti berikut :

Tabel 8. Komposisi Campuran Sirtu dan Tanah untuk Uji Pemadatan

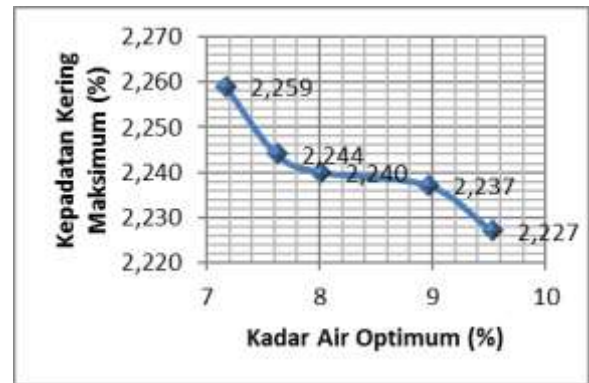
Bahan Uji (Material lolos saringan No.40)	Variasi 1 Sirtu + 0% Tanah	Variasi 2 Sirtu + 25% Tanah	Variasi 3 Sirtu + 50% Tanah	Variasi 4 Sirtu + 75% Tanah	Variasi 5 Sirtu 100% Tanah	
						Berat Total
Sirtu	(gram)	6000	6000	6000	6000	6000
	(%)	100	100	100	100	100
Tanah	(gram)	0	219	438	657	876
	(%)	0	3,65	7,3	10,95	14,6

Adapun hasil Uji Pemadatan yang diperoleh dari komposisi diatas, diuraikan sebagai berikut :

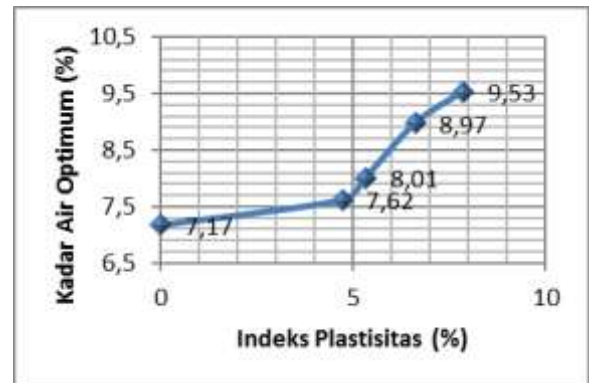
Tabel 9. Hasil Uji Pemadatan

Variasi	PI	$\omega_{opt}$	$\gamma_{d max}$
	(%)	(%)	(gr/cm <sup>3</sup> )
1	—	7,17	2,259
2	4,72	7,62	2,244
3	5,33	8,01	2,240
4	6,62	8,97	2,237
5	7,86	9,53	2,227

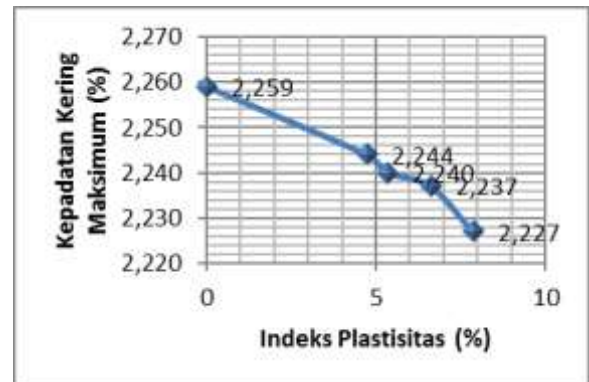
Dapat disimpulkan bahwa penambahan campuran tanah pada agregat sirtu akan meningkatkan kadar air optimum tetapi kepadatan kering maksimum mengalami penurunan.



Gambar 7. Grafik hubungan antara  $\omega_{opt}$  dengan  $\gamma_{d max}$



Gambar 8. Grafik hubungan antara PI dengan  $\omega_{opt}$



Gambar 9. Grafik hubungan antara PI dengan  $\gamma_{d max}$

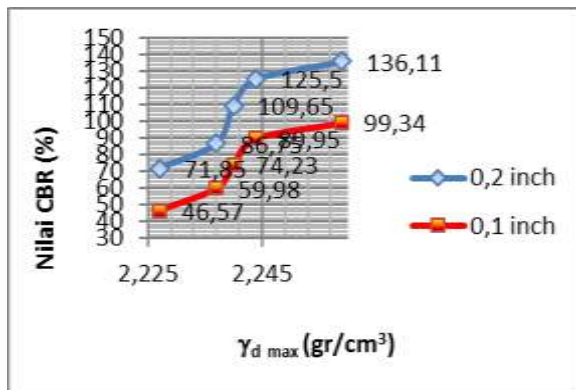
### Pengujian CBR Soaked

Pengujian nilai CBR yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan kondisi terendam atau disebut dengan *CBR Soaked*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan mesin penetrasi. Benda uji yang akan diperiksa direndam selama 4 hari sebelum melakukan tes. Dari pengujian akan diperoleh nilai CBR pada penetrasi 0,1 inch dan 0,2 inch yang bervariasi. Adapun hasil pengujian yang diperoleh dapat diuraikan sebagai berikut :

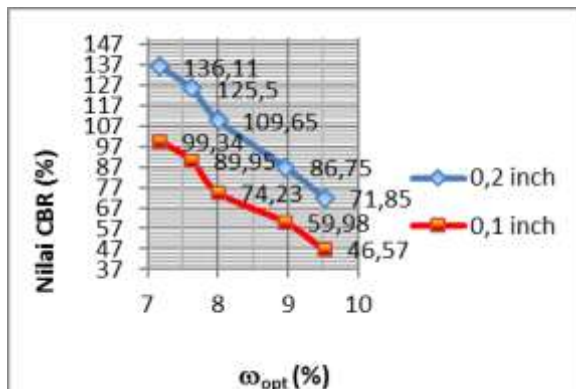
Tabel 9. Hasil Pengujian CBR Soaked

Variasi	PI (%)	$\omega_{opt}$ (%)	$\gamma_{d \text{ max}}$ (gr/cm <sup>3</sup> )	Harga CBR	
				0,1'' (%)	0,2'' (%)
1	—	7,17	2,259	88,24	128,71
2	4,72	7,62	2,244	77,95	117,28
3	5,33	8,01	2,240	64,23	99,87
4	6,62	8,97	2,237	47,65	75,86
5	7,86	9,53	2,227	34,31	61,63

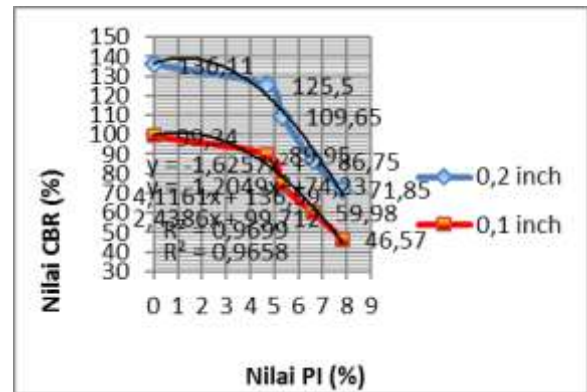
Berdasarkan hasil diatas diperoleh korelasi atau hubungan antara nilai PI dengan nilai CBR dari tiap-tiap variasi yang ada, sehingga dapat disimpulkan nilai PI sangat berpengaruh terhadap harga CBR pada lapis pondasi.



Gambar 10. Grafik hubungan antara  $\gamma_{d \text{ max}}$  dengan nilai CBR



Gambar 11. Grafik hubungan antara  $\omega_{opt}$  dengan nilai CBR



Gambar 12. Grafik hubungan antara nilai PI dengan nilai CBR

Hal ini membuktikan bahwa pengaruh tanah yang bersifat plastis sangat menentukan harga CBR pada bahan uji tersebut, sehingga faktor ini dapat menyebabkan rendahnya nilai daya dukung. Secara umum, dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan tanah terhadap agregat sirtu maka semakin rendah nilai CBR yang diperoleh.

### PENUTUP

#### Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sifat-sifat fisik material sirtu yang berasal dari Desa Lolan Kabupaten Bolaang Mongondow ini memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 sebagai bahan Lapis Pondasi Agregat Kelas-S.
2. Pada pemeriksaan *Atterberg Limits* terhadap tanah diperoleh nilai PI sebesar 13,37% sedangkan agregat sirtu tidak memiliki nilai PI karena material ini bersifat non plastis.
3. Variasi nilai PI dari material yang digunakan sebagai bahan lapis pondasi merupakan faktor yang mempengaruhi daya dukung Lapis Pondasi Agregat Kelas-S. Dengan meningkatnya nilai PI maka nilai daya dukung lapis pondasi akan mengalami penurunan. Pada agregat sirtu tanpa penambahan tanah diperoleh nilai PI 0%;  $\omega_{opt}$  7,17%;  $\gamma_{d(max)}$  2,259 (gr/cm<sup>3</sup>); nilai CBR 99,34%. Penambahan tanah sebesar 3,65% diperoleh nilai PI 4,72%;  $\omega_{opt}$  7,62%;  $\gamma_{d(max)}$  2,244 (gr/cm<sup>3</sup>); nilai CBR 89,95%. Penambahan tanah sebesar 7,3% diperoleh nilai PI 5,33%;  $\omega_{opt}$  8,01%;  $\gamma_{d(max)}$  2,240 (gr/cm<sup>3</sup>); nilai CBR 74,23%. Penambahan tanah sebesar 10,95% diperoleh nilai PI 6,62%;  $\omega_{opt}$  8,97%;  $\gamma_{d(max)}$  2,237 (gr/cm<sup>3</sup>); nilai CBR 59,98%. Penambahan tanah sebesar 14,6% diperoleh nilai PI 7,86%;  $\omega_{opt}$  9,53%;  $\gamma_{d(max)}$  2,227 (gr/cm<sup>3</sup>); nilai CBR 46,57%.

4. Untuk nilai PI > 15% (batas maksimal Lapis Pondasi Agregat Kelas-S) tentu akan memperoleh nilai CBR yang rendah.
5. Hanya kandungan material dengan nilai PI antara 4,72% sampai 6,62% yang memberikan nilai CBR  $\geq$  50%, sedangkan untuk material yang tidak memiliki nilai PI memperoleh nilai CBR yang tinggi namun untuk persyaratan Indeks Plastisitas tidak memenuhi syarat untuk Lapis Pondasi Agregat Kelas-S. Hal ini menunjukkan bahwa adanya range kandungan PI tertentu yang memenuhi syarat dari segi kandungan plastisitas dan dari segi nilai CBR.

### **Saran**

Untuk material yang telah diperiksa, penambahan tanah terhadap agregat sirtu untuk bahan Lapis Pondasi Agregat Kelas-S sebaiknya dibatasi sampai 10,95% dari berat total sirtu yang akan digunakan, apabila penambahan tanah sesuai dengan batasan ini maka daya dukung yang direncanakan memenuhi kriteria dan persyaratan yang ada.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Bahan Ajar Mata Kuliah "*Praktikum Perkerasan Jalan*" Fakultas Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi  
Bowles, J. E. 1989, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)* Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta  
Das Braja M. 1995, *Mekanika Tanah*, Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta  
Djoko Untung Soedarsono, 1979, *Konstruksi Jalan Raya*, Pekerjaan Umum, Jakarta  
Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga "*Spesifikasi Umum 2010*"  
Sukirman S. 1992, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Bandung  
Wesley L. D. 1977, *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta